

SÉRIE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, ENGENHARIA DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO.

VOLUME 8- EFEITOS DOS PROCESSAMENTOS SOBRE O VALOR NUTRITIVO DOS ALIMENTOS.

Editores: Dr<sup>a</sup> Flávia Maria Netto; Dr. Waldemiro Carlos Sgarbieri.

COLABORADORA: Dr<sup>a</sup> Marília Oetterer.

PARTE II- PRINCIPAIS GRUPOS DE ALIMENTOS: COMPOSIÇÃO E EFEITOS DO PROCESSAMENTO NO VALOR NUTRICIONAL.

**E13. PESCADO (COMPOSIÇÃO, PRODUTOS DERIVADOS, PROCESSOS, EFEITOS DO PROCESSAMENTO NO VALOR NUTRITIVO).**

## **RESUMO**

O pescado é um alimento altamente nutritivo e devido, principalmente, ao seu elevado teor protéico e alta atividade de água, torna-se suscetível à deterioração, necessitando de um controle rígido de higiene e de conservação para sua comercialização. O processamento do pescado vem atender a estas necessidades, agregando valor, estendendo a vida útil de armazenamento e garantindo a composição nutricional do produto. Este capítulo apresenta o excelente valor nutritivo do pescado tanto *in natura* como processado, as tecnologias para o seu processamento, bem como os efeitos na composição nutritiva deste alimento. São apresentados e discutidos os processamentos tradicionais como refrigeração, congelamento, salga e secagem, defumação, enlatamento, fermentação, hidrolisado protéico, concentrado protéico e farinha de peixe; assim como os processamentos emergentes, minced, surimi, processamento mínimo, irradiação e silagem.

**Palavras-chave:** pescado, valor nutritivo do pescado, processamento do pescado, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos.

## SUMMARY

The fish is a highly nutritious food and because of the high protein value, it is susceptible to deterioration, requiring a strict hygiene and conservation for marketing. The processing of fish attending this need, adding value, extending the shelf- life and ensuring the nutritional composition of the product. This review shows the technologies for processing of seafood and freshwater fish and their effects on nutritional composition. Were evaluated the traditional processes as refrigeration, freezing, salting and drying, smoking, canning, fermentation, hydrolyzed protein, protein concentrate and fish meal, and the emerging process, like minced, surimi, minimally processed, irradiated and silage.

**Key-words:** fish, seafood, freshwater fish, fish nutritive value, fish processing, amino acids, fatty acids.

---

### 1. Introdução

Pode-se considerar o pescado, como o alimento dos extremos, uma vez que está dentre os mais nutritivos e os que mais se deterioram. O desafio é, portanto, manter os nutrientes, prolongando a vida útil até a mesa do consumidor. Por lei, (BRASIL, 2001), o pescado *in natura* só pode ser comercializado sob a ação do frio, com o uso do gelo, refrigerado ou congelado. Esta é uma tarefa complexa e que dificilmente alcança sucesso, em um país tropical como o Brasil. A cadeia do frio onera a distribuição do pescado e nem sempre mantém constante a temperatura, conforme desejado. Como consequência, o consumidor não tem à disposição o pescado com qualidade e assim não é estimulado a procurá-lo mais freqüentemente, perdendo a oportunidade de consumir um excelente alimento.

A tecnologia para processamento do pescado pode dispor ao consumidor produtos com certificado de qualidade, rastreabilidade e que preenchem características de ser convenientes, de fácil preparo, higienicamente corretos e ainda, oferecendo vantagem do ponto de vista nutricional em relação aos alimentos *in natura*. As indústrias processadoras de pescado vêm agregando valor aos seus produtos, colocando no mercado, produtos inovadores, com qualidade e preço acessível. Para a industrialização, prioriza-se a matéria-prima com qualidade que, certamente, apresenta-se com melhores características que o pescado comercializado *in natura* comumente encontrado nos pontos de comercialização do varejo.

Comparar o pescado *in natura* ou fresco, com o processado, quer seja o proveniente da indústria ou mesmo da manipulação doméstica, envolve uma situação que pode, na maioria das vezes, apresentar resultados mais favoráveis aos produtos beneficiados ou industrializados, em relação ao pescado fresco, em termos de qualidade higiênica, sensorial e nutricional.

A recomendar, portanto, o consumo de pescado após o processamento ou, pelo menos, o produto congelado embalado, melhor forma de manter o pescado seguro e nutricionalmente íntegro. (OETTERER, 2009)

## **2. Valor nutritivo do pescado**

O pescado tem potencial para contribuir com o aporte protéico da população mundial. As projeções de crescimento da população mundial e do consumo de pescado, feitas pela ONU- Organização das Nações Unidas indicam que na década de 50 o consumo era de 48 milhões de t/ano para uma população mundial 2,5 bilhões; no ano de 2000 o consumo foi de 119 milhões de t/ano para uma população de 6,3 bilhões e as projeções para o ano de 2025 apresentam 165 milhões de t/ano para uma população de 8,5 bilhões. O consumo médio é, portanto, estável, variando entre 18,9 a 19,4Kg/habitante/ano, justificando assim, as iniciativas do setor para evitar problemas relacionados ao aporte de proteína mundial, estimulando o consumo de pescado em países como o Brasil, que apresenta ainda baixo consumo, apesar do alto potencial de produção. (HILSDORF, PEREIRA, RIBEIRO, 2007)

O brasileiro consome cinco vezes mais carne bovina do que a média de consumo mundial e não atinge nem 50% da média mundial do consumo de pescado. O consumo *per capita* de pescado no Brasil, é relativamente baixo quando comparado a outros tipos de carnes, ou em relação ao consumo mundial de pescado. Diversos fatores justificam esse baixo consumo, dentre estes, o pouco investimento na cadeia produtiva de pescado e em equipamentos de pesca, o manejo inadequado e a degradação das áreas de reprodução; acrescenta-se a esses fatores o preço elevado e o hábito alimentar da população (SONODA, 2006).

O baixo consumo relaciona-se também com as deficiências na comercialização, o produtor não tem incentivo para colocar no mercado um produto com melhor qualidade, que será mais oneroso e exigirá mais divulgação e, por outro lado, o consumidor não se

empenha em exigir melhores condições de comercialização, uma vez que opta por outras carnes ofertadas a preços mais baixos (OETTERER, 2002).

Os dados sobre o consumo de pescado no Brasil são bastante variados, mas há um consenso de que o consumo é bem inferior ao recomendado pela FAO, da ordem de 16 kg/habitante/ano. Em média, o brasileiro consome 7 kg/habitante/ano, entretanto, na região amazônica o consumo atinge 55 kg/habitante/ano. O baixo consumo de pescado pode ser explicado pelo hábito alimentar da população, que tradicionalmente prefere consumir carne bovina, bem como pela evolução dos preços do pescado pago pelo consumidor. Levando-se em consideração o consumo nas regiões Sudeste e Sul, verifica-se que a maior porcentagem de consumo é de pescado de origem marinha que chega à mesa do consumidor com preço superior ao da carne bovina e acima do preço do frango, que é seu potencial substituto (HILSDORF, PEREIRA, RIBEIRO, 2007)

De acordo com dados da Pesquisa de Orçamento Familiar - POF 2002-2003 a região Norte-Nordeste é a que apresenta o maior consumo *per capita* no Brasil, representando 60% do consumo total; ao Centro - Sul do país é atribuído o consumo de 40% (SONODA, 2006)

A qualidade do pescado como alimento é indiscutível. Hoje, com a busca de dietas visando evitar doenças das coronárias e o excesso de peso, motivo para desencadear outros problemas de saúde, o pescado é o alimento presente nos mais variados tipos de dietas.

O peixe na alimentação auxilia na perda de peso e controle dos níveis de colesterol no sangue. Os peixes, especialmente de água fria, são ricos em ácidos graxos que apresentam a ligação ômega-3, tipo de gordura benéfica à saúde. Estes aspectos nutricionais são importantes, principalmente quando são considerados os hábitos da população contemporânea como sedentarismo e o consumo de alimentos ricos em gorduras saturadas e açúcares. Tais hábitos estão relacionados à obesidade, hipertensão, e doenças cardiovasculares.

O pescado é um alimento de alto valor nutritivo, considerando as proteínas de elevado valor biológico, a baixa quantidade e considerável qualidade dos lipídeos e elevados teores de cálcio e fósforo, minerais particularmente presentes nas farinhas para ração animal. O pescado contém vitaminas lipossolúveis A e D, importantes coadjuvantes na calcificação óssea; vitaminas do complexo B, que atuam no metabolismo energético e de macro nutrientes. Apresenta os minerais: Sódio, Potássio, Magnésio, Fósforo, Iodo, Flúor, Selênio, Manganês e Cobalto (OETTERER, 1991; SIKORSKI; KOLAKOWSKA; BURT, 1994; ENSMINGER, 1994; VENUGOPAL; DOKE; THOMAS, 1999).

Analisando minerais em algumas espécies de pescado de água doce, criadas em cativeiro, Mantovani; Morgano (1995) obtiveram para a tilápia (*Oreochromis niloticus*) os seguintes valores, em mg/kg: Fósforo, 1.723; Potássio, 3.063; Sódio, 586; Cálcio, 300; Magnésio, 229; Ferro, 9,3; Zinco, 4,3 e Cobre, 1,8; não ocorrendo grandes variações entre as espécies pesquisadas.

O pescado marinho é fonte de Iodo, mineral cuja deficiência pode levar à alteração no desenvolvimento do cérebro e conseqüente aparecimento do cretinismo. No Brasil, nos anos 40 e 50, a falta de Iodo na dieta da população provocou o bócio endêmico e levou o governo a estabelecer a obrigatoriedade da adição de Iodo ao sal de cozinha. No entanto, se houvesse o hábito do consumo de pescado esta deficiência não teria alcançado tal dimensão. Outros minerais como o Ferro e o Zinco merecem destaque, particularmente pela falta generalizada destes na dieta brasileira, levando à fadiga e anemia ferropriva, bem como queda da resposta imune. O consumo de 100g de pescado pode prover de 30 a 80% da necessidade em Selênio, elemento traço, que exerce efeito anticâncer. (RICE, 1995; OETTERER, 2002; OETTERER, 2009).

A composição centesimal de algumas espécies de pescado está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição centesimal, em g/100g, de espécies de pescado.

		<b>Umidade</b>	<b>Proteína</b>	<b>Lipídeos</b>	<b>Minerais</b>
<b>Merluza</b>	<i>Merluccius sp</i>	79,2	17,9	1,5	1,3
<b>Bacalhau</b>	<i>Gadus Morhua</i>	80,8	17,3	0,4	1,2
<b>Truta</b>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	78,2	18,3	3,1	1,4
<b>Cavala</b>	<i>Scomberomorus cavalla</i>	67,5	18	13	1,5
<b>Atum</b>	<i>Thunnus tynnus</i>	70,4	24,7	3,9	1,3
<b>Lagostim</b>	<i>Nephrops norvegicus</i>	78	19	2	1,4
<b>Ostras</b>	<i>Ostrea edulis</i>	83	9	1,2	2
<b>Mexilhões</b>	<i>Perna perna</i>	83	10	1,3	1,7

Fonte: ÓRDÓÑEZ, 2005.

O músculo do pescado pode conter de 60 a 85% de umidade; aproximadamente 20% de proteína bruta, 1 a 2% da fração cinza e 0,6 a 36% de lipídeos; este último componente apresenta variação dependente da espécie de pescado, tipo de músculo

corporal, sexo, idade, época do ano, *habitat*, dieta, condições de desova e local de captura. (OGAWA; MAIA, 1999).

Segundo Rice, 1995, o pescado é um alimento recomendável para dietas de emagrecimento em função de possuir quantidade mínima de carboidratos, podendo ser consumido livremente. A recomendação para a ingestão de pescado é de, pelo menos, duas vezes por semana (IFT, 2006). No entanto, o consumo é fortemente dependente de fatores como os ligados ao hábito, aos aspectos econômicos que envolvem a oferta e demanda em cada região de produção e também depende das políticas internacionais.

## 2.1. Lipídeos

Os lipídeos são fonte de energia, constituintes de membranas celulares, fornecedores de nutrientes essenciais, de substâncias controladoras do metabolismo, de substâncias isolantes de temperatura e protetoras contra danos mecânicos externos. Podem estar associados a diversas propriedades do alimento, como sabor, cor e características emulsificantes. (OGAWA; MAIA, 1999).

Sob a ótica da nutrição, lipídeos são matérias graxas altamente calóricas (9 kcal/g frente a 4 kcal/g para proteínas e carboidratos). Nos Estados Unidos, o FDA - Food and Drug Administration, órgão regulamentador dos alimentos e fármacos comercializados, alterou a definição de lipídeos totais dos alimentos, baseado nos critérios de solubilidade dos métodos da AOAC - Association of Official Analytical Chemists ou similares, para “ácidos graxos lipídicos totais” expressos em triglicerídeos, com a finalidade de determinar o teor de ácidos graxos calóricos e evitar resultados conflitantes ao se analisarem alimentos adicionados de substitutos de gordura (BURTON, 1979; O´KEEFE, 1998, REGITANO D´ARCE, 2006)

Os lipídeos estão presentes em todos os tecidos, porém, concentrados principalmente, na camada subcutânea dos mamíferos marinhos e peixes gordurosos, no fígado de peixes magros e músculos e gônadas maduras de todas as espécies. A maior concentração de lipídeos, tanto para o pescado magro quanto o gorduroso, verifica-se no músculo escuro da linha lateral (faixa de carne com coloração vermelho-escura, localizada imediatamente sob a pele na região central de ambos os lados do peixe, no sentido do comprimento). Alguns peixes de água doce acumulam lipídeos na cavidade abdominal como o pacu - *Piaractus mesopotamicus*, o curimatá - *Prochilodus scrofa* e o tambaqui - *Colossoma macroporum*.

O óleo de peixe contém grande quantidade de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa com 20 a 24 átomos de carbono, com até seis duplas ligações e é rico em vitaminas A e D. Devido ao alto grau de insaturação, o óleo de peixe é menos resistente à oxidação em comparação a qualquer óleo animal ou vegetal. Peixes de clima frio e seu respectivo óleo têm merecido importância na dieta, devido à presença de ácidos graxos insaturados ômega 3. São fontes destes ácidos graxos, os óleos de atum (*Thunnus* sp), 31%, sardinha (*Sardinella* sp), 30%, anchovas (*Engraulis* sp), 29% e cavalinha (*Scomber* sp), 24% ( NAWAR, 1985; SWERN, 1964; DZIEZAK, 1989; GUNSTONE, 1996, REGITANO D´ARCE, 2006).

Segundo Rice, 1995 o óleo de peixe apresenta, em média, 22% de ácidos graxos saturados, 57% de monoinsaturados, 20% de poliinsaturados- ômega 3 e 1% de poliinsaturados- ômega 6. O azeite de oliva apresenta 15% de saturados, 72% de monoinsaturados e 13% de poliinsaturados - ômega 6.

A divulgação, pela mídia, das propriedades do óleo de peixe é secular; o óleo de fígado de bacalhau era recomendado como fonte de vitaminas A e D, com posologia de uma colher diariamente. As representações deste medicamento mostravam um pescador europeu, com roupas de inverno carregando um enorme peixe nas costas e os cartazes eram distribuídos nas farmácias, ônibus e bondes urbanos brasileiros. Este medicamento era extraído do fígado de bacalhau, cujo subproduto era o bacalhau, músculo do *cod fish* (*Gadus morhua*) submetido a salga e secagem. A importação do bacalhau europeu, da Noruega e de Portugal é também secular no Brasil.

Os lipídeos do peixe constituem a fonte alimentar mais concentrada em ácidos poliinsaturados de cadeia longa da série ômega 3, ( $\omega$ -3), derivados do ácido linolênico, especificamente os ácidos eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA). São encontrados principalmente nas espécies marinhas, porém podem ocorrer em espécies de água doce, criados em cativeiro, quando submetidos a uma dieta balanceada que contenha óleo de peixe com alto nível de ômega-3 e, assim, agregando valor de mercado ao peixe ainda *in natura*. Esse tipo de gordura tem um baixo ponto de fusão, fator principal de ser benéfico à saúde. Os ácidos graxos encontrados em peixes com *habitat* em água fria, como o salmão (*Salmo salar*), são benéficos devido à gordura ter um ponto de fusão inferior em relação aos peixes tropicais. No óleo de sardinha (*Sardinella* sp) os ácidos EPA e DHA estão presentes na ordem de 20% e 40% dos ácidos graxos totais, respectivamente, segundo Contreras (1994). Salmão, atum-*Thunnus* sp e sardinha são espécies que apresentam maiores concentrações desses

ácidos graxos poliinsaturados, contendo, em média, 2,1 mg/g de lipídeos. (PIGOTT, 1990).

A partir de estudos experimentais envolvendo populações, foi possível observar que os esquimós, habitantes de terras geladas, não apresentavam doenças das coronárias, percorriam grandes distâncias por dia e consumiam basicamente o pescado na dieta; em contraparte, populações urbanas de grandes cidades, vêm padecendo de mortes por enfarto, têm vida sedentária e não priorizam o pescado na dieta. O efeito protetor dos ácidos graxos insaturados na saúde passou a ser divulgado largamente na mídia e hoje eles são ingeridos encapsulados e como profilaxia. Há anos que se conhece a relação dos ácidos graxos poliinsaturados, do tipo  $\omega$  3, com a prevenção dos riscos de doenças coronárias.

Compilando dados da FAO e da BHF - British Heart Foundation, Rice, 1995, apresentou a relação entre baixa incidência de doenças das coronárias e alto consumo de pescado, como ocorre em países como o Japão, Portugal e Espanha. Consumir pescado, porém mantendo outros alimentos saturados na dieta, não garante o efeito de proteção, caso da Finlândia e dos Estados Unidos.

A susceptibilidade à oxidação, que leva ao ranço, impede o uso direto do óleo de peixe; este deve, portanto, ser encapsulado para que possa ser comercializado, tratamento que protege o óleo dos agentes de oxidação como a luz, oxigênio e temperatura. O peixe por possuir ácidos graxos poliinsaturados sofre a auto-oxidação liberando derivados carbonílicos podendo se tornar rapidamente rançoso. Este fato não apenas diminui a qualidade, mas também acarreta riscos, devido à presença de peróxidos resultantes da oxidação lipídica. (HEAM et al, 1987; KINSELA, 1986). É possível obter-se de 7,8 a 9,4 g de ácido graxo do tipo  $\omega$ 3/100g de produto, comercializado como óleo de merluza (*Merluccius* sp) micro encapsulado, utilizando como matriz carboidratos e proteínas, dispersos em água, adicionados dos lipídeos do peixe, homogeneizados e submetidos à secagem por spray. (HERMIDA et al, 2002).

A redução no nível de triglicerídeos no sangue é a forma de medição dos efeitos da ingestão de ácidos graxos do tipo  $\omega$ -3 na dieta, tornando este um papel terapêutico da ingestão do óleo de peixe. Da mesma forma, pesquisas revelaram que a viscosidade do sangue pode decrescer com o consumo de óleo de peixe, embora o decréscimo da viscosidade não contribua com a redução de risco de ataque cardíaco, pode contribuir para o melhor funcionamento do sistema cardiovascular como um todo. (Rice, 1995)

Um estudo realizado na Faculdade de Medicina da Universidade de Pittsburgh concluiu que a ingestão de ácidos poliinsaturados  $\omega$ -3 pode “tornar a pessoa mais feliz”,

pois reduz os sintomas de depressão, propiciando ao indivíduo uma postura mais positiva e impulsiva na vida. (IFT, 2006). Os ácidos graxos  $\omega$ -3 são capazes de prevenir e minimizar doenças cardiovasculares, inflamatórias, degenerativas de neurônios e atuam no desenvolvimento cerebral, tornando-se fundamentais na infância. Podem reduzir o risco do mal de Alzheimer, demência e cansaço mental, sendo essenciais para o idoso, podendo contribuir no tratamento da depressão, ansiedade e alterações do sono; são eficazes no tratamento da hipertensão arterial, atuam na coagulação sanguínea, aliviam dores na artrite reumatóide e protegem a pele contra raios ultravioleta (PIGOTT,1989).

Estudos recentes indicam que o  $\omega$ -3 pode ser um forte aliado no combate à epilepsia, pois este tipo de ácido graxo aumenta a produção de proteínas que “capturam” a entrada de cálcio no neurônio e, por conta disto, ajuda a diminuir a morte das células cerebrais. Os pesquisadores recomendam o uso de  $\omega$ -3 por meio da alimentação e advertem que como as cápsulas são onerosas, deve-se ingerir o pescado semanalmente. Há a preocupação de recomendação de ingestão em função de algumas espécies indicadas, como o atum (*Thunus* sp) também apresentarem contaminação pelo Mercúrio, pois todo o peixe que é predador de espécies menores acumula o metal (AGENCIA FAPESP, 2009). Pesquisas em parceria da USP com a UNIFESP pretendem avaliar 50 crianças com epilepsia resistente a medicamentos e entre as que estão recebendo  $\omega$ -3, a resposta tem mostrado redução na frequência das crises. O  $\omega$ -3 aumenta a concentração de parvalbumina, proteína que auxilia na expressão do ácido gamaaminobutírico, que é um neurotransmissor que inibe o cérebro; há também aumento da produção de novos neurônios, o que também facilita o processo inibitório.

## **2.2. Proteínas**

O pescado é um alimento de excelência nutricional, devido à qualidade de sua proteína. De maneira geral, o pescado apresenta semelhança na proporção de proteína em relação à carne bovina, suína e de aves, com uma variação de 15 a 22% de proteína bruta. Em termos qualitativos possui todos os aminoácidos essenciais, alto teor de lisina, aminoácido “starter” do processo digestivo, e útil para o complemento de dietas a base de arroz, e de aminoácidos que contêm enxofre (metionina e cisteína), aumentando significativamente o valor biológico da dieta. O teor de lisina no pescado é maior que no leite, ovos e outras carnes (HUSS; REILLY; EMBAREK, 1988; ENSMINGER, 1994; MARCHI, 1997; CHARLEY; WEAVER, 1998; OETTERER, 2002; GONÇALVES, 2003).

A tabela 2 apresenta a composição em proteína de alguns alimentos e as respectivas porcentagens das necessidades diárias que são supridas com a sua ingestão.

Tabela 2. Composição protéica de alimentos e porcentagem da necessidade diária.

<b>Alimento</b>	<b>Proteína (g/100g)</b>	<b>% de necessidade diária suprida (pessoa de 65 kg)</b>
<b>Abacate</b>	2,2	3
<b>Arroz cozido</b>	2,8	4
<b>Carne bovina assada</b>	25,2	39
<b>Feijão preto cozido</b>	6	9,
<b>Fígado</b>	20	31
<b>Leite integral</b>	3,5	5,
<b>Frutas</b>	0,4	0,6
<b>Hortaliças</b>	1,2	1,8
<b>Ovo</b>	6,2	9,5
<b>Peixes magros cozidos</b>	21	32
<b>Soja</b>	39,4	61

Fonte: CRAWFORD, 1985.

Maia (1992), estudando os componentes da fração protéica da tilápia nilótica- *Oreochromis niloticus*, encontrou seis aminoácidos majoritários, em ordem crescente; alanina, arginina, leucina, lisina, ácido aspártico e ácido glutâmico.

A tabela 3 apresenta a composição em aminoácidos de filé de pescado e respectivas porcentagens de adequação em relação à dieta.

Tabela 3. Aminoácidos em 200g de filé de pescado e porcentagem de adequação na dieta

Aminoácidos	Necessidades diárias g/pessoa	Teor em 200g de filé de pescado (g)	% de adequação
Treonina	1	1,6	160
Valina	1,6	2	125
Leucina	2,2	2,8	125
Isoleucina	1,4	2	130
Lisina	1,6	3,2	200
Metionina	2,2	1,2	55
Fenilalanina	2,2	1,4	65
Triptofano	0,5	0,4	65

Fonte: BORGSTROM, 1967.

Assim, ao consumirmos 200g de filé de pescado estaremos suprindo 100% das necessidades para cinco aminoácidos essenciais.

A digestibilidade da proteína do pescado é alta; ao ser ingerido, leva em média, menos de 2 horas para ser digerido. Se a digestibilidade é alta, conseqüentemente, o valor biológico da proteína é alto, variando de 88 a 100. Contreras-Gusman (1994) relatou que as proteínas do pescado apresentam digestibilidade de 90 a 98%, valores acima da carne bovina e suína, devido à baixa proporção de tecido conjuntivo, cerca de 2%, nos teleósteos e de 11% nos elasmobrânquios, fato que auxilia na digestibilidade.

As proteínas presentes no músculo são as sarcoplasmáticas (20-30%) que se localizam no plasma muscular e as proteínas miofibrilares (66 – 77%) presentes nas miofibrilas. O tecido conectivo é constituído principalmente de colágeno que forma parte do estroma (3-5%) e está presente em menor quantidade quando comparado aos mamíferos (SUZUKI, 1987). As proteínas sarcoplasmáticas são solúveis em água e em soluções salinas diluídas; neste grupo, estão incluídas as albuminas com atividade enzimática, as proteínas ligadas aos ácidos nucléicos, as lipoproteínas e as cromoproteínas do músculo, do sangue, como a hemoglobina, mioglobina e citocromo. O pescado habitante de águas geladas contém glicoproteínas anti congeladoras. As proteínas miofibrilares são compostas pela actina e miosina que formam a actomiosina caracterizando o rigor mortis; estas proteínas também são responsáveis pela capacidade do peixe de reter água, pelas propriedades organolépticas e pela capacidade de formação de gel (SIKORSKI et al., 1994; OETTERER, 2006)

### **3. Indicadores de qualidade do pescado**

Devido à presença de proteínas de alto valor biológico e à alta atividade de água, o músculo do pescado está propício ao desenvolvimento microbiano; a existência de substâncias nitrogenadas livres também favorece a deterioração (OETTERER, 1991). Além das características sensoriais como sabor e odor muito relevantes para os consumidores, existem outros indicadores da qualidade e frescor da carne do pescado, como: pH, Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BNVT), Nitrogênio Não Protéico (NNP), Trimetilamina (TMA), entre outros.

O pH do alimento é um fator muito importante na conservação. O pH do pescado está próximo da neutralidade, o que propicia o desenvolvimento de microrganismos deterioradores e patógenos, além de requerer cuidados especiais quanto à conservação (OGAWA; MAIA, 1999). O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 2001a) estabelece limites máximos de pH de 6,5 na parte interna do pescado a ser comercializado *in natura*.

Para Sikorski; Kolakowska; Burt, (1994), dentro da denominação genérica de BNVT estão as substâncias como amônia, trimetilamina, etilamina, monometilamina, putrescina, cadaverina e espermidina. O principal componente deste grupo é a amônia que é responsável pela maioria das alterações químicas quando se trata de peixes de água doce. O teor de NNP é utilizado para determinação do frescor, por ser a primeira fração a ser utilizada pelos microrganismos. Segundo a legislação, o valor máximo permitido para BNVT é de 30mg/100g (BRASIL, 2001b). Segundo Ogawa; Maia (1999), no pescado em excelente estado de frescor, o teor de BNVT atinge 5 a 10 mg/100g de músculo, e no pescado com frescor razoável pode atingir de 15 a 25mg/100g de músculo.

### **4. Componentes prejudiciais à saúde**

O pescado é um alimento vulnerável à contaminação por metais pesados, pesticidas e resíduos de drogas utilizadas na piscicultura, além de outros componentes orgânicos, como os microrganismos presentes nos efluentes domésticos. O mercúrio está presente nas águas em todo o mundo e é um componente cumulativo, podendo ser originário de efluentes industriais descartados nos rios. A provável presença no pescado destes contaminantes, o torna um alimento de risco à saúde, conforme a região de

captura. No caso de cultivo, pode ser evitada a contaminação, se for observado o tempo de carência das drogas utilizadas.

## **5. Processamento do pescado e valor nutritivo.**

Os segmentos de distribuição na cadeia produtiva e de transformação do pescado são compostos pelos entrepostos, intermediários, feiras livres, supermercados, peixarias, ambulantes e indústrias de pescado, que encerram no consumidor.

As características físico-químicas das espécies de pescado devem ser levadas em consideração para a escolha do tipo de processamento, principalmente quanto ao teor de lipídeos, ou seja, se o pescado é do tipo *lean fish*, ou magro ou do tipo *fat fish*, ou gorduroso, ou ainda, se de um tipo intermediário. Esta classificação se deve a fatores de conservação e sabor dos peixes depois de processados. Assim, o ranço que poderá aparecer após congelamento e armazenamento prolongado exclui os peixes mais gordos deste tipo de processamento, embora com antioxidantes e embalagens adequadas este fator seja satisfatoriamente controlável. Por outro lado, os peixes magros, se submetidos a processos como a defumação podem não apresentar suculência, ou se tornarem ressecados e não traduzirem as qualidades completas de melhoria do sabor, cor e textura que o pescado passa a ter após a defumação (OETTERER, 2002).

O processamento tem a finalidade de prolongar a vida útil do pescado, mantendo a qualidade e o sabor, oferecer formas seguras de ingestão do produto minimizando e inibindo a ação microbiana, escoar a produção e regularizar a comercialização. A aplicação da tecnologia vem agregar valor e garantir a segurança do produto para venda, além de oferecer opções e conveniência ao consumidor.

### **5.1. Refrigeração**

O pescado refrigerado é definido pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) de 1952, no artigo 438 e parágrafo 2º, como: “Entende-se por resfriado, o pescado devidamente acondicionado em gelo e mantido em temperatura entre 0,5°C e – 2,0°C”. (BRASIL, 2001a) .

O método mais importante de conservação do pescado fresco durante sua comercialização é a refrigeração. O meio mais comum de refrigeração é o emprego de

gelo. A vida útil do pescado armazenado mantido em gelo depende de grande número de fatores (ORDÓÑEZ, 2005). O gelo deve ser acompanhado de câmara fria e o sistema deve ser mantido na faixa de temperatura exigida pela legislação, quando pode ter vida útil de cerca de 7 dias. ( OETTERER, 2002).

Segundo Fennema (1985), a estocagem refrigerada de alimentos resulta na conservação do alimento por retardar o crescimento microbiano e as atividades metabólicas *post mortem* dos tecidos animais, controlar as reações químicas deteriorativas, incluindo o escurecimento enzimático oxidativo, a oxidação de lípideos e alterações químicas associadas à degradação da cor, além de controlar a autólise do pescado e de evitar perda de umidade e de nutrientes nos alimentos em geral. O resfriamento deve ser feito logo após o abate, para manter a qualidade do músculo, como maciez, capacidade de retenção de água e cor; o músculo deve estar frio quando o pH se estabilizar. Pequenas alterações na temperatura podem ser efetivas no aumento da vida útil, além de evitar ou retardar as reações químico-enzimáticas envolvidas no processo de autólise, como também, o desenvolvimento de microrganismos que contribuem para a deterioração do alimento (OGAWA; MAIA, 1999).

A refrigeração mantém o valor nutritivo do pescado, se conduzida com técnica, evitando o *drip* que certamente arrastaria nutrientes, componentes solúveis do músculo, como alguns aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, e utilizando embalagens para proteção contra a desidratação na câmara fria, que poderia provocar a oxidação dos componentes lipídicos, como os ácidos graxos e as vitaminas lipossolúveis (OETTERER, 2002).

É importante informar que o peixe vendido como fresco, ou *in natura* é o pescado refrigerado, portanto já submetido a este tipo básico de processamento.

## **5.2. Congelamento**

O pescado congelado é definido pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) de 1952, no artigo 438 e parágrafo 3º, como: “Entende-se por congelado o pescado tratado por processos adequados de congelação, em temperatura não superior a -25°C (menos vinte e cinco graus centígrados)”. (BRASIL, 2001a).

O congelamento é o método mais satisfatório disponível para conservação por longo período; se conduzido adequadamente retém o *flavour*, a cor e o valor nutritivo do

alimento. No caso do pescado, o problema está na deterioração oxidativa, desidratação, enrijecimento e *drip* ou perda de água excessiva no descongelamento, se este for mal conduzido (OETTERER, 2002).

A estocagem congelada por um tempo muito longo pode prejudicar, em parte, a qualidade nutricional do pescado, se houver oxidação dos ácidos graxos, pois um dos pontos relevantes do valor nutricional do pescado está na presença dos ácidos graxos  $\omega$ 3.

O valor nutritivo dos alimentos congelados fica integralmente conservado, inclusive, em termos comparativos com os outros métodos de conservação, uma vez que o congelamento mantém a integridade dos nutrientes. Os nutrientes com certa sensibilidade ao armazenamento congelado, presentes no pescado, são a tiamina e o ácido fólico (INSTITUTO, 1990).

Geralmente os problemas que podem aparecer com relação à manutenção da qualidade nutricional do pescado submetido ao congelamento, estão na estocagem e no descongelamento; é possível ocorrer perdas de piridoxina, niacina e ácido pantotênico em estocagem a  $-18^{\circ}\text{C}$  (PIGOTT; TUCKER, 1990).

Atualmente, o descongelamento realizado por meio do forno microondas permite melhor retenção de nutrientes, pois o descongelamento tradicional, lento, levava a perdas de vitaminas hidrossolúveis presentes no exsudado. O *drip* durante o descongelamento, por sua vez, será maior se houver oscilações na temperatura de estocagem, as enzimas agem na fração protéica e as proteínas solúveis são arrastadas. Outro aspecto ligado aos nutrientes é a provável oxidação dos lipídeos que, no entanto, pode ser controlada com o glazeamento e a embalagem (OETTERER, 2002).

Ocorrem interações bioquímicas na estocagem congelada prolongada entre as proteínas e os ácidos graxos do músculo do pescado. O congelamento resulta em lise das enzimas da mitocôndria e dos lisossomas, com conseqüente alteração na distribuição das enzimas, e gradual declínio das atividades destas; há perda das propriedades funcionais das proteínas. As proteínas reagem com produtos da oxidação dos lipídeos; os aminoácidos com formaldeídos. As alterações nas proteínas podem ocorrer no caso de *minced* ou carne cominuída e isolados protéicos. O glazeamento e a embalagem a vácuo amenizam ou mesmo controlam o problema (SIKORSKI ; KOTAKOWSKA, 1994).

Reações de escurecimento não enzimático podem ocorrer como resultado da interação entre aminoácidos e grupamento carbonila. Mais importantes são os produtos da oxidação lipídica que podem reagir com as proteínas causando alterações de textura, escurecimento e diminuição da digestibilidade protéica. A interação lipídeo-proteína pode

ocorrer através de radicais livres que se formam na oxidação de lipídeos. Hidroperóxidos formados durante a oxidação lipídica são particularmente ativos na oxidação de aminoácidos sulfurados produzindo sulfóxido de metionina. As alterações oxidativas envolvendo proteína e lipídios afetam tanto o valor nutritivo das proteínas como a digestibilidade dos lipídeos. A determinação de lisina disponível é o teste usado para avaliação das alterações da proteína, podendo-se também usar o teste de digestibilidade *in vitro* pela pepsina (SGARBIERI, 1996).

Cordeiro (2001) submeteu os mexilhões da espécie *Perna perna* à cocção, congelamento e armazenamento, sendo então determinados o ponto de congelamento, a velocidade de congelamento e as curvas de congelamento para o mexilhão semi desconchado. A qualidade microbiológica e físico-química do produto foi avaliada. O beneficiamento do mexilhão iniciou-se com a cocção por imersão em água à ebulição por 10 minutos. Após a retirada das conchas, os mexilhões foram congelados individualmente IQF (*Individually Quick Frozen*) a  $-20^{\circ}\text{C}$  e armazenados a  $-18^{\circ}\text{C}$  durante 90 dias. Os resultados físico-químicos mostraram que não houve diferença significativa no valor nutricional dos mexilhões *in natura*, processados e armazenados, apresentando os teores médios de 7,4 g/100g de proteínas; 5,8 g/100g de carboidratos e 1,4 g/100g de lipídeos (tabela 4). Os valores encontrados para BNVT, TMA e pH no mexilhão *in natura* foram, 4,3 mg/100g; 2 mg/100g e 6,2 mg/100g, respectivamente, estando dentro dos limites estipulados pela legislação de 30mg/100g para BNVT e 4 mg/100g de TMA. Após o processo de cocção e congelamento houve um aumento no valor do pH para 6,9, enquanto o BNVT manteve-se na média. Concluiu-se que o beneficiamento do mexilhão pelo processo combinado de cocção, congelamento e armazenamento assegura a qualidade físico-química, podendo ser adotado como padrão para industrialização.

Tabela 4. Composição centesimal de mexilhões (*Perna perna*) em g/100g

Tratamento	Umidade	Proteína	Lipídeos	Cinza	Carboidratos
<i>In natura</i>	85,8	7,2	1,2	1,9	3,8
<b>Cocção</b>	81	7,5	1,5	1,9	8,1
<b>Congelamento</b>	84,2	7,3	1,5	1,8	5,1

Fonte: Cordeiro, 2001.

### 5.3. Salga e secagem

A salga é um dos métodos mais antigos para conservar alimentos. Os peixes pequenos e planos podem ser salgados inteiros, mas os de tamanho médio ou grande precisam ser eviscerados, abertos ou cortados em filés antes da salga, pois, caso contrário, o sal não penetrará suficientemente para evitar a deterioração, a partir do centro da peça. No caso de peixes gordurosos, deve-se evitar o contato com o ar para prevenir a rancificação durante e após a salga. O processo compreende 3 etapas: aplicação do sal no pescado, formação do sistema salmoura-pescado e maturação do pescado salgado com alterações do sabor e aroma. Essas etapas não são consecutivas, visto que a maturação inicia-se no momento em que o pescado entra em contato com o sal. A salga pode ser conduzida na forma de salga seca, salmoura, salga úmida e salga e fermentação concomitantes (ORDÓÑEZ, 2005).

No início do processo ocorre redução da umidade da carne e aumento no teor da fração cinza, devido à penetração do sal. O sal acelera a desnaturação de proteínas e a oxidação de lipídeos. Por outro lado, enzimas autolíticas podem ser desativadas, assim como as reações desencadeadas por microorganismos contaminantes. Todavia, quando se utiliza baixas concentrações de sal e elevadas temperaturas de conservação, tais reações não são completamente inibidas. Durante a armazenagem do produto salgado, a decomposição de proteínas é lenta, mas contínua. Para evitar a oxidação e rancificação de lipídeos pode-se fazer uso de alguns antioxidantes como o BHT (butilato hidroxitolueno) e o d1- $\alpha$ -tocoferol. (OGAWA ; MAIA, 1999).

Oliveira et al (2008), avaliaram o efeito do beneficiamento sobre o valor nutricional da espécie mandim (*Arius spixii*) comercializado na forma de salgado seco. Foram determinadas, nas formas *in natura* e industrializada, respectivamente, além da composição centesimal ( tabela 5), os ácidos graxos poliinsaturados 14,54% e 15,49%, ômega-3 8,51% e 6,51%, colesterol 82,66 mg/100g e 61,30 mg/100g e óxidos 7-cetocolesterol 8,31  $\mu$ g/g e 17,90  $\mu$ g/g. O beneficiamento favoreceu alterações significativas no valor nutricional do mandim.

Tabela 5. Composição centesimal (g/100g), valor calórico e teor de cloretos do mandim (*Arius spixii*) *in natura* e beneficiado como salgado-seco.

Pescado	Umidade	Proteínas	Lípídeos	Carboidratos	Cinzas	Calorias	Cloretos
						(Kcal/100g)	(g/100g)
<i>In natura</i> base úmida	70,13	4,84	15,30	8,67	1,39	145,00	0,85
<i>In natura</i> base seca	—	16,42	51,73	28,89	4,67	486,00	2,92
Beneficiado base úmida	40,31	23,18	22,63	13,58	1,40	218,00	17,02
Beneficiado base seca	—	38,84	38,07	22,85	2,24	367,00	57,65

Fonte: Oliveira et al, 2008.

#### 5.4. Anchovagem - pescado fermentado

A fermentação do pescado consiste fundamentalmente em um processo misto. Ao se utilizar o sal e ao se manter o sistema em anaerobiose está se aumentando a pressão osmótica e, diminuindo a atividade de água, o que controla o crescimento microbiano. O alto teor de sal e a falta de O<sub>2</sub> selecionam o tipo de microrganismo que exercerá o controle da fermentação. A anaerobiose freia os processos bioquímicos oxidativos que deteriorariam o pescado. As enzimas tissulares e microbianas compartilham suas ações sobre os diversos componentes do substrato pescado. A fermentação leva a um aumento da acidez, pela produção de ácidos, via microbiana, o que conservará o produto final. A cura ocorre pelo efeito das enzimas no substrato alterando a cor, o aroma, a textura e o sabor. Baixa atividade de água e alta acidez permitem uma vida útil prolongada do produto. Os peixes inteiros fermentados têm de 44% a 47% de umidade, de 21% a 22% de proteína, de 7% a 15% de lípídeos e de 15% a 17% de NaCl. (OETTERER, 2001, OETTERER; PERUJO, 2003).

Nutricionalmente, as pastas fermentadas são mais importantes que os molhos devido à maior quantidade de pastas ingeridas, em regiões de alta densidade demográfica. Porém pelo fato dos molhos serem utilizados em regiões carentes em proteínas, ambos representam fontes protéicas consideráveis. No sudeste asiático, contribuem com 8% do nitrogênio total ingerido; o *bagoong* constitui alimento básico nas Filipinas; e os molhos fermentados são consumidos como condimentos misturados ao

arroz, a sopas ou pratos tradicionais. O alto teor de sal impede um maior consumo (ADAMS; COOKE; RATTAGOOOL, 1985; ESSUMAN, 1992).

Durante o processo fermentativo para obtenção das pastas, o teor de umidade cai de 80% para 50%, o teor final de sal é da ordem de 15% a 20% e há de 27% a 30% de sólidos. A composição centesimal média das pastas vietnamitas em g/100 g acusa: 51,59 de umidade; 22,53 de proteína; 1,74 de lípidos; 11,84 de carboidratos; 12,37 de cinza; 6,11 de cloretos; 3,72 de sódio e 0,20 de potássio. Os aminoácidos presentes em maior quantidade no *nuoc-mam* são, em ordem decrescente: alanina, ácido glutâmico, leucina, isoleucina, lisina e valina (AMANO, 1962; OETTERER, 2001).

Durante o processo fermentativo, há uma perda física de proteínas e de componentes solúveis em água por dissolução na salmoura. Pode ocorrer a transformação de proteínas e aminoácidos em aminas, se o processo se estender por um longo tempo. Normalmente, há o consumo de aminoácidos nas reações de escurecimento ao final da fermentação, o que organolépticamente é desejável (OETTERER, 1999; OETTERER, 2001).

Nos molhos, normalmente, há teores expressivos de vitamina B<sub>12</sub> por litro de *nuoc-mam*, porém, em produtos expostos ao sol durante o processamento, as perdas são significativas. Esses produtos são pobres em vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e B<sub>6</sub>. Em produtos ensilados preparados com peixes fluviais, adicionados de lactose e inoculados com *Streptococcus lactis*, há 72% de proteína, cujo PER, coeficiente de utilização protéica, é de 3,3% e cujo NPU, coeficiente de utilização líquida de proteína, é de 82,3%, valores comparáveis aos existentes no leite desnatado (AMANO, 1962; OETTERER, 1999; OETTERER, 2001)

Como os processos são normalmente tradicionais e têm pouco controle de qualidade nem sempre se encontra uma padronização em nitrogênio total e aminoácidos no produto final. No entanto, se forem instaladas as tentadas técnicas higiênicas, pode-se obter um produto com *flavour* diverso do obtido no processo tradicional e a aceitação poderá diminuir nas regiões onde o produto já constitui um hábito da forma como é oferecido para venda. Tentativas de diminuição do teor de sal foram sugeridas por alguns autores. ( GILDBERG, 1992; OETTERER, 2001).

É importante verificar se o processo fermentativo prolongado não permitiu, eventualmente, o aparecimento de toxinas bacterianas ou micotoxinas. Pouco se estudou em todos os processos fermentativos de alimentos se, por exemplo, os microrganismos presentes associadamente aos demais, os responsáveis pela fermentação, estariam influenciando negativamente no processo, ou como inibidores, ou como produtores de toxinas.

No Brasil, as sardinhas (*Sardinella* sp) são tradicionalmente “anchovadas” e o produto é apreciado na culinária para o preparo de *pizzas de aliche*. Este processo fermentativo foi estudado por Oetterer et al, 2003, visando caracterizar os produtos comerciais sob os aspectos sensoriais, higiênicos e nutricionais, além de aferir a segurança do alimento submetido inteiro à fermentação, uma vez que a presença das vísceras acelera o processo.

### 5.5. Defumação

A defumação do pescado como método de conservação data, provavelmente, da pré-história. Atualmente, existem muitos métodos alternativos de conservação, mas a defumação do pescado continua desfrutando de grande popularidade, visto que confere ao produto características sensoriais muito apreciadas pelos consumidores. A defumação pode ser feita “a quente” ou “a frio”, conforme a temperatura da câmara de defumação. Nos dois casos, realiza-se a salga e a secagem pré-defumação. A diferença reside em que, na defumação a frio, a temperatura do ar não ultrapassa 45<sup>0</sup>C, enquanto, na defumação a quente, pretende-se um cozimento do pescado ao mesmo tempo em que se defuma. A temperatura da fumaça pode alcançar temperatura próxima de 100<sup>0</sup>C, e no centro do pescado, 60<sup>0</sup>C. Os produtos defumados a frio sofrem perdas de 5 a 15% de peso, enquanto que, na defumação a quente, essas ainda são maiores, pois juntamente a perda de água há também, perda de gordura por fusão. (OETTERER, 2002; ORDÓÑEZ, 2005).

A salga pré-defumação pode ser seca (sal seco) ou por imersão em salmoura. A salga seca permite o uso de outros ingredientes, proporcionando sabores diferenciados. Também, promove alguma perda na umidade do produto. A salga úmida utiliza salmouras mais ou menos concentradas (geralmente utilizam-se salmouras a 70<sup>0</sup> - 80<sup>0</sup> graus Baumé). As mais concentradas podem provocar a formação de cristais de sal na superfície do pescado, e as menos concentradas podem fazer com que o pescado absorva excesso de água que depois terá que ser eliminada durante a defumação. O tempo da salga depende de vários fatores, como espessura do pescado, conteúdo de gordura, concentração e temperatura da salmoura (ORDÓÑEZ, 2005).

Os produtos defumados atuais são menos salgados, defumados e secos, obrigando o acondicionamento a vácuo e sob refrigeração para prolongar a vida útil, uma vez que a defumação é um método de alteração do *flavour*, mais do que de conservação.

A defumação pode ser conduzida em defumadores tradicionais de alvenaria ou mecânicos. Gera-se fumaça queimando madeira ou outros materiais. O tipo de combustão que a madeira sofre no forno do defumador pode produzir mais de 400 componentes voláteis que participam do sabor, aroma e da conservação do pescado.

Para a produção de fumaça, costuma-se dar preferência às aparas ou serragem de misturas a base de 50% de madeiras duras (faia, carvalho, azinheiro, noqueira) que proporcionam a cor desejada; deve-se evitar madeiras moles (tília, choupo, álamo) que são resinosas.

A composição da fumaça é complexa, encerra inúmeros compostos, tais como: fenóis (catecol, guaiacol, orto, meta e paracresol), ácidos orgânicos e seus derivados (fórmico, acético, propiônico, caproico, butírico, valérico, e seus ésteres metílicos), alcoóis (etílico, metílico propriólico, isoamílico e isobutílico), aldeídos (formaldeído, acetaldeído, 3-metil-acetaldeído, furfural e metil-furfural), cetonas (acetona, metilpropilcetona, metiletilcetona, ciclopentanona), compostos básicos (amônia e piridina) e hidrocarbonetos (tolueno e xileno). Parte desses compostos de fumaça são prejudiciais à saúde, como o álcool metílico, formaldeído, acetaldeído, cresol e guaiacol. Entretanto, estudos têm demonstrado que a quantidade ingerida de produtos pesqueiros defumados é escassa e por isso esses produtos não chegam a ser nocivos à saúde do consumidor.(ORDÓÑEZ, 2005; OGAWA; MAIA, 1999).

De acordo com Ogawa & Maia (1999), o processo de defumação afeta de maneira parcial o valor nutritivo dos alimentos, reduzindo em pequena escala, os teores de riboflavina e niacina, porém a tiamina tem redução de 2 a 25% do seu teor original. Quanto aos aminoácidos, há evidências de redução da lisina e de aminoácidos sulfurados, uma vez que, os grupos carbonilas na fumaça tendem a reagir com os aminogrupos, enquanto os fenóis e polifenóis reagem com os grupos sulfidrilas das proteínas.

Segundo Oetterer (2002), Sikorski & Ruitter (1994) no pescado defumado a alteração sofrida em relação ao peixe *in natura*, se refere ao teor protéico, Ferro, vitamina A e ácidos graxos. Os componentes lipídicos podem sofrer oxidação devido à passagem da fumaça, dependendo da intensidade da defumação, tempo e concentração da fumaça. Os efeitos da defumação nas proteínas do pescado ocorrem de forma semelhante aos peixes salgados secos, com a adicional influencia das reações entre os componentes presentes na fumaça, inclusive havendo alguns com atividade antioxidante, que reagem com grupos funcionais das proteínas e aminoácidos, ocorrendo substancial redução de aminoácidos e de lisina disponível.( SIKORSKI; RUITER, 1994).

Enquanto ocorre a reação de Maillard, dando a cor desejada ao produto, a lisina está sendo destruída na proporção direta do logaritmo da concentração de formaldeído; a disponibilidade de lisina é afetada pela presença do coniferaldeído e sinaldeído provenientes da fumaça produzida da madeira, porém estas reações ocorrem quanto mais desidratada estiver a carne devido a intensidade da salmouragem e da defumação; defumação mais leve não deverá trazer estes problemas ( PIGOTT; TUCKER, 1990).

A deposição dos agentes fenólicos na superfície da carne de peixe, exerce efeito antioxidante, mantendo os nutrientes lipídicos, além do efeito antimicrobiano, e a pré-secagem concentra os nutrientes, principalmente os minerais. As perdas de ácidos graxos e vitaminas lipossolúveis por oxidação nas etapas de salga e pré-secagem, bem como de proteínas devidas ao calor da defumação a quente, podem ser consideradas similares às ocorridas em qualquer outro dos processamentos normalmente utilizados para pescado, exceto o uso do frio (PIGOTT; TUCKER, 1990).

Segundo Biato (2004), o processo de defumação é uma forma de mascarar a presença do *off flavor*; é um processo simples, pouco oneroso e que pode ser adotado prontamente pelos produtores como forma de agregar valor ao pescado. Objetivando detectar e controlar o *off flavor* em tilápias cultivadas foi realizada a defumação como meio de mascarar este problema. A tilápias do Nilo, *Oreochromis niloticus*, foram evisceradas, filetadas, tratados com salmouragem a 25% (peso/volume) por 10 minutos e lavados em água corrente. A seguir, foram colocados em secador de armário a 55 °C por 30 minutos e conduzidas aos defumadores de alvenaria por 5 horas à 75 °C. Os filés de peixe *in natura* e os defumados foram comparados entre si, quanto à composição centesimal e verificou-se que estes foram afetados significativamente. ( tabela 6) Para o nitrogênio não protéico - NNP, as bases nitrogenadas voláteis totais - BNVT e o pH não houve alteração significativa quanto aos tratamentos.

Tabela 6. Umidade, proteína, lipídeos e cinza (g/100g) de filés de tilápia ( *Oreochromis niloticus*) *in natura* e defumados

<b>Componentes</b>	<b><i>in natura</i></b>	<b>Defumado</b>
<b>Umidade</b>	80,43	64,04
<b>Proteína</b>	16,87	31,03
<b>Lipídeos</b>	1,53	3,18
<b>Cinza</b>	0,93	3,73

Fonte: Biato, 2004

Gonçalves; Prentice-Hernández (1998) avaliaram os efeitos do processamento na qualidade do produto defumado. Foi realizada a defumação líquida de filés de anchova (*Pomatomus saltatrix*) sem pele, utilizando aroma natural de fumaça. A aplicação por aspersão da fumaça líquida na concentração de 20% sobre os filés de anchova apresentou grande aceitação sensorial. A utilização de salmoura a 20% por 15 minutos assegurou a estabilidade microbiológica necessária ao processo. Uma pré-secagem de 45 minutos a 49,5°C antes da aplicação da fumaça líquida favoreceu uma maior penetração da mesma no músculo do pescado. O tratamento térmico utilizado posteriormente (52,8°C por 45 minutos; 67°C por 45 minutos e 80,8°C por 2 horas e 30 minutos) foi suficiente para obter um produto com boa preservação. A composição centesimal da matéria-prima e do produto final se encontram na tabela 7.

Tabela 7. Composição centesimal da matéria-prima ( anchova) e do produto defumado (média ± desvio padrão) em g/100g.

<b>Componentes</b>	<b><i>in natura</i></b>	<b>Defumado</b>
<b>Umidade</b>	69,38 ± 1,03	59,79 ± 0,28
<b>Proteína(Nx6,25)</b>	16,80 ± 0,11	22,30 ± 0,15
<b>Lipídeos</b>	12,43 ± 1,06	15,21 ± 0,25
<b>Cinza</b>	1,09 ± 0,02	2,45 ± 0,02

Fonte: Gonçalves; Prentice-Hernández, 1998.

## **5.6. Produtos derivados do pescado**

### **5.6.1. Minced**

O *minced fish* é definido pelo Codex Alimentarius como produto obtido a partir de uma única espécie ou mistura de espécies de peixes com características sensoriais similares, submetido a processo de separação mecânica, resultando em partículas de músculo esquelético isentas de ossos, vísceras e pele (FAO/WHO, 1994).

A composição em nutrientes do *minced* é similar à do músculo *in natura*, se este for preparado com o peixe integral; o PER- Protein Efficiency Ratio pode ser maior do que o da caseína, porém o *minced* de resíduos da filetagem pode ter as frações cinza e lipídica aumentadas e a protéica diminuída. O *minced* lavado para a produção do *surimi* retém até

77% das proteínas e perde alguns minerais e vitaminas hidrossolúveis. Estas alterações não diminuem a qualidade do *minced* como alimento, pois este ainda é mais nutritivo quando comparado a vários outros alimentos de origem animal e vegetal (OETTERER, 2002; OETTERER, 2006; PIGOTT; TUCKER, 1990).

Gryschek, 2001, ao avaliar a qualidade do *minced*, obtido da carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) (TN) e tilápia vermelha (*Oreochromis* sp) (TV), obteve os seguintes resultados: o teor de lipídeos (base úmida) no *minced* não-lavado variou entre 4,2% (TN) e 5.5% (TV), sendo menor após a lavagem do *minced*. Não houve diferença significativa entre as espécies nilótica e vermelha quanto aos teores médios de proteína no *minced* não lavado (15,5%) sendo menores após a lavagem do *minced*. A estabilidade físico-química e microbiológica do *minced* congelado em sistema de placas a -40°C e armazenados a -16 °C foi avaliada por um período de 180 dias, mantendo-se estáveis e em condições de consumo. ( tabela 8)

Tabela 8. Composição centesimal (g/100g) de filés e *minced* de tilápia nilótica (TN) e tilápia vermelha (TV).

Produto	Umidade		Proteína		lipídeos		Cinza	
	TV	TN	TV	TN	TV	TN	TV	TN
filé (músculo)	79,2	78,43	16,62	17,08	1,68	1,99	1,07	1,09
<i>Minced</i> -não lavado	76,83	78,5	16,03	14,93	5,46	4,23	1,07	1,05
<i>Minced</i> lavado I	84,2	85,9	11,98	11,09	2,53	1,7	0,54	0,47
<i>Minced</i> lavado II	85,43	86,7	11,79	10,98	1,97	1,27	0,34	0,34

Fonte: Gryschek, 2001

### 5.6.2. Surimi

*Surimi* congelado é proveniente do *minced* e utilizado para processamento posterior, que pode ser preparado por remoção da cabeça, evisceração, lavagem do peixe fresco e separação mecânica do músculo comestível da pele e da espinha. O músculo de peixe (polpa) é então lavado, refinado, livre do excesso de água misturado aos ingredientes alimentares crioprotetores e congelado (FAO/WHO, 2003).

De acordo com Ordóñez (2005), *surimi* é um termo que na língua japonesa significa músculo de pescado picado, cujo processo de elaboração implica em eliminar espinhas, tecido conjuntivo e o material que pode ser considerado não funcional, para obter uma massa de actomiosina com conteúdo aquoso similar ao original do músculo de pescado. Trata-se, portanto, de um concentrado de proteínas miofibrilares de

pescado com elevada capacidade de geleificação e emulsificação. O *surimi* não é um produto final, mas sim uma matéria-prima que, por suas propriedades funcionais, será utilizada para criar e imitar texturas, e que pode servir de base para a elaboração de ampla variedade de produtos. O *surimi* é classificado em graus de qualidade, conforme o frescor da matéria-prima, a manutenção em gelo antes do processamento e as propriedades físicas de viscosidade sinéresis e dobra (OETTERER, 2006).

Durante as etapas de lavagem e retirada do excesso de água, o produto perde uma quantidade significativa de proteínas, lipídeos e minerais quando comparado ao *minced-fish*. Spencer; Tung (1994) citado por Mira e Lanfer-Marquez (2005) observaram um decréscimo de 12 a 17% no conteúdo protéico do *surimi* quando comparado ao *minced fish*.

Os teores de minerais do *surimi* oscilaram entre 0,28 e 0,57g/100g, com um valor médio de 0,37%. A solubilização de minerais durante as etapas de lavagem foi responsável pelos baixos teores verificados (MIRA; LANFER-MARQUEZ,2005). Gryscek (2001),obteve resultados semelhantes aos citados por estes autores e concluiu que o *surimi* tem menor quantidade de lipídeos e minerais que o *minced* (não lavado), além de valores menores de P,K e Na.

Mira; Lanfer-Marquez (2005) relatam que o *surimi* é fonte protéica de elevado valor biológico e pode ser comparado com outras fontes protéicas de origem animal e vegetal. Além disso, é capaz de atender às recomendações nutricionais para adultos e para crianças na faixa etária de 3-8 anos e crianças com idade entre 2 a 5 anos que apresentam uma maior necessidade de aminoácidos essenciais. O *surimi* também constitui um produto de baixo valor calórico, da ordem de 58 kcal/100g.

O *surimi* de pescado magro deve ser branco, inodoro e sem resíduos, com conteúdo de umidade entre 75 e 84%, dependendo das condições do processo de obtenção e da espécie de pescado utilizada. A presença de gordura é praticamente nula, enquanto o conteúdo protéico oscila entre 12 e 17% e a quase totalidade dessa proteína deve ser miofibrilar. Por isso, é considerado um produto rico em proteínas, que pode ser utilizado para suplementar o aporte protéico da dieta. A tabela 9 mostra a composição química do *surimi*, segundo o USDA-United States Department of Agriculture, 2006 , citado por Mira; Lanfer-Marquez (2005).

Tabela 9 - Composição química do *surimi*.

<b>Nutrientes</b>	<b>Em 100 g</b>
Umidade	76,34 g
Energia	99 kcal
Energia	414 kj
Proteína	15,18 g
Gorduras Totais	0,90 g
Cinzas	0,72 g
Carboidratos	6,,85 g
Cálcio, Ca	9 mg
Ferro, Fe	0,26 mg
Ácido graxos saturados	0,191 g
Ácidos graxos monoinsaturados	0,149 g
Ácidos graxos poliinsaturados	0,443 g
Colesterol	30 mg
Vitamina C	0,0 mg
Tiamina	0,020 mg
Riboflavina	0,021 mg
Niacina	0,220 mg
Ácido Pantotênico	0,070 mg
Vitamina B-6	0,030 mg
Folato, DFE	2 mcg DFE
Vitamina B-12	1,60 mcg

Fonte: USDA (2006), citado por Mira; Lanfer-Marquez (2005)

### **5.7. Pescado minimamente processado**

Entende-se por pescado minimamente processado aquele submetido a tecnologias que minimizam os efeitos indesejáveis das alterações físico-químicas e que garantem a segurança. Consta da adoção de processos nos quais se expõe de forma mínima o produto a condições adversas. Normalmente, envolve acidificação, irradiação e uso de embalagens em atmosfera modificada. Nestes processos, o pescado se mantém o mais próximo do seu estado “natural”, ocorrendo inibição do desenvolvimento de microrganismos e aumento da vida útil do produto, o qual pode ser comercializado até 30 dias em condições de refrigeração (NUNES, 2009; SAVAY DA SILVA, 2009).

Soccol (2001) elaborou um novo produto, tipo alimento de conveniência – tilápia minimamente processada, estabelecendo a vida útil deste, por monitoramento dos

componentes físico-químicos e avaliação sensorial e microbiológica. Utilizou-se tilápias do Nilo, *Oreochromis niloticus*, as quais foram submetidas à depuração, evisceradas, filetadas, acondicionadas em bandejas de poliestireno e recobertas com filme plástico de etileno-álcool-vinílico. Também foi feito o embalagem sob Atmosfera Modificada (EAM)- (60%CO<sub>2</sub>+40%O<sub>2</sub>) e a vácuo. Parte dos peixes foi submetida ao tratamento químico, por imersão em ácido acético a 1%. As amostras embaladas foram mantidas sob refrigeração ( 1 ± 1<sup>o</sup> C) e submetidas às análises nos 1<sup>o</sup>, 7<sup>o</sup>, 13<sup>o</sup> e 20<sup>o</sup> dias de armazenamento refrigerado. Os tratamentos aplicados não apresentaram diferenças significativas para composição centesimal (tabela 10), nitrogênio não protéico - NNP, bases nitrogenadas voláteis totais - BNVT e pH. O tratamento em EAM associada ou não ao ácido acético apresentou valores mais elevados de TBA (ácido tiobarbitúrico), sendo detectada a presença de ranço. Os filés tratados com ácido acético apresentaram-se parcialmente descoloridos e com textura menos firme, em relação aos demais tratamentos. O embalagem a vácuo associado ao ácido acético foi o tratamento que manteve as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais mais estáveis até o término do experimento.

Tabela 10 . Composição centesimal de tilápia minimamente processada (g/100g)

Tratamento	Umidade	Proteína	Lipídeos	Carboidratos
<i>In natura</i>	78,63	16,73	3,05	0,91
<b>Ácido Acético</b>	78,84	16,01	3,04	0,89
<b>Vácuo</b>	79,02	15,60	2,9	0,86
<b>Vácuo+Ácido Acético</b>	77,13	17,03	3,62	0,91
<b>EAM</b>	78,44	16,47	2,95	0,98
<b>EAM+Ác. Acético</b>	77,79	17,23	3,34	0,92

EAM-Embalado em atmosfera modificada. Fonte: Soccol,2001.

Saway da Silva, 2009, elaborou produto de conveniência a partir de tilápias (*Oreochromis niloticus*) minimamente processadas e teve como objetivo oferecer subsídios para tornar viável o desenvolvimento de um sistema informatizado de rastreabilidade aplicado à cadeia de produção de tilápia. Sendo assim, padronizou-se o produto e o processo de obtenção de filés de tilápia minimamente processada refrigerada e embalada a vácuo. No aspecto nutricional, este produto apresentou composição similar à matéria- prima de origem.

## 5.8. Pescado enlatado

De acordo com Prado Filho (1989), o enlatamento é o processo por aplicação de calor que pode ser utilizado para alimentos tanto de origem animal como vegetal. Sua finalidade é preparar um produto capaz de ser armazenado por grandes períodos de tempo, conservando-se sem emprego de qualquer outro método auxiliar. É fundamental o frescor da matéria-prima utilizada no enlatamento. A perda do frescor geralmente é acompanhada de alterações na cor, sabor, odor e outras características da matéria-prima, o que interfere na elaboração de produtos de boa qualidade (OGAWA;MAIA,1999).

O pescado é eviscerado, descabeçado e então, sofre tratamento com salmoura, pré-cozimento e enlatamento. Neste, ocorrem as seguintes etapas: acondicionamento do pescado em latas; adição do líquido de cobertura; recravação das latas; esterilização; resfriamento das latas processadas, rotulagem e embalagem das latas em caixas de papelão (OGAWA & MAIA,1999).

A esterilização visa a destruição de todas as células de microrganismos, inclusive de esporos dos microrganismos anaeróbicos. É, em geral, empregada para alimentos não ácidos; esses alimentos devem ser acondicionados em latas ou vidros em condições herméticas e anaeróbicas. Da mesma forma que esse processo pode destruir células microbianas e enzimas, pode também, ocorrer destruição de nutrientes, dependendo do tempo e temperatura utilizados no tratamento e da taxa de transferência de calor para o produto. Ao ser empregado o processo HTST, que emprega altas temperaturas em menores tempos, há maior retenção de nutrientes, principalmente para a tiamina e vitamina B<sub>12</sub> e também, não há perdas protéicas significativas (OETTERER, 2009).

Durante a estocagem, pode haver lixiviação de nutrientes para o líquido de enchimento. As alterações organolépticas e nos nutrientes podem ocorrer durante estocagem; a extensão das alterações depende do tempo e da temperatura de estocagem, a embalagem e as características do produto. A temperatura de estocagem deverá ser inferior à do ambiente, pois o produto requer temperaturas refrigeradas, aumentando sua vida útil e diminuindo as perdas de nutrientes ao longo do armazenamento (CAMARGO, 1989).

Batista (2005) desenvolveu conserva mediante o enlatamento de tilápia (*Oreochromis niloticus*, denominadas de “charuto” (tronco sem cabeça, sem nadadeiras, evisceradas e escamadas). Os “charutos” foram colocados em salmoura, na lata, pré-cozidos e em seguida adicionados de molho de cobertura. As latas foram fechadas em recravadeira semi-automática e autoclavadas em três tratamentos térmicos de 15, 20 e 30

minutos, utilizando temperatura constante de 121° C . A composição físico-química da conserva de tilápia em 100 g de amostra do “charuto”, está apresentada na Tabela 11. A tilápia em conserva apresenta bons indicadores nutricionais, como baixo valor calórico e de lipídeos e elevados teores de proteína e de cálcio.

Tabela 11 - Composição físico-química da conserva de tilápia.

Componentes	Quantidade
Umidade e substâncias voláteis (g/100g)	74,72
Proteína (g/100g)	18,31
Cinzas (g/100g)	4,78
Lipídeos (g/100g)	2,31
Carboidratos (g/100g)	0,00
*VCT (Kcal/100g)	94,03
Cálcio (mg/100g)	726,32
Ferro (mg/100g)	0,90
Sódio (mg/100g)	333,75

Fonte: Batista, 2005.

SZENTTAMÁSY et al (1990), estudaram a viabilidade do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) para processamento tecnológico, utilizando os processos de defumação, salga e secagem e enlatamento. Também analisaram a farinha dos resíduos. O pacu *in natura* e processado apresentou os seguintes resultados (tabela 12):

Tabela 12- Composição centesimal do pacu *in natura* e processado (g/100g).

Componentes	<i>in natura</i>	Defumado	Salgado-seco	Enlatado	Farinha (resíduos)
Umidade	75,54	70,25	11,36	62,19	15,73
Proteína	19,02	23,80	52,53	18,59	42,94
Lipídeos	3,79	2,69	18,31	14,34	20,91
Cinza	1,82	1,17	16,25	1,29	–

Fonte:SZENTTAMÁSY et al,1990.

O atum enlatado e comercializado no Brasil, na forma de “ralado em conserva”, apresenta a seguinte composição ( Tabela 13), conforme apresentado na Tabela de Composição de Alimentos brasileiros da USP, disponível *on line* ( 2010). Este produto é geralmente recomendado para dietas de emagrecimento e de controle de colesterol e

apresenta um teor protéico superior ao do pescado “in natura” bem como de outras carnes disponíveis na dieta brasileira, em geral.

Tabela 13. Composição centesimal do atum ( *Thunus* sp )

Composição Centesimal	Unidade	Número de Amostras	Valor por 100g	Desvio Padrão	1 colher de sopa 45g
Umidade	g	1	63,93	-	28,77
Energia	kcal	1	188	-	85
Energia	kJ	1	787	-	354
Proteínas	g	1	23,60	-	10,62
Lipídios Totais	g	1	9,80	-	4,41
Carboidratos Totais (por diferença)	g	1	1,23	-	0,55
Carboidratos "Disponíveis" (por diferença)	g	1	1,23	-	0,55
Cinzas	g	1	1,44	-	0,65
Fibra Alimentar Total	g	1	0,00	-	0,00
De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária a porção recomendada deste alimento para uma dieta de 2000 kcal é de 60g.					

Fonte: Tabela de Composição de Alimentos da USP, 2010.

## 5.9. Processos de hidrólise e extração das proteínas

### 5.9.1. Hidrolisados protéicos do pescado

A hidrólise do pescado é um método alternativo que objetiva a recuperação de proteínas de espécies sub utilizadas, que seriam desperdiçadas ou usadas para a a ração animal, ou ainda, fertilizante. Nesse processo, enzimas proteolíticas são empregadas para solubilizar a proteína do pescado, resultando na separação de duas frações: solúvel e insolúvel. A fração insolúvel pode ser usada como ração animal e a fração solúvel, que contém a proteína hidrolisada, pode ser convertida em um ingrediente a ser incorporado em alimentos para consumo humano. O hidrolisado solúvel é submetido a desidratação,

resultando um pó mais estável com alta concentração de proteínas. Este produto é usualmente denominado hidrolisado protéico de pescado (*Fish Protein Hydrolysed*) ou HPP. Quando produzido sob condições controladas de hidrólise, o HPP possui excelente propriedade funcional e alto valor nutricional. Estas características são importantes na formulação de alimentos, determinando o potencial do hidrolisado protéico a ser incorporado como um ingrediente alimentar (OGAWA; MAIA, 1999).

A hidrólise de proteínas envolve um grande número de variáveis, que influenciam sobremaneira a quantidade de nitrogênio solúvel recuperado no processo de hidrólise. A velocidade de hidrólise e a recuperação de substâncias protéicas dependem da concentração e especificidade da enzima, temperatura, pH, desnaturação protéica do substrato e grau de hidrólise alcançado durante o processo.

Silagem de pescado é um produto liquefeito obtido a partir de peixe inteiro ou de resíduos do beneficiamento do pescado. A liquefação é feita pelas enzimas do próprio peixe, durante um período de um a vários dias, dependendo da temperatura de hidrólise. De modo geral, após 30 dias, 80% das proteínas estão hidrolisadas (OETTERER, 2002; OGAWA; MAIA, 1999).

A composição química da silagem mostra-se praticamente a mesma da matéria-prima durante os primeiros dias, apenas levemente diluída em função da solução ácida adicionada. A literatura cita valores de 14 a 17% para proteínas; de 0,5 a 16% para lipídeos e 2 a 4,5 % para minerais, dependendo do tipo de resíduo utilizado. A silagem de resíduo de camarão apresenta um alto valor em minerais (OGAWA ; MAIA, 1999).

Durante o armazenamento da silagem alterações na fração lipídica ocorrem, aumentando o conteúdo de ácidos graxos livres, indicando hidrólise de glicerídeos e alterações oxidativas que levam ao escurecimento. Quando as proteínas são expostas aos lipídeos peroxidados, uma considerável porção destes, complexa-se com proteínas através de associações e/ou ligações de hidrogênio, causando perda do valor nutritivo (BORGHESI, 2004).

Borghesi (2004) estudou a elaboração e caracterização físico-química e nutricional da silagem ácida, silagem biológica e silagem enzimática a partir de descartes da piscicultura e resíduo do beneficiamento da Tilápia do Nilo, conforme apresentado na tabela 14. O autor concluiu que as silagens apresentam elevado teor de proteínas e aminoácidos essenciais, exceto para o triptofano, mas não comprometendo o valor nutritivo (tabela 15).

Tabela 14 . Composição química-bromatológica, energia e nutrientes da matéria-prima e das silagens biológica, ácida e enzimática.

	<b>Matéria- prima</b>	<b>Silagem biológica</b>	<b>Silagem ácida</b>	<b>Silagem enzimática</b>
<b>Matéria seca</b>	36,89	34,58	25,21	25,01
<b>Proteína</b>	59,64	33,00	54,25	54,50
<b>Lipídeos</b>	18,41	12,25	12,45	12,17
<b>Cinza</b>	17,73	25,07	26,62	27,17
<b>NNP</b>	0,52	3,29	5,87	6,57
<b>Energia(cal/g)</b>	-----	4334,50	4678,00	3809,85
<b>Cálcio</b>	-----	7,33	8,03	8,58
<b>Fósforo</b>	-----	2,86	4,71	4,85

NNP= Nitrogênio não protéico. Fonte: Borghesi, 2004

Tabela 15 .Aminoácidos das silagens biológica, ácida e enzimática (100g/matéria seca).

<b>Aminoácidos</b>	<b>Silagem biológica</b>	<b>Silagem ácida</b>	<b>Silagem enzimática</b>
<b>ESSENCIAIS</b>			
Valina	1,42	2,70	2,98
Metionina	1,86	2,17	2,21
Isoleucina	1,20	3,23	2,21
Leucina	2,41	3,50	3,31
Teonina	1,64	2,04	2,10
Fenilalanina	1,31	2,05	2,21
Lisina	2,41	3,33	3,22
Histidina	0,99	1,40	1,32
Arginina	1,86	2,90	2,98
Triptofano	0,24	0,36	0,40
<b>NÃO ESSENCIAIS</b>			
Cistina	0,66	0,77	0,78
Tirosina	0,99	1,30	1,32
Ácido Aspártico	4,05	5,46	5,51
Serina	1,09	1,83	1,87
Ácido Glutâmico	3,61	6,01	6,95
Prolina	2,41	2,80	2,88
Glicina	2,63	4,41	4,30
Alanina	2,30	3,76	4,19

Fonte: Borghesi, 2004.

Ferraz de Arruda (2004) elaborou silagem química do resíduo de beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e estabeleceu a melhor via de extração de óleo presente na silagem ácida, bem como caracterizou o óleo obtido. A silagem de tilápias apresentou teores semelhantes ou maiores aos preconizados pelo padrão da FAO para todos os aminoácidos essenciais, com exceção do triptofano (tabela 16). Os valores mais elevados encontrados foram para o ácido glutâmico, leucina e lisina. Os resultados indicam uma possível utilização da silagem, preparada a partir do resíduo de processamento da Tilápia-do-Nilo, como fonte protéica na formulação de ração para peixes.

O óleo de tilápia contém, em mg/100g, 28,6; 16,3 e 3,1 dos ácidos oléico, linoléico e linolênico, respectivamente. A centrifugação demonstrou ser a melhor metodologia de extração, por preservar as características físico-químicas do óleo e propiciar maior rendimento. O conteúdo de lipídios na silagem de tilápias, com base na matéria úmida é de 3,99 g/100g, com a retirada da fração lipídica através da centrifugação, restaram na amostra apenas 1,54 g/100g de lipídios, o que é considerado um nível aceitável para inclusão em rações para animais (tabela 17).

Tabela 16. Composição centesimal da silagem de tilápia (valores expressos em g/ 100g)

<b>Componentes</b>	<b>Matéria úmida(g/100g)</b>	<b>Matéria seca (g/100g)</b>
<b>Matéria seca</b>	-----	21,68
<b>Umidade</b>	78,32	-----
<b>Cinza</b>	4,17	19,23
<b>Proteína Bruta</b>	12,85	59,27
<b>Extrato Etéreo</b>	3,89	18,40

Fonte: Ferraz de Arruda, 2004

Tabela 17. Aminoácidos contidos na silagem química de tilápia comparados com o padrão da FAO, em g/100g de proteína.

<b>Aminoácidos</b>	<b>g/100g</b>	<b>(FAO) g/100g</b>
Ácido Aspártico	10,92	-----
Treonina	4,08	4,00
Serina	3,66	-----
Ácido Glutâmico	12,02	-----
Prolina	5,60	-----
Glicina	8,82	-----
Alanina	7,52	-----
Cistina	1,54	-----
Valina	5,40	5,00
Metionina	4,34	3,50
Leucina	6,46	4,00
Isoleucina	7,00	7,00
Fenilalanina+tirosina	6,70	6,00
Lisina	6,66	5,50
Histidina	2,80	-----
Arginina	5,80	-----
Triptofano	0,72	1,00

Fonte: Ferraz de Arruda, 2004

Tabela 18. Composição de ácidos graxos do óleo bruto de tilápia obtido por centrifugação.

<b>Ácidos Graxos</b>	<b>Óleo Bruto (g/100g)</b>
Dodecanóico C12	0,11
Mirístico C14	4,47
Pentadecanóico C15	0,81
Palmitico C16	33,19
Palmitoléico C16:1	9,94
Margárico C17	0,56
Esteárico C18	5,60
Oléico C18:1	28,60
Linoléico C18:2	16,30
Linolênico C18:3	3,10
Octadecatetraenóico C18:4	1,50
Aráquidico C20	1,30
Cis-11-Eicosenóico C20:1	1,60
Eicosapentaenóico C20:5	<0,01
Docosahexaenóico C22:6	<0,01

Fonte: Ferraz de Arruda, 2004

## **5.10. Processos de concentração da fração protéica**

### **5.10.1. Farinha de pescado artesanal.**

De forma simples e artesanal é possível obter até 60% de proteína através da secagem e moagem do pescado inteiro, ou dos resíduos da filetagem, na forma de farinha, visando essencialmente a alimentação animal e participando como fonte protéica, de 2 a 10% na formulação de rações (OETTERER,2006).

A matéria-prima deve ser fresca, pois material depositado para formar maior volume, e em adiantado estado de decomposição apresenta um rendimento menor, pois as proteínas se solubilizam acarretando perdas e levando a focos de contaminação que são incompatíveis com a higiene necessária na linha de processamento. Porém, se este resíduo for bem manejado pode-se resolver um problema sério ambiental e obter mais uma fonte de renda para o piscicultor. As tilápias de descarte podem ser utilizadas inteiras e a farinha produzida terá bom rendimento protéico (OETTERER,2006).

Para pescado magro, picar e deixar secar ao sol pode ser o mínimo necessário e possível para se obter farinha. No entanto, a fração lipídica do resíduo e mesmo de peixes em geral, pode sofrer oxidação levando ao ranço, muito rapidamente. A etapa de extração da fração lipídica deve ser feita, mesmo que através de método físico, pela cocção, seguida de retirada do óleo sobrenadante. O calor coagula as proteínas e a água e óleo liberados são escoados por prensagem. Uma lavagem inicial da polpa favorece a remoção de componentes como o sangue que colaborarão para acelerar a deterioração e propiciar aroma desagradável à farinha. Depois de feita a secagem do material prensado, este é moído para quebrar os aglomerados formados e ossos, se presentes (OETTERER,2006).

### **5.10.2. Farinha de pescado industrial. (*fish meal*)**

A proteína bruta pode chegar a 70% nas farinhas, sendo a composição variável em função do uso do pescado inteiro ou de partes descartadas residuais. O perfil de aminoácidos é altamente significativo, embora no processo de secagem possa haver perdas e mesmo conforme o manejo que se dá à matéria prima, como ausência de frio ou empilhamento por longo tempo, ocorrem hidrólises e rancificação, com aparecimento de maus odores difíceis de eliminar depois. As quantidades de lisina e metionina, mesmo

considerando as perdas, ainda são maiores do que as quantidades em outras rações; técnicas de análise de lisina disponível são utilizadas como parâmetro de qualidade para a comercialização da farinha. Outros componentes, como as vitaminas do complexo B e os minerais, cálcio e fósforo dos ossos, e ainda iodo, zinco, ferro, selênio e flúor, levam à escolha da farinha de pescado para uso em formulações especiais. O uso de antioxidantes é fundamental, pois embora haja a extração do óleo por prensagem, há material remanescente que pode levar ao ranço na estocagem (OETTERER,2006).

As etapas de obtenção da farinha na indústria compreendem a cocção em cilindros com camisa de vapor, a prensagem contínua por transportadora de rosca onde se extrai o óleo e a água, ou licor de prensa ficando retida a torta de prensa; o licor é filtrado e centrifugado para obtenção do óleo sendo a porção remanescente, a água de cola que é evaporada de onde se extraem os solúveis concentrados de pescado. A secagem da torta deve ser feita na medida certa para evitar deterioração futura ou perda do valor nutritivo, em cilindro giratório com ar quente a 500<sup>o</sup> C, porém mantendo 100<sup>o</sup>C no produto, ou cilindro giratório provido de discos aquecidos por vapor. Moagem, embalagem e armazenamento são as operações seguintes, podendo se obter farinha em pó acondicionada em sacos de papel ou plástico ou “pellets” para estocagem a granel (OETTERER,2006).

### **5.10.3. Farinha de pescado para consumo humano - *fish flour***

Uma farinha para consumo humano foi proposta mediante as justificativas de que há descartes comestíveis da industrialização, que se bem manejados, mantém a qualidade da carne, consistindo em excelente fonte protéica, cerca de 70%, principalmente de aminoácidos essenciais como a lisina, ausentes nas dietas a base de arroz e pão, cereias deficientes neste aminoácido, considerando que as demais fontes seriam as proteínas de origem animal de maior preço para aquisição na dieta (OETTERER,2006).

Diferentemente do *fish meal*, termo que designa a farinha para ração, onde os lipídeos são extraídos por método físico de prensagem, o *fish flour* é preparado com extração dos lipídeos, via solventes, método químico

O *fish flour* deve apresentar características sensoriais de ausência de aroma, obedecer padrões microbiológicos e ausência de tóxicos orgânicos e inorgânicos; se for

utilizada em formulações alimentícias, apresentar as propriedades funcionais necessárias ao preparo das misturas e /ou uso em embutidos ou formulados .

O processo de fabricação se baseia em adições de solvente e centrifugações, seguindo a mesma técnica do preparo da farinha, porém se aproximando do processo para obtenção dos concentrados protéicos (OETTERER, 2006).

Neiva (2008) elaborou a partir do minced obtido de espécies de menor valor comercial, produtos desidratados, como a farinha mista de arroz e peixe, sopa e biscoito. Os produtos excederam as exigências da FAO para adultos, enquanto que os teores de lisina da farinha mista e do biscoito excederam as exigências para crianças (tabela19). As análises físico-químicas e microbiológicas indicaram a viabilidade de consumo de todos os produtos até 180 dias de estocagem, sob temperatura ambiente e em embalagem específica. A aceitabilidade pelas crianças foi de 77% para sopa, e com adultos 90 a 97% para os biscoitos assado e frito, respectivamente. As análises de funcionalidade da farinha mista, ingrediente principal da sopa de pescado, demonstraram resultados positivos para este produto quanto as propriedades de solubilidade, absorção de água, capacidade e estabilidade de emulsão.

Tabela 19. Composição centesimal de CMS cozida, Farinha mista de arroz e pescado a base de CMS cozida, Sopa de pescado e biscoito assado (g/100g).

<b>Componentes</b>	<b>CMS cozida</b>	<b>Farinha mista de arroz e pescado a base de CMS cozida</b>	<b>Sopa de pescado</b>	<b>Biscoito assado</b>
<b>Umidade</b>	77,66	5,09	6,29	3,12
<b>Proteína</b>	19,74	30,40	21,09	14,70
<b>Lipídeos</b>	0,99	1,63	1,38	0,42
<b>Cinza</b>	1,19	1,77	8,55	3,58
<b>Carboidratos</b>	0,42	61,11	62,75	78,18
<b>Valor Energético (kcal/100g)</b>	89,55	380,71	347,24	375,30

CMS= carne mecanicamente separada. Fonte: Neiva, 2008.

#### **5.10.4. Concentrado protéico de Pescado**

O que se pretende com a produção de FPC - *Fish Protein Concentrated*, sigla adotada pela FAO para registro do produto comercial, é a obtenção de um produto estável, de alto teor protéico para consumo humano. Basicamente são classificados em 3 tipos, com ênfase no fato das matérias-primas não se constituírem de resíduos ou descartes e sim do pescado destinado diretamente a este fim, sendo os tipos A, B e C estabelecidos pela quantidade de proteína mínima presente no produto (OETTERER, 2006).

Assim, concentrado protéico tipo A é definido como um produto em forma de pó, de coloração branca ou amarela clara e consistência similar à da farinha de trigo, sem nenhum odor, contendo um máximo de 0,75% de lipídeos e mínimo de 67,5% de proteína. (podendo chegar a mais de 90% de proteína), digestibilidade mínima de 92%, lisina disponível em um mínimo de 6,5% da proteína e máximo de 10% de umidade .

O concentrado protéico tipo B, é um produto de cor amarela ou acinzentada, parcialmente desodorizado, com um teor máximo de 3% de lipídeos e mínimo de 65% de proteína (variável de 70 a 80% de proteína), digestibilidade mínima de 92%, lisina disponível em um mínimo de 6,5% de proteína e máximo de 10% de umidade .

O concentrado tipo C é uma farinha, não desodorizada, sem limites para lipídeos, porém com recomendação para uso de antioxidantes, mínimo de 60% de proteína, com digestibilidade mínima de 92%, lisina disponível em um mínimo de 6,5% da proteína e máximo de 10% de umidade (OETTERER, 2006).

Na alimentação infantil, o FPC é capaz de suprir as necessidades em todos os aminoácidos essenciais, com teores acima dos do padrão da FAO. A adição em alimentos de primeira necessidade como o pão, os pratos a base de arroz, supre necessidades básicas de populações carentes; em biscoitos, cereais, molhos para macarrão e alimentos dietéticos são alternativas para a indústria de alimentos, que no entanto, visam as propriedades funcionais das proteínas. Neste aspecto, o FPC deixa a desejar, pois a extração por solventes altera as propriedades funcionais. A utilização do FPC tipo B também com o objetivo de alimentação humana, é proposta pelo FAO para nações acostumadas ao consumo do pescado como a Indonésia, Filipinas, Paquistão, Egito, Sudão, Senegal e Mali para consumo nas escolas (OETTERER, 2006).

## 5.11. Irradiação

A irradiação de alimentos é um tratamento que consiste em submeter os alimentos, já embalados ou a granel, a uma quantidade minuciosamente controlada de radiação ionizante, por um tempo prefixado, com objetivos bem determinados. No caso de radiações gama, que apresentam um elevado poder de penetração nos tecidos de forma homogênea, não existe aumento significativo de temperatura durante o processamento. A dose média global absorvida por um alimento, submetido a um processo de irradiação, não deve exceder 10 kGy, com a finalidade de assegurar a inocuidade do alimento irradiado, sob os pontos de vista toxicológico, nutricional e microbiológico, conforme a legislação brasileira de 1973 e 1985 (DIEHL, 1992; IAEA, 1989; RELA, 2000; SIQUEIRA, 2001).

O “Joint Expert Committee” constituído pela “World Health Organization” das Nações Unidas, FAO “Food and Agriculture Organization” e IAEA “International Atomic Energy Agency” concluíram no ano de 1980, que a irradiação de qualquer alimento, até a dose de 10 kGy, não apresenta perigo toxicológico nem tampouco alterações nutricionais. A irradiação pode ser utilizada juntamente com outros métodos de conservação de alimentos, como a refrigeração, tratamento térmico, cura e a adição de substâncias químicas, a fim de prolongar, consideravelmente a vida útil de alguns alimentos durante o período de armazenamento, tanto refrigerado como não, sendo necessário um envase perfeito que não permita uma nova contaminação, uma vez que o alimento estará isento de qualquer flora microbiológica (FAO/OIEA/OMS, 1966).

Para o pescado, o uso da irradiação ou pasteurização a frio, permite que se obtenha um produto minimamente processado, aumentando a vida útil sob refrigeração, o que se constitui em um meio para se levar ao consumidor o pescado no estado de “fresco”, sem necessariamente sofrer processos tecnológicos radicais, a não ser a filetagem ou o corte em postas.

A pesquisa realizada por Siqueira (2001) teve por objetivo prolongar o tempo de vida comercial do pescado beneficiado, através da utilização das radiações ionizantes, associadas às técnicas complementares de refrigeração, sob a ótica do alimento minimamente processado. As amostras de tilápias (*Oreochromis niloticus*) foram irradiadas com 1; 2,2 e 5 kGy e armazenadas sob refrigeração na faixa de 0,5 a -2°C, durante 20 e 30 dias, assim como as amostras não-irradiadas. Notou-se (tabela 20) que a umidade nas amostras não irradiadas diminuiu, com conseqüentes alterações nos teores

de proteína e lipídeos, que aumentaram nos períodos de análise; já as amostras irradiadas mantiveram-se estáveis. O pH foi um indicativo importante para a determinação do frescor do peixe, associado ao índice de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) e ao nitrogênio não-protéico (NNP) os quais, mostraram-se crescentes para as amostras não irradiadas; enquanto que para as irradiadas mantiveram-se estáveis. Analisaram-se os teores de aminoácidos, em matéria seca, e de ácidos graxos dos lipídeos extraídos das tilápias, notando-se estabilidade nas amostras irradiadas e decréscimo nos valores encontrados para as não irradiadas, nos períodos estudados. Determinaram-se também, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e os resultados mostraram tendência ao aumento conforme o aumento da dose de irradiação. A boa aceitação para aparência, aroma, cor e textura obtida na análise sensorial dos produtos armazenados por um período de 30 dias, mostrou a viabilidade do processo combinado de irradiação e refrigeração quanto à intenção de estender a vida útil das tilápias submetidas ao processamento mínimo.

Tabela 20. Composição centesimal (g/100g) de matéria seca dos peixes não irradiados e irradiados, segundo o tempo de armazenamento.

	Dose (K Gy) / Período															
	Umidade				Proteína				Lipídeos				Cinza			
	NI	1,0	2,2	5,0	NI	1,0	2,2	5,0	NI	1,0	2,2	5,0	NI	1,0	2,2	5,0
<b>1º dia</b>	78,0	76,5	74,6	77,5	11,0	11,9	10,4	12,0	18,3	13,5	13,3	10,1	2,0	2,2	2,0	2,1
<b>20º dia</b>	60,1	75,4	74,9	73,8	12,7	13,7	13,7	12,1	28,4	18,1	16,5	15,0	2,7	2,8	2,5	2,0
<b>30º dia</b>	69,6	72,2	75,8	75,8	14,1	15,4	15,0	12,3	30,1	14,4	24,9	14,0	3,0	3,5	2,4	2,1

NI pescado não irradiado. Fonte: Siqueira, 2001.

Guimarães-Lopes (2006) estudou o efeito sinérgico da radiação gama e da refrigeração na conserva do camarão-branco-do-pacífico (*Litopenaeus vannamei*). Os camarões foram submetidos a doses de irradiação (1 e 3,5 kGy) e foram mantidos sob refrigeração ( $5^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) e analisados nos 1, 7, 14 e 21 dias de armazenamento. Concluiu-se que a amostra que recebeu 3,5 kGy, proporcionou maior estabilidade físico-química e segurança microbiológica durante o armazenamento em relação ao produto refrigerado convencional. A radiação gama assegurou maior vida útil do camarão resfriado, atingindo 21 dias de armazenamento. Quanto a composição centesimal, esta não foi alterada significativamente pela irradiação, com exceção os níveis de umidade e proteína (tabela 21).

Tabela 21. Composição centesimal (g/100g de matéria fresca) de amostras de camarão-branco-do-pacífico (*L. vannamei*) não irradiado e irradiado, segundo o tempo de armazenamento.

Dia	Dose (kGy)/ Período											
	Umidade			Proteína			Lipídeos			Cinzas		
	<sup>(1)</sup> NI	1.0	3.5	<sup>(1)</sup> NI	1.0	3.5	<sup>(1)</sup> NI	1.0	3.5	<sup>(1)</sup> NI	1.0	3.5
1 <sup>o</sup>	76,81 <sup>a</sup>	76,55 <sup>b</sup>	76,83 <sup>a</sup>	19,04 <sup>c</sup>	19,39 <sup>b</sup>	19,61 <sup>a</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>	1,34 <sup>a</sup>	1,35 <sup>a</sup>	1,40 <sup>a</sup>
7 <sup>o</sup>	76,82 <sup>a</sup>	76,51 <sup>b</sup>	76,52 <sup>b</sup>	19,50 <sup>b</sup>	19,65 <sup>a</sup>	19,57 <sup>ba</sup>	0,72 <sup>a</sup>	0,57 <sup>b</sup>	0,68 <sup>a</sup>	1,39 <sup>a</sup>	1,35 <sup>b</sup>	1,37 <sup>ab</sup>
14 <sup>o</sup>	...	76,54 <sup>a</sup>	76,36 <sup>b</sup>	...	20,09 <sup>a</sup>	19,85 <sup>b</sup>	...	0,66 <sup>a</sup>	0,69 <sup>a</sup>	...	1,39 <sup>a</sup>	1,44 <sup>a</sup>
21 <sup>o</sup>	...	...	76,32	...	n.d	19,79 <sup>a</sup>	...	n.d	0,58 <sup>a</sup>	...	...	1,40 <sup>a</sup>

Nota: As amostras foram comparadas estatisticamente de acordo com os diferentes tratamentos ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>(1)</sup> amostra não irradiada.

... dado numérico não disponível.

Fonte: Guimarães-Lopes, 2006.

## 6. Considerações finais

A perecibilidade do pescado implica na absoluta necessidade de beneficiamento e/ou industrialização para que seja oferecido como um alimento seguro à população. Os procedimentos para conservação devem ser conduzidos de forma a não alterar os principais componentes, os quais fazem com que o pescado seja indicado em dietas especiais para pessoas pertencentes a grupos vulneráveis.

Algumas tecnologias empregadas no processamento do pescado podem acarretar em pequenas perdas de certos nutrientes, como proteínas e vitaminas, porém, sem comprometer a qualidade desse alimento. Em processos onde ocorre a desidratação, há conseqüente aumento das frações protéica e lipídica, como ocorre no enlatamento e na salga e secagem. Com o pescado é possível obter-se concentrados protéicos de excelente qualidade. As maiores alterações ocorrem nos processos com adição de sal e nos fermentados. O pescado minimamente processado, o congelado e o irradiado apresentam a composição semelhante à do pescado *in natura*. No mercado existem inúmeras espécies oferecidas na forma congelada, como pescada, merluza, salmão, camarão, entre outras de fácil preparo e muito requisitadas na gastronomia. Os enlatados sardinhas e atuns são excelentes para consumo em saladas e sanduíches, de fácil transporte, vida útil longa e excelentes nutricionalmente. Como novidades as sopas em pó preparadas de várias espécies e os filés em molho embalados sob o sistema *sous vide* prontos para o consumo.

## 7. Referências bibliográficas

ADAMS, M.R.; COOKE, R.D.; RATTAGOOL, P. Fermented fish products of South Asia. Londres: Her Majesty's Stationery Office, v.25, n.1, p.61-73, 1985.

AGENCIA FAPESP. Proteção neurológica.

<http://www.agencia.fapesp.br/scripts/print.php?id=11266>.

Acesso em dezembro de 2009

AMANO, K. The influence of fermentation on the nutritive value of fish with special reference to fermented fish products of Southeast Asia. In: HEEN, K; KREUZER, R. Fish in nutrition. London: Fishing News, p. 180, 1962.

ANDRADE, M. Oetterer; CAMARGO, R. Tecnologia de alimentos e nutrição. In.:CAMARGO, R. et al. Tecnologia dos produtos agropecuários: alimentos. São Paulo: Nobel, 1984. p.9-34.

BATISTA, L.X. Tecnologia de produção de conserva de tilápia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758 – Linhagem chitralada) 2005, 37p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Pesca e Aquicultura. Pernambuco, 2005

BIATO, D. O. Detecção e controle do *off flavor* em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), por meio de depuração e defumação. 2005. 105p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

BORGHESI, R., Avaliação físico-química, nutricional e biológica das silagens ácida, biológica e enzimática elaboradas com descarte e resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Piracicaba, 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Universidade de São Paulo.

BORGSTROM, G. Fish as food. Academic Press, New York, v. 1, 2, 3 e 4, 1967

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA). Pescados e derivados, C.7, seção 1. Brasília, 2001a. Disponível em: [www.agricultura.gov.br/sda](http://www.agricultura.gov.br/sda)  
Acesso em dezembro de 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria SDA nº 63, 13 de novembro de 2002. Regulamento técnico de identidade e qualidade de conserva de peixes. Disponível em: < <http://oc4j.agricultura.gov.br/agrolegis/do/consultaLei.>>  
Acesso em dezembro de 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02/jan./2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília: ANVISA, 2001b.

BURTON, B. Nutrição Humana. São Paulo: Mc Graw Hill, 1979, p.24.

CASTRO, L.A.B. Bioquímica do pescado. Composição Química. Boletim Técnico do Instituto de Pesca, São Paulo, 1988, 16p.

CHARLEY, H. & WEAVER, C. Foods: a scientific approach. 3ed. USA: Prentice-Hall Inc.1988, 582p.

CONTRERAS-GUSMÁN, E.S. Bioquímica de pescados e derivados. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409p.

CORDEIRO, D. Qualidade do mexilhão *Perna perna* submetido ao processo combinado de cocção, congelamento e armazenamento. 2005. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

CRAWFORD, A.M.C.D. Seleção e preparo de alimentos. Rio de Janeiro: Record, 1985. 383p.

DZIEZAK, J. Fats, oils and fat substitutes. Food Technology, Chicago, n.7, p. 66-74, 1989.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. A aquicultura e a atividade pesqueira. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br>. Acesso em: dezembro de 2009.

ENSMINGER, A. The concise encyclopedia of foods & nutrition: CRC Press LCL. p. 353-1178, 1994.

ESSUMAN, K.M. Fermented fish in Africa. A study on processing, marketing and consumption. FAO FISHERIES Report, v.329, 80 p., 1992.

FAO/WHO Draft revised Standard for quick frozen blocks of fish fillets, minced fish flesh and mixtures of fillets and minced fish flesh (Appendix IV). Codex Alimentarius Commission, Report of the 21<sup>st</sup> Session the Codex Committee on Fish and Fishery Products. Roma, p.47-57, 1994.

FAO. Yearbook of fishery: statistic summary tables. Disponível em: <http://ftp.fao.org/fi/stat/summary/default.htm>. Acesso em dezembro de 2009.

FAO. Departamento de pesca y acuicultura. El estado nutricional de la pesca y la acuicultura, 2006. Disponível em: <http://fao.org/docrep/005/y7300/y7300s04.pdf>  
Acesso em dezembro de 2009.

FAO/International Organization of Energy Atomic/Organization Mundial de la Salude. Bases tecnicas para la legislacion referente a los alimentos irradiados. 1966.Roma, 62p.

FENNEMA, O. R. Water and ice.In: FENNEMA, O.R. Food chemistry, New York: Marcel Dekker,1985. cap.2.p13-39.

FERRAZ DE ARRUDA, L. Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos. Piracicaba, 2004. 200p. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

GILDBERG, A. Fermented fish products in Thailand: possible development of low salt products with extended shelf life. FAO Fisheries Report, v.470, p. 110-123, 1992.

GONÇALVES, A.A; Inovação e desenvolvimento de novos produtos; Universidade do Vale do Itajaí, 04-05/12/2003, Itajaí-SC.

GONÇALVES, A. A.; PRENTICE-HERNANDEZ, C. Defumação líquida de anchova (*Pomatomus saltatrix*): efeito do processamento nas propriedades químicas e microbiológicas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v.18, n.4, p.438-443, 1998.

Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010120611998000400016&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120611998000400016&lng=en&nrm=iso)

Acesso em dezembro 2009.

GRYSCHEK, S, F, B, Obtenção, caracterização e estabilidade ao congelamento de *minces* elaborados com tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e Tilápia vermelha (*Oreochromis spp*), Piracicaba 2001 Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

GUIMARÃES-LOPES, T.G. Efeito sinérgico da radiação gama e da refrigeração na conservação do camarão-branco-do-pacífico (*Litopenaeus vannamei*). 2006. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

GUNSTONE,F.D.; NORRIS, F.A. Lipids in food chemistry, biochemistry and technology. Oxford: Pergamon Press, 1983, p. 1-14.

HEAM, T.L.; SGOUTAS, S.A.; HEAM, J.A.; SGOUTAS, D.S. Polyunsaturated fatty acids and fat flesh for selecting species for health benefits. *Journal of Food Science*, 52: 1209-1212, 1987.

HERMIDA,L.; RODRIGUEZ, Z.; FRANGIE, S.; LÓPEZ de OGARA, M.C.; PAZ SCHMIDT, A.; LELLI, D.; LAGOMARSINO, A. Encapsulación de aceite de pescado com alto contenido de Omega-3. In: Jornadas de Desarrollo e Innovation, 2 p. Nov, 2002.

HILSDORF, A; PEREIRA, J. L; RIBEIRO, M. A. Perfil de Consumo de Pescado em Restaurantes Industriais da Região do Vale do Paraíba. Panorama da Aqüicultura. Disponível em:

<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/revistas/53/PerfildeConsumo.asp>

Acesso em: Dezembro 2009.

HUSS, H. H.; REILLY, A.; EMBAREK, P.K.B. Prevention and control of hazards in seafood. Food Control , v. 11, p. 149-156, 2000.

IFT WEEKLY NEWSLETTER. Eat fish, it will make you happier. Disponível em:

<http://www.ift.org/cms/?pid=1000363>

Acesso em Dezembro 2009.

INTERNATIONAL Atomic Energy Agency. Radiation preservation of fishery products. Vienna, 1989. (Technologies Report Service,303)

INSTITUTO Internacional Del Frio. Alimentos congelados- procesado y distribución. Zaragoza: Acribia, 1990, 184p.

KINSELA, J.E. Food components with potential therapeutic benefits: encapsulated unsaturated fatty acids against auto oxidation. Food Technology: n.40; v. 2; p. 89-97, 1986.

KUBITZA, F. A. Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí. 2000. 285 p.

MANTOVANI, D.M.B.; MORGANO, M.A. Componentes minerais em peixes de água doce criados em cativeiro. In: Seminário sobre Tecnologia de Salga e Defumação de Pescado. Campinas,1995, p.10-13.

MAIA, E.L. Otimização da metodologia para caracterização de constituintes lipídicos e determinação da composição em ácidos graxos e aminoácidos de Peixes de água doce. 1992. 242p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)-Universidade de Campinas, Campinas.

MARCHI, F.J. Desenvolvimento e Avaliação de produtos à base de polpa e surimi a partir de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Viçosa, 85 p. Tese (Mestrado) –Universidade Federal de Viçosa, 1997.

MIRA, N. V. M.; LANFER-MARQUEZ, U. M. Avaliação da composição centesimal, aminoácidos e mercúrio contaminante de surimi. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.25, n.4, p. 661-675, Campinas, out./dez. 2005.

NAWAR, W.W. Lipids. In: FENEMA, O.R. *Food Chemistry*. 2 ed. Nova York e Bael, Marcel Dekker, 1985, p. 139-244.

NUNES, M.L. Aproveitamento integral da tilápia. Disponível em: <<http://www.pecnordeste.com.br/pec2008/pecnordeste/doc/aquipescas/Maria%20%20L%C3%BAcia%20Nunes.pdf>>. Acesso em Dezembro de 2009.

O'KEEFE, S.F. Nomenclature and classification of lipids. In: AKOH, C.; MIN, D.B. *Food lipids- chemistry, nutrition and biotechnology*. Nova York, Marcel Dekker, 1998, p. 1-36.

OETTERER, M. Matéria-prima alimentar: pescado. São Caetano do Sul: Centro de Pesquisa do Instituto Mauá de Tecnologia, 1991. 29p.

OETTERER, M. Produtos fermentados de pescado. In: OGAWA, M; MAIA, E.L. *Manual de pesca- ciência e tecnologia do pescado*. São Paulo: Varela, 1999. v.1, p. 353-359.

OETTERER, M. Pescado Fermentado. In: Aquarone, E.; Borzani, W ; Schmidell, W ; Lima, U. A (Org.). *Biotecnologia Industrial*, 1ed. São Paulo: Ed.Afiliada, 2001; v.4, p 305-346.

OETTERER, M. *Industrialização do Pescado Cultivado*. Guaíba: Livraria e editora Agropecuária, 200 p., 2002.

OETTERER, M. Proteínas do pescado- processamentos com intervenção na fração protéica. In: OETTERER, M, REGITANO d'ARCE, M.A.; SPOTO, M.H.F. *Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Barueri: Manole, Cap. 3, p. 99- 134, 2006.

OETTERER, M. Pescado - um alimento importante e nem sempre selecionado e conservado adequadamente. RAMIRES, J.A. F. Viva com mais saúde. São Paulo. Editora da USP. p. 37-43, 2009.

OETTERER, M. PERUJO, S.D.; GALLO, C.R.; FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R.; CRUZ, A.M.P. Monitoring the sardine (*Sardinella brasiliensis*) fermentation process to obtain anchovies. Scientia Agricola. v.60, n.3, p.511-517, 2003.

OGAWA, M; MAIA, E.L. Manual de Pesca- ciência e tecnologia do pescado. São Paulo:Varela, 1999.v.1, 430p.

OLIVEIRA, F. R.; LIRA, G.L.; TORRES, E.A.F.S; SOARES, R.A.M.; MENDONÇA,S.; SILVA, K.W.B.; SIMON, S.J.G.B.; SANTOS, T.M.P.; CABRAL JUNIOR, C.R. Effect of processing on nutritional value of the mandim fish (*Arius spixii*). Revista Brasileira de Ciencias Farmacêuticas, v.44, n.4, p.655-667, 2008. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S151693322008000400012&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151693322008000400012&lng=en&nrm=iso)

ORDOÑEZ, J.A. Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed, 2005. vol. 2. cap. 11. p. 219-229.

PRADO FILHO, LG. Tecnologia do pescado. In.:CAMARGO, R. et al. Tecnologia dos Produtos Agropecuários: alimentos. São Paulo: Nobel, 1984. p.9-34.

PIGOTT, G.M. The need to improve omega-3 content of cultured fish. World Aquaculture. v. 20, n.1, p. 63-68, 1989.

PIGOTT, G.M; TUCKER, B.W. Seafood: Effects of technology on nutrition. New York, 1990.

REGITANO d'ARCE, M.A. Química básica de lipídeos. In: OETTERER, M., REGITANO d'ARCE, M.A, SPOTO. M.H.F. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos. Barueri: Editora Manole. Cap.5, p. 196- 242.

RELA,P.R. Cresce uso de irradiação para conservação de alimentos. Engenharia de Alimentos, v. 6, n. 29, p.:26-29, 2000.

RICE, R.D. Fish consumption and health- an overview. In: HAMILTON, R.J.; RICE, R.D. Fish oil technology, nutrition and marketing, Bridgwater: Barnes & Associates, 1995, p.9-26.

SAVAY-DA-SILVA,L.K. Desenvolvimento do produto de conveniência: tilápia (*Oreochromis niloticus*) refrigerada minimamente processada embalada a vácuo - padronização para a rastreabilidade. Piracicaba 2009, 322p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SGARBIERI, V. C. Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Varela, 1996. 517p.

SIQUEIRA, A.A.Z.C. Efeitos da irradiação e refrigeração na qualidade e no valor nutritivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*). 2001. 137p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SOCOL, M.C.H. Otimização da vida útil da tilápia cultivada (*Oreochromis niloticus*), minimamente processada e armazenada sob refrigeração. 2002. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SIKORSKI, Z.E; SUN PAN, B.; SHAHIDI, F. .Seafood protein. New York, Chapman & Hall, 1994, 234 p.

SIKORSKI, Z.E.; KOLAKOWSKA, A. Changes in proteins in frozen stored fish. In: SIKORSKI, Z.E.; SUN PAN, B.; SHAHIDI, F. Seafood Protein. New York: Chapman & Hall, 1994, p. 99-112.

SIKORSKI, Z.E.; KOLAKOWSKA, A.; BURT, J.R. Cambios bioquímicos y microbianos subsiguientes a la captura. In: SIKORSKI, Z.E. Tecnología de los productos del mar: recursos composition y conservation. Zaragoza: Acribia, 1994. cap. 4, p. 73-101.

SIKORSKI, Z.E.; RUITER, A. Changes in protein and nonprotein nitrogen compounds in cured, fermented and dried seafoods. In: SIKORSKI, Z.E.; SUN PAN, B.; SHAHIDI, F. Seafood Protein. New York: Chapman & Hall, 1994, p. 113-126.

SONODA, D.Y. Demanda por pescado no Brasil entre 2002 e 2003. Tese de doutorado em Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2006. 119p.

SUZUKI, T. Tecnología de las proteínas de pescado y krill. Zaragoza: Acribia, 1987. 230p.

SWERN, D. Bailey's industrial oil and fat products. Nova York, John Wiley, 1964, p. 3-64.

SZENTTAMASY, E.R.; BARBOSA, S.M.V.B.; OETTERER, M.; MORENO, I.A.M.. Tecnología do pescado de água doce: aproveitamento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Scientia Agricola. v. 50, n.2, p. 303-310, 1993.

TABELA de composição de alimentos da Universidade de São Paulo. Disponível em: [www.fcf.usp.br/tabela](http://www.fcf.usp.br/tabela). Acesso em janeiro de 2010.

VENUGOPAL, V.; DOKE, S. N.; THOMAS, P. Radiation processing to improve the quality of fishery products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v.39, n.5, p.391-440, 1999.

Questões para aprendizado do texto:

Quais são os principais nutrientes presentes no pescado?

Comente a respeito da fração protéica do pescado quantitativa e qualitativamente.

Em relação os demais alimentos, inclusive os de origem animal, quais são os aminoácidos presentes em uma porção de pescado e que suprem cem por cento das necessidades diárias?

Quais as características da fração lipídica do pescado que o diferencia das outras carnes?

Por que a legislação obriga que comercialização do pescado seja feita sob a ação do frio?

Quais são os métodos de conservação do pescado que mantêm os nutrientes originalmente presentes?

Quais são os métodos de conservação do pescado que alteram a composição nutritiva? E por que?

Como é possível concentrar a fração protéica do pescado?

Qual é a melhor forma para aquisição do pescado, *in natura* ? e processado? Por que?

Dra Marília Oetterer. Graduação em Engenharia Agrônoma ( 1970-ESALQ-USP), Mestrado em Ciência de Alimentos ( 1975-FCF-USP), Doutorado em Ciência de Alimentos ( 1978-FCF-USP), Pós-doutorado em Food Science ( 1981- University of Manitoba e 1990 - University of Georgia). Atualmente é professora Titular e chefe do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, campus Piracicaba, SP.