

Capítulo 12

Composição, alterações pós-morte e métodos de conservação do pescado

Leandro Kanamaru Franco de Lima
Peter Gaberz Kirschnik

1. Introdução

O termo “pescado” pode ser definido como todos os organismos aquáticos presentes nos ambientes fluviais, marinhos ou estuários, que podem ser destinados à alimentação humana. Entre estes, podemos citar os peixes, principal grupo abordado neste capítulo, além de moluscos, crustáceos, anfíbios e alguns quelônios.

O pescado constitui uma excelente fonte de nutrientes, o que o torna extremamente importante para a alimentação humana e explica seu crescente consumo e preferência no mercado. Possui proteína de alta digestibilidade, rica em aminoácidos essenciais, com baixo teor de gordura saturada e elevada quantidade de ácidos graxos poli-insaturados do tipo ômega-3, vitaminas e minerais. Em adição, seu consumo vem sendo relacionado com a redução no risco de uma série de doenças crônicas como, hipertensão, *diabetes melitus*, alguns tipos de câncer e doenças inflamatórias e cardiovasculares.

Apesar de reconhecidos benefícios, o pescado pode se deteriorar facilmente no ambiente quando não lhe são aplicados conhecimentos básicos de armazenamento e conservação. Como consequência, o produto se deteriora rapidamente, comprometendo a qualidade e o sucesso da atividade. Neste capítulo, serão abordados os principais conceitos relacionados com a deterioração do pescado e os principais métodos para sua conservação, a fim de garantir segurança e integridade aos produtos oriundos das atividades piscícolas brasileiras.

2. Composição do pescado e alterações pós-morte

2.1. Estrutura do corpo dos peixes

As variações existentes no formato corporal e composição nutricional do pescado são resultantes de adaptações às condições específicas do ambiente para sobrevivência e reprodução de cada espécie.

O formato do pescado influencia diretamente os processos tecnológicos adotados após sua despesca ou captura, como, por exemplo, dimensionamento das caixas e monoblocos; tamanho de prateleiras e câmaras refrigeradas para armazenamento a bordo ou no frigorífico; operações de evisceração, decapitação, descamação e limpeza geral; velocidade de resfriamento; adequação de cortes para obtenção do melhor rendimento etc.

O rendimento do pescado é importante para a indústria de processamento e para os produtores, pois estes últimos são estimulados a produzirem peixes que apresentam um melhor aproveitamento da carne, conforme a exigência do mercado. A parte útil do pescado, também denominada de corpo limpo ou carcaça, é a parte pronta para o consumo ou industrialização. Trata-se do tronco, sem vísceras e nadadeiras, com a coluna vertebral, com ou sem pele. Em geral, o corpo limpo representa cerca de 60% do peso dos peixes, tanto marinhos como de água doce. O rendimento médio de filés para peixes de água doce ou marinha é de 50% com faixa de variação entre 32,8 e 59,8%. Este rendimento pode diminuir 7%, em média, se for retirada a pele do filé.

O rendimento está diretamente relacionado à forma do corpo do peixe. Os fusiformes são os que apresentam maiores rendimentos em razão da massa muscular cilíndrica. O tamanho da cabeça também afeta o rendimento, sendo que peixes com cabeças de menor volume apresentam maiores rendimentos.

O rendimento do pescado é um item importante a ser considerado, pois a parte desprezada (não aproveitada durante o processamento) deve ser descartada de forma segura, a fim de não gerar impactos ambientais. Muitas vezes, o descarte ou processamento desse resíduo gera um custo adicional para a indústria, portanto, quanto menor a fração desprezada, menor o custo adicional.

2.2. Composição química

Alguns fatores podem afetar a composição química do pescado, como espécie, linhagem e idade do peixe, estação do ano ou fase de migração, sexo e estágio de desenvolvimento gonadal, sistema de cultivo, além de fatores nutricionais.

Peixes mais jovens tendem a ter menores teores de lipídios em sua composição corporal. Os pelágicos apresentam, no geral, essa composição variável ao longo do ano. Já uma alimentação desbalanceada, com baixa proteína e excesso de energia, por exemplo, pode resultar em uma deposição acentuada de gordura em relação ao teor proteico da carne. Casos de subnutrição poderão gerar peixes com baixos teores de lipídios e proteínas, comprometendo a sua utilização para a alimentação humana.

Existem outros fatores que também podem alterar a composição do pescado como o tipo de músculo analisado e a região do corpo em que a amostra foi coletada, desconsiderando para isso as espinhas e as escamas. Em geral, os peixes apresentam maiores teores de lipídios na região ventral do corpo. Os teores mais elevados de umidade e proteína estão localizados nas regiões caudal e dorsal, respectivamente.

A composição da parte comestível do pescado varia entre 70 e 85% de água, 17 e 25% de proteína, 1 e 10% de gordura, 0,1 e 1% de carboidratos e 1 e 1,5% de minerais. Essa composição pode variar muito entre espécies. Com relação ao teor de gordura, os peixes podem ser classificados em magros, semigordos e gordos. As espécies magras contêm até 2% de gordura (merluza, tilápia, cação, traíra), as semigordas possuem valores entre 3 e 9% (tainha, curimatá, pacu) e as gordas apresentam acima de 10% (anchova e mandi). A gordura do pescado é poli-insaturada e pode conter concentrações significativas de ácidos graxos eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenoico (DHA) que auxiliam na prevenção de doenças cardíacas. Entretanto, o elevado índice de insaturação da gordura torna a carne de pescado muito suscetível à oxidação, podendo rancificar rapidamente, alterando seu sabor e reduzindo sua qualidade mais rapidamente.

As proteínas do pescado podem ser classificadas, de acordo com sua solubilidade, em sarcoplasmáticas, estruturais ou miofibrilares e estomáticas ou conectivas. As sarcoplasmáticas compreendem de 20 a 30% da proteína dos peixes. São as consideradas solúveis, compostas pelas albuminas, mioglobinas, lipoproteínas, proteínas ligadas a ácidos nucleicos etc. As miofibrilares compreendem de 65 a 75% da proteína dos peixes, sendo representadas principalmente pela actina e miosina (proteínas solúveis somente em soluções salinas concentradas). São as mais importantes do ponto de vista de processamento tecnológico, principalmente pela sua

elevada capacidade de retenção de água. Por último, as estomáticas ou conectivas correspondem a cerca de 3% da proteína dos peixes, sendo insolúveis e representadas pelo colágeno e elastina.

O pescado em geral possui baixos níveis musculares de carboidratos, sendo o glicogênio o principal representante. Os teores de minerais encontrados são influenciados por diversos fatores como qualidade da água, ambiente e alimentação. Em média, os peixes possuem 1,5% de minerais na sua composição.

2.3. Alterações pós-morte em pescado

O pescado é um alimento perecível e necessita de cuidados desde a despesca e desembarque na indústria processadora até a disponibilização para o consumidor. Os cuidados adotados durante a manipulação dos peixes neste período interferem diretamente na intensidade e velocidade de sua degradação, causada por processos autolíticos, oxidativos e microbianos. A rapidez com que se desenvolvem cada um destes processos depende de três importantes fatores considerados prioritários para conservar a integridade das espécies capturadas (Figura 1).



Figura 1. Para evitar que os processos de deterioração se instalem no peixe e o estraguem rapidamente, três importantes fatores devem ser considerados durante a sua manipulação, desde a despesca até a comercialização e, conseqüentemente, no preparo para o consumo. Ilustração: Leandro K. F. de Lima.

Como qualquer outro animal, os peixes passam por profundas alterações químicas, físicas e microbiológicas após a morte, que os conduzem à sua completa deterioração. Uma das primeiras alterações que ocorre é a instalação do *rigor mortis*. Tal estado é definido como a perda de plasticidade e extensibilidade dos músculos, como resultado do enrijecimento do pescado, devido a alterações nos ciclos de contração e relaxamento muscular. Esse processo é dividido em três fases: pré *rigor mortis*, *rigor mortis* pleno e pós *rigor mortis*.

A duração da primeira fase depende das reservas de ATP e glicogênio do pescado no abate. O aumento da atividade muscular e estresse durante o abate consomem tais reservas, diminuindo o período de pré *rigor*, o que afetará proporcionalmente o período de *rigor mortis* pleno. Já uma fase longa de pré *rigor* resultará em um *rigor mortis* pleno prolongado, o que é muito conveniente para a conservação do pescado. Nessa fase, os animais têm suas defesas naturais ainda intactas e apresentam pH muscular ligeiramente ácido, além de estrutura muscular fechada (contraída), condições desfavoráveis à disseminação de muitos microorganismos e enzimas endógenas. Desta forma, um período maior de rigidez plena é desejável, pois mantém a qualidade elevada do pescado por maior tempo, aumentando, assim, a vida de prateleira do produto.

A diminuição do pH do músculo após o abate do pescado ocorre a partir do acúmulo de ácido láctico, formado pela degradação do glicogênio muscular em condições anaeróbicas. Devido ao sistema de despesca ou captura utilizado, algumas espécies sofrem um grande desgaste, que pode exaurir as reservas de glicogênio completamente antes da captura, resultando na ausência da fase de pré *rigor* e em um *rigor mortis* pleno curto, sem a característica diminuição de pH nessa fase. Nesse caso, instala-se o *rigor mortis* alcalino, e o pescado apresenta problemas de textura, além de ter sua vida de prateleira reduzida.

Na aquicultura, para ter maior controle da despesca, é possível adotar medidas que reduzam ao máximo o estresse desta fase, propiciando assim um maior período de *rigor mortis* pleno e, conseqüentemente, a manutenção da sua qualidade (maiores informações sobre o tema podem ser obtidas no capítulo “Despesca e abate de peixes”). O período de pós *rigor mortis*, por sua vez, é caracterizado pela perda da rigidez e recuperação da elasticidade muscular e por uma gradual elevação do pH. O início desse período marca também o início das atividades enzimáticas na carne do pescado. As enzimas iniciam um processo chamado de autólise ou autodigestão, que é causado por enzimas musculares e/ou digestivas, conduzindo ao amolecimento dos tecidos. Nos animais vivos, a membrana celular impermeável separa as enzimas autolíticas dos componentes da célula, preservando-os. Entretanto, após a morte,

as células tornam-se permeáveis e inicia-se o processo de autólise. A hidrólise das proteínas, ocasionada pela autólise, permite a criação de um ambiente favorável para o crescimento bacteriano, ocasionando, assim, a deterioração mais pronunciada do pescado.

O músculo do pescado vivo ou recém-abatido normalmente é estéril, entretanto, um grande número de bactérias estão presentes na superfície do corpo, guelras e intestino. Quando é abatido, estas gradualmente penetram nos músculos. A sua multiplicação e conseqüente decomposição do pescado é mais intensa após o período de *rigor mortis*, quando as bactérias têm como substrato os produtos hidrolisados resultantes da autólise.

É importante observar que a velocidade e a intensidade da ação da autólise e do desenvolvimento dos micro-organismos dependem do método de conservação empregado, em especial, da temperatura de estocagem. Quando o pescado está exposto a temperaturas elevadas (sem contato com o gelo, por exemplo), ocorre uma aceleração da decomposição bacteriana, levando-o a uma rápida perda de qualidade. Por outro lado, caso seja estocado sob temperaturas adequadas (próximas a 0°C), ocorre uma significativa redução das atividades enzimáticas e do crescimento dos micro-organismos, mantendo-o com um grau de frescor mais elevado por maior período de tempo.

3. Métodos de conservação

3.1. Aspectos gerais

A grande quantidade de água de constituição, elevado teor de gorduras insaturadas facilmente oxidáveis, pH próximo à neutralidade e existência de nutrientes para a disseminação de micro-organismos favorecem a deterioração do pescado após sua captura ou despesca e o tornam um alimento altamente perecível. Assim, para que seja possível seu processamento industrial e comercialização, são necessários conhecimentos de tecnologias e boas práticas para preservar a qualidade e agregar valor de mercado aos produtos.

São denominados métodos de conservação tecnologias que objetivam prolongar a vida de prateleira do pescado por inibir ou destruir a atividade deteriorante no produto. Nesta parte do capítulo, abordaremos as tecnologias tradicionais de conservação do produto, como uso do frio industrial, uso do calor, desidratação industrial e artesanal para salga e secagem, defumação, fermentação, bem como a elaboração de carne mecanicamente separada (CMS) e *surimi*. Para tanto, utilizaram-se as definições disponíveis na legislação.

3.2. Conservação pelo uso do frio

O Regulamento Industrial de Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) determina pescado “fresco” o produto disponibilizado ao consumo sem ter sofrido qualquer processo de conservação, a não ser a ação do gelo. O pescado “resfriado” corresponde ao produto devidamente acondicionado em gelo e mantido em temperatura entre $-0,5$ a -2°C , e o pescado “congelado” é o produto tratado por processos adequados de congelamento, em temperatura não superior a -25°C .

3.2.1. Fundamento tecnológico

A conservação de um pescado pelo uso do frio industrial consiste no abaixamento da temperatura, como forma de reduzir ou retardar as reações químico-enzimáticas e o desenvolvimento bacteriano, envolvidos no processo de decomposição.

3.2.2. Resfriamento

O resfriamento é uma medida de controle importante para a manutenção da qualidade do pescado fresco, incluindo a sua segurança microbiológica. Ao se reduzir a temperatura rapidamente para 0°C , após a captura ou despesca, é possível controlar a maioria dos processos enzimáticos e a deterioração bacteriana por até 14 dias, desde que mantido efetivamente nessa condição de frio durante o processamento e comercialização. Por outro lado, é impossível melhorar a qualidade de um produto já em estágio avançado de deterioração, ou retroceder esses processos de decomposição existentes em um peixe mal conservado. É por este motivo que a qualidade da matéria-prima e as boas práticas na despesca e no abate são fundamentais para considerar a vida de prateleira de um pescado conservado pelo uso do frio.

O principal método de preservação do pescado capturado inclui o uso do gelo e sua mistura com a água. Esse procedimento, tradicionalmente conhecido como pré-resfriamento, possibilita um rápido resfriamento, capaz de manter a aparência do pescado brilhante e atraente para o consumidor. A temperatura mantém-se ligeiramente acima do ponto de congelamento e, na prática, recomenda-se a relação de 2:1 para pescado e gelo, ou seja, para cada 10 kg de pescado armazenado usam-se 5 kg de gelo. Entretanto, o gelo de baixa qualidade, em quantidade insuficiente ou com má distribuição sobre o pescado pode representar problemas. É recomendável medir a temperatura inicial do pescado e sempre mantê-la abaixo de 4°C .

O gelo na forma de escamas é o melhor em praticidade e qualidade, pois se ajusta facilmente ao pescado e permite-lhe um bom resfriamento pela maior superfície de contato com o gelo. Pedacos grandes de gelo podem durar mais, porém danificam os produtos conservados já que as pontas do gelo podem rasgar e amassar a superfície do peixe e abrir portas para entrada de micro-organismos deteriorantes e/ou patogênicos (Figura 2). O gelo nunca deve ser feito utilizando-se água sem tratamento sanitário como, por exemplo, água de rios, lagos e represas.



Figura 2. Características do gelo: (A) Gelo em formato de escamas para o correto acondicionamento do pescado fresco; (B) Gelo sujo e em formato inadequado podendo causar lacerações durante a estocagem de peixes. Fotos: Leandro K. F. de Lima.

3.2.3. Congelamento

O congelamento tem por princípio a redução da temperatura a valores que dificultam a ação de agentes deteriorantes. Sendo o pescado um alimento que apresenta em sua composição uma quantidade de água variável entre 60 a 90%, dependendo da espécie, tamanho e/ou habitat, o processo de congelamento deverá ser capaz de converter a maior parte dessa água em gelo para torná-la indisponível aos micro-organismos em fase de crescimento.

O processo de congelamento deve ser realizado em equipamentos adequados para que o intervalo de tempo necessário para atingir a temperatura de cristalização máxima seja o mais curto possível. Isso porque a velocidade do congelamento tem grande importância para a qualidade dos produtos congelados. Entre -1 e -2°C , por exemplo, ocorre a maior parte da mudança da água em estado líquido para o sólido e a -5°C , a quase totalidade da água de constituição estará solidificada. Essa última etapa do congelamento é considerada a mais crítica, pois, quanto mais prolongado for o tempo de cristalização, maior será a formação de grandes cristais de gelo nos espaços extracelulares do pescado. Esses macrocristais possuem arestas perfurantes

que podem romper a parede das células, acarretando sérios problemas para a sua estrutura muscular, tornando-a mais enrijecida. Posteriormente, no descongelamento, haverá exsudação de líquidos e de nutrientes importantes das células, com perdas que podem chegar a 10% do peso.

São fatores que afetam o tempo de congelamento: tipo de freezer, velocidade do ar nos túneis de congelamento, temperatura do pescado antes do congelamento, espessura e formato do pescado, embalagem utilizada e área de contato entre o equipamento de congelamento e o produto.

3.2.4. Pós-tratamento ao congelamento

Quando adequadamente congelado, o pescado consegue manter suas características organolépticas e a sua qualidade, entretanto, a indústria precisa estar atenta aos processos de desidratação que representam fatores para a depreciação do produto congelado no mercado. Dois métodos de proteção são amplamente utilizados, geralmente em combinação: o glaciamento (*glazing*) e a embalagem com vácuo para impedir a circulação do ar sobre a superfície do produto (Figura 3).



Figura 3. Pós-tratamento ao congelamento de pescado: (A) filé de tilápia congelado e filé de tilápia submetido ao processo de glaciamento; (B) postas de salmão congeladas e embaladas a vácuo. Fotos: Leandro K. F. de Lima.

O glaciamento é uma técnica industrial que consiste em aplicar uma cobertura protetora de gelo, também conhecida como *glazing*, sobre a superfície do alimento previamente congelado. O processo é geralmente realizado por imersão ou pulverização do pescado com água, objetivando a formação de uma fina camada de gelo. Além de fornecer uma excelente barreira à rancificação oxidativa, sua ação dificulta a perda de umidade durante o armazenamento prolongado do pescado congelado. A aplicação

do *glazing*, entretanto, é de difícil controle e pode gerar fraudes caso essa camada protetora ultrapasse os 20% estabelecidos como limite máximo de utilização. Logo, esse abuso pode interferir diretamente na aparência e no preço final do produto comercializado.

3.3. Conservação pelo uso do calor

Existem muitas espécies marinhas que resultam em excelentes produtos enlatados por resistirem às severas condições dos tratamentos térmicos, como atuns, sardinhas, cavalinhas, arenques, mexilhões, salmões, camarões, polvos e lulas. Entretanto, no mercado brasileiro, os atuns e as sardinhas respondem por praticamente todo o perfil de produtos enlatados comercializados. O enlatamento de algumas espécies nativas de água doce vem sendo estudado, mas ainda não tem atingido nível comercial, sendo restrito apenas às atividades de pesquisa.

3.3.1. Fundamento tecnológico

O enlatamento é considerado um procedimento industrial em que se utilizam elevadas temperaturas para a conservação do pescado. O uso do calor envolve a inativação de enzimas e micro-organismos indesejáveis pelas altas temperaturas conferidas ao pescado. Dessa forma, o produto final obtido será diferente da matéria-prima *in natura*, tanto em aspecto como em característica organoléptica. O principal objetivo consiste na preparação de um produto de boa qualidade, capaz de ser armazenado durante um tempo prolongado, sem a necessidade de refrigeração.

Para que todo o material enlatado seja seguro, os fabricantes de pescado em conserva, assim denominado o produto submetido a essa tecnologia, devem certificar-se de que o tratamento térmico seja suficiente para eliminar todos os micro-organismos patogênicos responsáveis pela depreciação do produto. A esterilização está baseada na baixa probabilidade de sobrevivência das formas vegetativas das bactérias ou de seus esporos. Nesse caso, o micro-organismo de maior risco para as indústrias de enlatados é o *Clostridium botulinum*, pois seus esporos resistentes podem sobreviver quando o processo térmico não é suficiente e as suas formas vegetativas apresentam habilidade de crescer em ambientes anaeróbicos, produzindo toxinas quando o pH do alimento se encontra acima de 4,6. Na seleção do processo térmico, portanto, deve ser levado em consideração o pH da matéria-prima como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Características do alimento e sua relação com o tipo de tratamento térmico a ser empregado como método de conservação (PRATA; FUKUDA, 2001; GONÇALVES, 2011).

Alimento	pH	Tratamento térmico
Ácido (peixes marinados, picles, geleias)	< 4,5	- Tratamento térmico brando. Elevação da temperatura até 90°C, seguida de resfriamento rápido.
Levemente ácido (peixes enlatados com molho, compotas)	4,5 < pH < 5,3	- Esterilização comercial com temperatura acima de 100°C baseada na destruição de <i>Clostridium botulinum</i> (120-125°C durante 25-35 minutos para sardinhas e 116°C durante 12 minutos para atum).
Baixa acidez (carnes, em geral)	> 5,3	- Esterilização comercial com temperatura acima de 100°C baseada na destruição de <i>Clostridium botulinum</i> (120-125°C para sardinhas/25-35 minutos e 116°C/12 minutos para atum).

3.4. Salga e secagem

3.4.1. Secagem

A secagem ou desidratação é um processo que consiste na remoção da água do alimento, sendo um dos métodos tradicionais mais antigos de conservação. Pode representar um método único de conservação do pescado ou ser utilizado em combinação com a salga e/ou defumação.

3.4.1.1. Fundamento tecnológico

A secagem tem como objetivo prolongar o período de conservação útil do alimento, inibindo o desenvolvimento microbiano, a atividade de algumas enzimas e determinadas reações químicas por meio da redução da água livre.

As moléculas de água existentes no pescado podem ser divididas em dois tipos:

- Água ligada: considerada como a água fortemente aderida e imobilizada aos constituintes do pescado por fortes ligações químicas;

- Água livre: representada pela água ligada aos constituintes do pescado por forças mais fracas, portanto, disponível para mobilizar solutos e, conseqüentemente, para o metabolismo dos micro-organismos contaminantes indesejáveis.

A secagem pode ser feita por métodos naturais e artificiais. No primeiro caso, realiza-se expondo o pescado ao sol e ao vento, ao passo que a artificial é realizada em secadores, em que as condições termodinâmicas são pré-estabelecidas.

3.4.2. Salga

A salga pode ser considerada uma das mais antigas técnicas para preservação do pescado. Embora tenha sido muito utilizada, principalmente por não exigir equipamentos onerosos para o processamento da matéria-prima, atualmente tem sofrido sensível redução, principalmente com o surgimento das tecnologias de congelamento, enlatamento e defumação.

Produtos de pescado salgado são amplamente difundidos pelo mundo e apresentam diversidade em função da tradição dos países. Destacam-se, por exemplo, produtos salgados do bacalhau, da sardinha, de arenques, de anchovados em salmoura ou azeite/óleo, o caviar e produtos marinados como *escabeche* e *ceviche*. No Brasil, o pirarucu salgado seco representa a maior iguaria regional da culinária amazônica urbana, sendo popularmente denominado de “bacalhau da Amazônia” (Figura 4).



Figura 4. Mantas de pirarucu salgado seco, enroladas e comercializadas, principalmente, em mercados populares da região Norte. Fotos: Patrícia O. Maciel.

3.4.2.1. Fundamento tecnológico

A salga baseia-se no princípio da desidratação ocasionada por um desequilíbrio osmótico. Quando os peixes ainda estão vivos, as membranas presentes nos tecidos celulares são semipermeáveis à passagem de substâncias como a água e alguns sais, por exemplo. Após a morte do animal, essas membranas se tornam permeáveis e permitem processos de troca de substâncias entre as células e o ambiente extracelular. Dessa forma, o sal adicionado penetra no interior dos tecidos promovendo sua desidratação. A remoção da água dos tecidos e a sua parcial substituição pelo sal impedem a decomposição, seja por autólise ou pela ação de micro-organismos.

3.4.2.2. Métodos de salga

Os principais métodos de salga comumente utilizados são: a seca, a úmida e a mista. Na seca, uma quantidade de sal adequada é adicionada ao peixe e deve haver contato direto entre o sal e a matéria-prima. Os peixes são empilhados de maneira homogênea, entre camadas abundantes de sal seco, para garantir que toda a sua superfície fique em maior contato com o sal. É mais indicada para pescados magros como o bacalhau, a merluza, a tilápia e o dourado, pois o contato direto da gordura com o oxigênio durante a exposição poderá ocasionar rancificação e queimaduras no produto.

Na salga úmida, a matéria-prima é imersa em uma salmoura pré-preparada a uma concentração adequada. Nesse caso, o sal penetra uniformemente e a oxidação de lipídeos é minimizada devido ao fato de ocorrer menor solubilidade de oxigênio na salmoura. Por esse motivo, é recomendável para peixes mais gordurosos como as sardinhas, o arenque e os peixes redondos de água doce.

No caso da salga mista, inicialmente o pescado é submetido à salga seca, sendo dispostos em camadas alternadas com sal até o preenchimento de tanques específicos para a retenção da salmoura formada pela exsudação da água. Os peixes são prensados e a salmoura formada pela água de desidratação é utilizada para a salga úmida dos produtos. Esse processo é utilizado com frequência para a salga da sardinha e do cação, fornecendo certa proteção contra a oxidação dos lipídeos.

Em geral, após o término do processo de salga, os produtos de pescado são submetidos à secagem para diminuir a umidade e proporcionar maior estabilidade durante a comercialização. A secagem pode ser feita tanto por métodos naturais, como pelo uso de secadores artificiais, quando, nesse caso, deseja-se a padronização dos produtos e o controle do processo.

3.4.2.3. Características do sal

O mais utilizado para a salga de pescado é o sal comum ou cloreto de sódio.

A salga é uma tecnologia que poderá, também, ser influenciada por uma série de fatores relacionados com o próprio sal utilizado: a pureza, a concentração granulométrica e a contaminação microbiana. Assim, precauções especiais devem ser tomadas com relação à sua qualidade tanto em aspecto químico quanto microbiológico.

Impurezas como areia e terra, sulfatos de cálcio e magnésio, carbonatos de sódio e traços de cobre e/ou ferro, por exemplo, podem causar alterações no produto final, dificultar a entrada do cloreto de sódio na musculatura do pescado e modificar a coloração e a textura desejável dos produtos, comprometendo, assim, a sua característica comercial.

A granulometria do sal também deve ser considerada. A utilização de grânulos finos pode interferir na velocidade de absorção do cloreto de sódio acelerando o processo de desidratação e coagulação proteica, o que não é desejável. Por outro lado, grânulos muito grandes comprometem a penetração uniforme do sal e, conseqüentemente, observa-se uma desidratação irregular, com apresentação ruim e inadequada para o consumo.

A segurança microbiológica do sal adicionado ao pescado também é outro fator de grande importância para a obtenção de um produto salgado. Micro-organismos halófilos, como as bactérias do gênero *Micrococcus*, *Corynebacterium* e *Bacillus*, podem estar presentes em concentrações suficientes para contaminar e comprometer a qualidade e a segurança do pescado curado.

3.5. Defumação

Entende-se por pescado defumado o produto obtido pela defumação do pescado íntegro, submetido, previamente, à cura pelo sal. A tecnologia de defumação pode ser a quente ou a frio, desenvolvida em estufas apropriadas e realizada por meio da queima de madeiras não resinosas, secas e duras.

Apesar de a defumação ser considerada um método de conservação de alimentos muito utilizado no passado, atualmente tem seguido uma tendência direcionada para agregar valor comercial tanto no aspecto nutricional como financeiro. Sua importância tecnológica atual, portanto, objetiva conferir cor, aroma e sabor característicos aos produtos, sejam eles industrializados ou processados artesanalmente.

No Brasil, sua divulgação e o conhecimento por parte da população são muito restritos, e a produção nacional não consegue competir com produtos importados e tradicionais, principalmente de países europeus.

3.5.1. Fundamento tecnológico

A defumação é uma tecnologia de conservação que envolve a exposição do peixe fresco ou salgado à ação do calor e da fumaça.

A combinação de fumaça, sal e secagem (defumação) caracteriza o método de preservação do alimento, além de proporcionar uma alteração nas características organolépticas do produto em termos de sabor, cor, aroma e textura (Figura 5).



Figura 5. Produtos defumados de pescado: (A) pescado refrigerado; (B) pescado salgado e defumado. Fotos: Ana Paula O. Rodrigues.

Na fumaça, estão presentes componentes bacteriostáticos e bactericidas de ação conservante como fenóis, formaldeídos e ácidos orgânicos. Aliado a esse mecanismo de preservação, os efeitos combinados durante o processo como a salga, a cocção e a secagem, garantem a diminuição da atividade microbiana, retardando seu desenvolvimento sobre o pescado defumado.

3.5.2. Etapas de defumação

O processo de conservação conta com seis etapas imprescindíveis à boa qualidade do produto defumado: limpeza do pescado, salmoura, drenagem, secagem, defumação e acabamento.

Inicialmente, o produto deve ser submetido a uma limpeza para a remoção de muco superficial, escamas, vísceras, sangue e outras impurezas. Cortes podem ser definidos para padronizar os lotes e os produtos a serem comercializados. A fase de salmoura, realizada pela salga seca ou úmida, proporciona alterações características de sabor, consistência, cor e confere um aroma peculiar. Em seguida, o produto é lavado para a eliminação do excesso de sal, seguido de uma drenagem objetivando uma secagem mais rápida e uniforme.

A etapa de secagem pode ser realizada em secadores especiais ou na própria câmara de defumação e tem a função de formar uma película protetora sobre a superfície do pescado, importante para conferir a coloração amarelada do produto defumado e proteger o interior do produto durante a ação da fumaça. A redução do teor de umidade aumenta a resistência dos tecidos à variação da temperatura e previne o amolecimento precoce.

Na defumação, é preciso levar em consideração o método utilizado, o tempo e a temperatura do processo, pois esses fatores afetam os atributos sensoriais e diversificam a qualidade dos produtos defumados. Em relação aos tipos de combustíveis necessários no processo, destacam-se os compostos de geração de calor e os produtores de fumaça.

3.5.3. Tipos de defumação

Os principais métodos de defumação são: a quente, a frio e com o uso de fumaça líquida. Na defumação a frio, a temperatura não deve exceder os 50°C e o tempo de exposição à fumaça vai depender do tipo de produto desejado. O fundamento tecnológico desse tipo de defumação objetiva mais preservar o alimento a conferir sabor e aroma característicos, entretanto precisam de uma prévia cocção antes do seu consumo. Diferentemente, no caso da defumação a quente, as temperaturas ultrapassam os 40°C, podendo chegar a 80°C. Esse aquecimento progressivo confere cor, atribui características sensoriais aos produtos e permite o consumo imediato sem prévia cocção.

A defumação líquida consiste na utilização de uma fumaça líquida obtida por meio de extratos líquidos de fumaça, preparações aromáticas de fumaça e/ou aromas de fumaça, entretanto, é preciso conhecer os componentes dessa fumaça, pois as propriedades sensoriais e a estabilidade de estocagem do produto final dependem dessa composição. São vantagens da fumaça líquida: possibilidade do controle da intensidade do sabor e do aroma; aplicação conveniente e uniforme; possibilidade de fracionar a fumaça e utilizar somente os componentes desejáveis na produção da fumaça líquida; sabor e aroma podem ser distribuídos através da carne e não limitado à superfície; investimento reduzido no equipamento da fumaça; redução do ciclo da defumação a segundos; decréscimo do trabalho requerido; redução da quantidade de produtos perdidos para a atmosfera.

3.6. Fermentação

A fermentação é uma metodologia de conservação que consiste em duas etapas: a salga, realizada em concentrações variadas de sal, e a maturação, quando o produto passa por hidrólise proteica controlada, provocada por enzimas endógenas e/ou produzidas por micro-organismos halotolerantes.

3.6.1. Fundamento tecnológico

Os produtos fermentados de pescado são preparados a partir da matéria-prima previamente salgada. Entende-se por fermentação a transformação de substâncias organizadas em compostos mais simples, seja pela ação de micro-organismos selecionados ou de enzimas endógenas localizadas no próprio tecido do pescado. Conseqüentemente, a hidrólise das proteínas musculares é iniciada, causando alteração de textura, aparência, aroma e sabor do produto. No final, apresenta-se mais estável que a matéria-prima que o originou, havendo redução significativa de volume. Em alguns casos, o valor nutricional e a digestibilidade são aumentados.

Os objetivos da fermentação são amplos. Para alguns países desenvolvidos, é muito valorizado o sabor diferenciado que torna o produto *gourmet*, servido como aperitivo. Por outro lado, pela sua rica fonte proteica e por ser um método de preservação simples, pescados fermentados poderiam ser considerados alimentos importantes para combater a fome em países menos desenvolvidos.

3.6.2. Produtos fermentados

São exemplos de produtos fermentados as pastas de pescado *bagoong* das Filipinas e o *prahoc* do Camboja; os molhos *nuoc-mam* produzidos no Vietnã e na Indonésia e os molhos *nam-pla*, *pla-ra* e *pla-som* da Tailândia; as semiconservas de anchovas, o *alici* e o *anchovis*, produtos obtidos da fermentação de anchovas (*Engraulis encrasiolus*) em Portugal, Itália e Alemanha, respectivamente.

No Brasil, o pescado fermentado ainda não encontrou representatividade comercial semelhante ao que acontece com produtos defumados. A falta de padrões oficiais para regulamentar seu processamento tecnológico reflete na dificuldade de sua classificação e normatização. A base dos produtos fermentados brasileiros é a sardinha (*Sardinella brasiliensis*), pois possui características de composição que permitem o desenvolvimento do aroma, sabor, cor e textura de produtos anchovados. Recebem a denominação de sardinha anchovada ou filés de sardinha anchovadas ou filé de peixe anchovado, uma vez que existe uma grande dificuldade de encontrar os padrões de qualidade e identidade desses produtos.

Produtos anchovados elaborados a partir de espécies de água doce não são encontrados comercialmente, e os poucos relatos são obtidos por experimentos envolvendo o uso de tilápias e lambaris, mas sem nenhuma escala industrial.

3.7. Carne mecanicamente separada

A carne mecanicamente separada (CMS) de pescado é a polpa de peixe separada de pele, escama e espinhas em máquina desossadora ou despoldadeira. Polpa de pescado, cominutado, comínuo de pescado ou *minced fish* são outras denominações para CMS, o qual serve de matéria-prima para a elaboração do *surimi* e derivados.

3.7.1. Obtenção da polpa de pescado

A obtenção da CMS envolve, inicialmente, a escolha da espécie. É recomendável a utilização de peixes magros, de carne branca e com menor teor de lipídeos para a obtenção de um CMS de boa qualidade e com características aceitáveis. A operação de separação, independente do tipo de equipamento utilizado, consiste em pressionar o pescado (podem ser: aparas e outros resíduos manualmente separados, carcaças da filetagem ou espinhaços ou mesmo o pescado inteiro, descabeçado e eviscerado) por meio de perfurações, sendo pele, espinhas, membranas, tendões, nadadeiras e membranas mantidas na parte externa do equipamento.

São utilizados três tipos de equipamentos, embora os mais comuns sejam o de tambor giratório ou cinto cilindro e do tipo rosca-sem-fim (Figura 6). De forma genérica, o rendimento após obtenção da CMS de pescado varia entre 52 e 72% para peixes descabeçados e eviscerados.

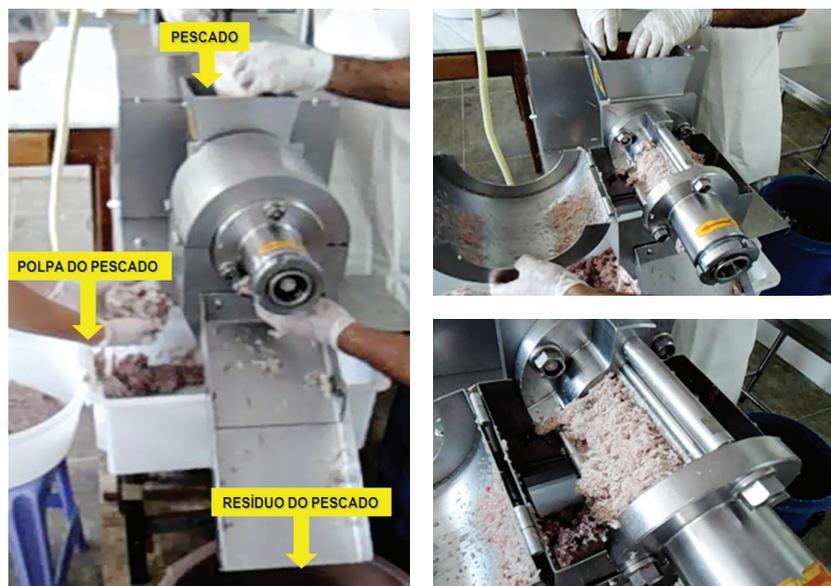


Figura 6. Despolpadeira mecânica do tipo “rosca sem fim” para obtenção de carne mecanicamente separada de pescado. Fotos: Lucas S. Torati.

Após a obtenção da massa desossada, pode-se realizar a lavagem com água fria a 5°C em uma proporção de 3:1. Embora a literatura científica não considere necessária essa etapa, a lavagem pode remover as proteínas hidrossolúveis ou sarcoplasmáticas, lipídeos e outros materiais indesejáveis (sangue e pigmentos) para conferir qualidade à CMS. Posterior à lavagem, é feito o deságue para remover o excesso de água remanescente e a adição de antioxidantes e estabilizantes em um misturador, objetivando a homogeneidade do produto que é congelado na sequência.

3.7.2. Surimi

O *surimi* é um termo japonês que representa um extrato de proteínas miofibrilares do pescado com elevada capacidade geleificante e emulsificante. Sua obtenção envolve a trituração do músculo do pescado, mecanicamente separado, lavado

várias vezes com água fria a 5°C para a remoção de todas as proteínas hidrossolúveis e outros componentes indesejáveis, seguido pela mistura de crioprotetores para evitar a deterioração durante o período de armazenamento congelado.

3.7.3. Elaboração do *surimi*

O processo de obtenção do *surimi* tem como base a obtenção da CMS que segue para uma fase de lavagens sucessivas a uma proporção de 5 a 20 vezes o volume de água em relação ao de pescado. Utiliza-se uma prensa para remoção da água contendo componentes indesejáveis (proteínas hidrossolúveis e enzimas) e uma etapa de refino. Adicionam-se ingredientes para proteger a massa da desnaturação durante o armazenamento congelado.

Os principais produtos à base de *surimi* são o *kanikama* ou *crabstick*, na forma de palitos, lascas ou pedaços, o *kamaboko*, o *chikuwa* e o *hanpen*. Todos podem ser provenientes de operações que envolvam o descongelamento dos blocos de *surimi*, trituração e adição de cloreto de sódio em *cutter* sob temperatura inferior a 10°C por, no máximo, 5 a 10 minutos. Esse procedimento promoverá a modelação e geleificação da estrutura características dos derivados do *surimi*.

Recomendações técnicas

1. Após a captura ou despesca, os peixes devem rapidamente seguir para o seu processamento e toda a sua manipulação deve ser feita o mais rápido possível, evitando deixá-lo exposto por muito tempo em temperaturas altas que aceleram o início dos processos que deterioram sua carne;
2. Imediatamente após a despesca, o peixe deve ser mantido em temperaturas baixas, próximas de 0°C. Recomenda-se fazer isso com o uso do gelo fabricado com água limpa, em escamas e na proporção de 1:1;
3. Durante o beneficiamento do pescado, recomenda-se não usar qualquer material ou utensílio feito de madeira para processar o peixe. Isso inclui caixas, tábuas, mesas, cabo de facas ou afiadores, etc. A madeira acumula sujeira e dificulta a sua limpeza. Em substituição, utilizar sempre material em aço inoxidável e plástico ou polipropileno, regularizados pelos órgãos de fiscalização sanitária;
4. Para a defumação do pescado recomenda-se utilizar madeiras com baixos teores de resinas (frutíferas, eucalipto rosa, cedro, peroba rosa, castanheiro, álamo, bétula e casca de coco). Material compensado não é muito indicado por produzir uma grande quantidade de fuligem e, conseqüentemente, depreciar a qualidade do produto conservado.

4. Bibliografia consultada e recomendada

- BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. **Industrialização de tilápias**. Toledo: GFM Gráfica e Editora, 2007. 272 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA**. Aprovado pelo Decreto nº 30.691 de 29/03/1952, alterado pelos Decretos nº 1.255 de 25/06/1962, 1.236 de 02/09/1994, 1.812 de 08/02/1996 e 2.244 de 04/06/1997.
- CECARELLI, P.S.; SENHORINI, J.A.; VOLPATO, G.L. **Dicas em piscicultura: perguntas e respostas**. Botucatu: Santana Gráfica, 2000. 247 p.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Funep, 1994. 409 p.
- CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSI, D.M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. 533 p.
- GONÇALVES, A.A. **Tecnologia do pescado**. Ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Atheneu, 2011. 608 p.
- LEE, C.M. Surimi process technology. **Food Technology**, v. 38, p. 69-80, 1984.
- OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 200 p.
- OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. v. 1. São Paulo: Varela, 1999. 429 p.
- ORDÓÑEZ-PENEDA, J.A. **Tecnologia de alimentos**, v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005. 279 p.
- PÁDUA, D.M.C. **Apontamentos de piscicultura**. Goiânia: Editora UCG, 2000. 277 p.
- POLI, C.R. **Aquicultura: experiências brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2004. 456 p.
- PRATA, L.F.; FUKUDA, R.T. **Fundamentos de higiene e inspeção de carnes**. Jaboticabal: Funep, 2001. 326 p.
- SANCHEZ, L. **Pescado: matéria-prima e processamento**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 61 p.
- SOUZA, M.L.R. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1076-1084, 2002.
- TENUTA, A.F.; JESUS, R.S. Aspectos da utilização de CMS de pescado como matéria-prima industrial. **Boletim SBCTA**, v. 37, n. 2, p. 59-64, 2003.
- VIEIRA, R.H.S.F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado**. São Paulo: Livraria Varela, 2004. 380 p.