



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Características gerais, processos de deterioração e conservação do pescado

Débora América Frezza Villar de Araújo¹, Karoline Mikaelle de Paiva Soares²,
Vilson Alves de Góis³

¹Médica Veterinária do Instituto de Defesa e Inspeção Agropecuária do RN-
IDIARN

²Bolsista de Iniciação Científica CNPq, Acadêmica do Curso de Medicina
Veterinária da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. *Autor
para correspondência: karolinemikaelle@hotmail.com

³ Professor, Departamento de Agrotecnologia e Ciências Sociais, UFERSA.

RESUMO

O pescado representa um grupo de alimentos de origem animal bastante consumido, mundialmente. No Brasil, a média de consumo per capita é baixa se comparado à média de outros países. É um produto de características intrínsecas bastante específicas que o caracterizam como alimento de alto teor nutritivo, porém de fácil deterioração. O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) estabelece padrões de qualidade para peixes destinados ao consumo humano, preconizando parâmetros químicos e sensoriais. Este artigo objetiva realizar uma revisão de literatura englobando as características gerais do pescado, incluindo aspectos

de importância nutricional, bem como os mecanismos de deterioração e de análise do frescor.

Palavras-chave: características intrínsecas, deterioração, importância nutricional.

General characteristics, processes of deterioration and conservation of fish

ABSTRACT

The fish represents a group of foods of animal origin rather consumed worldwide, while in Brazil the consumption per capita is still low compared to the average of other countries. It is a product of very specific intrinsic characteristics that characterize it as food high nutritional content, but is easy to damage. Regulation of Industrial and Sanitary Inspection of Animal Products (RIISPOA) sets quality standards for fish intended for human consumption, recommending chemical and sensory. This article aims to review the literature covering the general characteristics of fish, including aspects of nutritional importance, and mechanisms of deterioration and analysis of freshness.

Keywords: characteristics, deterioration, nutritional importance

INTRODUÇÃO

O consumo de carne de peixe vem crescendo consideravelmente nos últimos anos, devido aos inúmeros benefícios que traz a saúde humana. De acordo com Okada (1999) citado por Beirão *et al.* (2004), a proporção da parte comestível do pescado varia, amplamente com as espécies. Os valores médios para peixes, crustáceos e moluscos variam entre 70 a 85% de água, 20 a 25% de proteínas, 1,0 a 10% de gordura, 0,1 a 1,0 % de carboidratos e 1,0 a 1,5% de minerais.

Os profissionais da saúde têm recomendado a inclusão do peixe na dieta das pessoas pelo fato da gordura do pescado ser rica em ácidos graxos poliinsaturados, de grande importância para prevenção de desordens cardiovasculares (BEIRÃO *et al*, 2004); e outras, como psoríase, artrite e câncer (VISENTAINER *et al*, 2003).

Por outro lado, o peixe é um produto altamente perecível, quando fresco, com uma vida útil máxima de 15 dias, sob refrigeração. Por isso, é muito consumido sob a forma de conservas, permitindo seu armazenamento por longos períodos à temperatura ambiente (FERREIRA *et al.*, 2002).

Os principais fatores da deterioração dos peixes são: rápida instalação do “rigor mortis”, microrganismos e autólise (VIEIRA, 2003). As reações de deterioração do pescado resultam em autólise devido à ação de proteases próprias do músculo (catepsinas e calpaínas) e de exopeptidases de origem microbiana (BEATO, 2002). Após as reações proteolíticas, a amônia é a base volátil mais representativa, sendo mensurada pela análise do nitrogênio das bases voláteis totais, sendo o limite estabelecido de 30mgN/100g, o mesmo critério é adotado pelos órgãos oficiais de inspeção outros países (Alemanha, Argentina e Austrália) (BERAQUET & LINDO, 1985)

O pescado de ótima qualidade com características físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas próprias de peixe fresco requer captura ou despesca, procedimentos apropriados de abate e acondicionamento em gelo, para que o peixe mantenha as suas características físicas e químicas (MORKORE *et al.*, 2002; HUIDOBRO *et al.*, 2001).

COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRITIVO DO PESCADO

O músculo do pescado pode conter 60 a 85% de umidade, aproximadamente 1 a 2% de cinzas, 0,3 a 1% de carboidratos e 0,6 a 36% de lipídeos, sendo que este último componente apresenta esta variação em vista do tipo de músculo corporal analisado (por exemplo, a carne dorsal apresenta menor quantidade lipídica do que a carne abdominal), sexo, idade, época do

ano, habitat e dieta (DEAN, 1990 apud SIQUEIRA, 2001). Sendo que o pescado magro apresenta um alto teor de umidade, podendo chegar até 83%; ao contrário, o pescado gordo, pode atingir um mínimo de 58% de umidade, que concentra nos músculos claros e na zona caudal do peixe (SIKORSKI, 1990 apud SIQUEIRA, 2001).

De acordo com LEDERLE (1991), o valor calórico dos peixes como alimento depende do teor de gordura; assim, tem-se: peixes magros, com menos de 1% de gordura: bacalhau (0,14%), carpa (0,5%), pescada (0,6%), truta (0,7%), linguado (0,8%) e outros; peixes meio gordos, com 7% a 8% de gordura: salmão, arenque, cavala, congro e outros; peixes gordos, com mais de 15% de gordura: atum, enguia e outros.

Em nutrição humana, o peixe constitui fonte de proteínas de alto valor biológico, tão importante quanto à carne bovina (LEDERLE, 1991). A proteína do pescado é muito semelhante à proteína de animais de sangue quente, do ponto de vista qualitativo, com balanceamento de aminoácidos essenciais comparável à proteína padrão da FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, sendo especialmente rica em lisina (BEIRÃO *et al*, 2004).

Segundo Kraut (1987) apud Siqueira (2001) o conteúdo protéico da carne de pescado varia de 15 a 24%. A ingestão de 200 g de carne de pescado, onde a qualidade e o teor de aminoácidos presentes nas proteínas, unidos à sua digestibilidade, garante um suprimento nutricional ao organismo considerado como excelente, como pode ser observado na Tabela 1.

O consumo de peixes é recomendado pelos médicos desde longa data pela sua alta digestibilidade e alto valor nutricional; ideal para pessoas que consomem muitos carboidratos (como os brasileiros). Um peixe leva mais ou menos 2 horas apenas para ser digerido. Eles estimulam mais a secreção gástrica do que a carne bovina. Tem baixo teor de tecido conectivo o que facilita a mastigação. A digestibilidade média é de 96%, sendo para aves 90% e para bovinos 87%. Os aminoácidos isoleucina e lisina iniciam a digestão. Em dietas pobres nestes aminoácidos os peixes exercem especial significância (OETTERER, 1998 b).

Tabela 1. Necessidades diárias de aminoácidos essenciais e conteúdo destes no pescado.

Aminoácidos	Necessidades Diárias (mg)	Conteúdo em 200g de file de pescado (mg)
Valina	1,6	2,0
Treonina	1,0	1,6
Leucina	2,2	2,8
Isoleucina	1,4	2,0
Lisina	1,6	3,2
Metionina	2,2	1,2
Fenilalanina	2,2	1,4
Triptofano	0,5	0,4

Fonte: Kraut 1957. apud Ssiqueira 2001.

Sendo rico em vitaminas hidrossolúveis do complexo B além de vitaminas lipossolúveis A e D. Alguns concentram até 50.000 UI/g de vitamina A e 45.000 UI/g de vitamina D no fígado (OETTERER, 1998 b). Lederle (1991) cita que apesar da carne conter quantidades apreciáveis de vitamina B1, apenas nos peixes muito frescos é possível aproveitá-la, pois a tiaminase presente na musculatura cinde rapidamente a B1 em piridina e em tiazol.

Com relação aos minerais, encontra-se no músculo dos peixes sódio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo, cloro, enxofre, ferro, iodo, cobre, zinco, selênio, cromo, níquel, entre outros (OGAWA & MAIA, 1999 apud SIQUEIRA, 2001).

Dois motivos são decisivos para que se recomendem os peixes em dietas especiais às pessoas com problemas das coronárias. O baixo teor em colesterol e a alta quantidade de ácidos graxos insaturados (OETTERER, 1998 b). Profissionais da saúde têm recomendado a utilização de peixes na alimentação humana e de óleos de peixes e concentrados de ácidos graxos, como suplementos. A gordura do pescado é altamente poliinsaturada, especialmente em ácido eicopentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA) que apresentam efeitos redutores sobre teores de triglicerídeos e colesterol sangüíneo, reduzindo, conseqüentemente os riscos de incidência de doenças

cardiovasculares como aterosclerose, infarto do miocárdio, trombose cerebral, etc. (BEIRÃO *et al*, 2004).

Estudos realizados com base em intervenções de dietas comprovaram que o consumo de ácidos graxos poliinsaturados e/ou óleos de pescado reduz fatores bioquímicos de risco associados às doenças cardiovasculares (KROMANN & GREEN, 1980), psoríase (MAYSER *et al.*, 1998), artrite e câncer (KIMURA *et al.*, 2001; ROSE & CONNOLY, 1999) e pode estar envolvido na fertilidade humana (CONQUER *et al.*, 2000) apud (VISENTAINER *et al*, 2003).

DETERIORAÇÃO DO PESCADO

A conservação de peixes apresenta problemas mais agudos que a conservação de carne de outros animais, uma vez que a decomposição instala-se muito mais rapidamente em pescados (GERMANO & GERMANO, 2008). O pescado, logo após sua morte, começa a sofrer uma série de alterações que se iniciam pela ação das enzimas autolíticas que hidrolisam proteínas e gorduras. Ao mesmo tempo ocorre ação de microorganismos, provocando alterações físico-químicas até a completa deterioração (BEIRÃO *et al.*, 2004).

Os passos iniciais do processo de deterioração do pescado começam com a liberação de muco em sua superfície, seguido de *rigor mortis*, autólise e decomposição bacteriana (BEIRÃO *et al.* 2004). Naturalmente estas fases não seguem umas as outras em ordem estrita; seus inícios, fins e durações variam, e geralmente se sobrepõe dependendo das condições de manuseio e armazenagem (CAMARGO *et al.*, 1984).

Estas alterações ocorrerão independentemente da forma como o peixe é manuseado, mas a velocidade com que elas se instalam pode ser reduzida até certa extensão para manter um alto grau de frescor, de modo que a etapa posterior de processamento seja possível (BONNELL, 1994 apud VIEIRA, 2003). Tais processos, em qualquer espécie de pescado, geralmente seguem o

mesmo curso, independentemente da origem ou procedência do pescado. No entanto, a velocidade com que estas alterações ocorrem varia bastante entre as espécies (HUSS, 1988 apud VIEIRA, 2003).

Liberação de Muco

A liberação de muco ocorre como uma reação peculiar do organismo as condições desfavoráveis do meio que cerca o pescado. Ele consiste, na sua maior parte, de uma glicoproteína chamada mucina que é substrato para bactérias (BEIRÃO *et al.*, 2004). Vieira (2003) cita que o muco também pode ser constituído por aminoácidos livres, óxido de trimetilamina (OTMA), derivados de piperidínicos e outros componentes afins.

Segundo Vieira (2003), aparentemente, as bactérias que produzem as alterações têm pouca dificuldade de crescer no muco, na porção externa dos peixes.

Deste modo, o muco pode entrar em decomposição quando o peixe está perfeitamente fresco (CAMARGO *et al.*, 1984). Atuando assim, como veículo para a penetração de bactérias na carne (BEIRÃO *et al.*, 2004).

Logo, é importante que se lave o pescado após sua captura, para retirar de sua superfície uma quantidade considerável de bactérias. Jul (1953) recomenda também que se adicione a esta água compostos como cloro, hipocloritos ou água oxigenada, reduzindo assim, mais consideravelmente a quantidade de bactérias. Algumas experiências demonstraram que a adição de 50 ppm (0,05%) de cloro em água oferece melhores resultados que o simples emprego de água desclorada na retirada do muco e do sangue do pescado (STANSBY, 1968 apud VIEIRA, 2003).

Rigor Mortis ou Rigidez Cadavérica

O *rigor mortis* significa o enrijecimento do músculo, como resultado do esgotamento de ATP, pois após a morte do pescado, os compostos orgânicos da carne se hidrolisam; sendo o composto que se hidrolisa mais rapidamente é o glicogênio, provocando acúmulo de ácido láctico no músculo e reduzindo o pH (BEIRÃO *et al.*, 2004).

O evento acontece do seguinte modo: o peixe morre por asfixia, cessa a entrada de O₂ e os produtos metabólicos não oxidados no sangue e nos músculos paralisam o sistema nervoso. Ocorre a hiperemia e a liberação de muco. O peixe está em *pré rigor*, esta fase dura de 1 a 2 horas, há glicogênio como fonte de energia e o ATP combinado com a miosina confere ao peixe uma carne branda com pH médio de 7,0. O ATP presente (2200µg de trifosfato de adenosina/g peixe) é usado para liberar energia e passa a ADP (difosfato). Em seguida há redução total do ATP (não há mais nenhum glicogênio). É liberada a miosina que estava combinada com o ATP. Aparece o ácido láctico (3300µg/g) formado a partir da degradação do glicogênio. Este é o ponto de passagem do *pré rigor* para o *rigor mortis* (OETTERER, 1998).

A miosina livre se combina com a actina e forma a actomiosina, a carne fica enrijecida e com maior acidez; com pH médio de 6,5 (devido à presença do ácido láctico) (OETTERER, 1998). A rápida queda do valor do pH, influenciada pelo teor de ácido láctico formado pela decomposição do glicogênio, depende diretamente das condições de captura e da temperatura de armazenamento do peixe.

O *pos rigor* se instala a partir do momento em que a actomiosina é degradada por enzimas proteolíticas digestivas, sendo que a catepsina tem alta atividade. Há o amolecimento da carne e com a degradação protéica vão aparecendo os peptídeos, aminoácidos livres, amidas, imidas, etc. (OETTERER, 1998).

Assim, os métodos de captura têm uma influência acentuada com relação ao intervalo de tempo necessário para que o *rigor mortis* se instale. O pescado que é submetido a um forte estresse durante o processo de captura, que

antecede sua morte, terá o período de *rigor mortis* reduzido devido ao gasto excessivo de glicogênio (STANSBY, 1968 apud VIEIRA, 2003).

Oetterer (1999) recomenda que o abate seja feito imediatamente após a captura, evitando que os peixes sofram fadiga e percam as reservas energéticas, importantes para mantê-los mais tempo na fase *pré rigor*.

Ludorf (1987) relata que o processo de rigor inicia-se cinco horas após a morte do pescado terminado trinta horas após, quando estocada a 0°. E a temperatura ambiente, o autor relata que o processo varia de cinco a sete horas. Porém, Oetterer (1998) relata que o rigor mortis pode durar de 2 a 18h com um pico as 6h.

A instalação, a intensidade e resolução do *rigor mortis* também dependem da espécie e da temperatura de estocagem do pescado (PRATA, 1999). Ele demora mais para se iniciar e dura mais tempo, quanto mais baixa for a temperatura em que o pescado for mantido (VIEIRA, 2003).

Durante o *rigor mortis* a atividade bacteriana é muito limitada. Com a dissolução do mesmo, a multiplicação bacteriana torna-se acelerada, conduzindo em pouco tempo à deterioração (CAMARGO *et al.*, 1984). Uma vez que as bactérias putrefativas possuem pH ótimo entre 6,8 e 7,0 e o pH do pescado situa-se numa faixa entre 6,2 e 6,4, uma faixa muito próxima da ideal para estas bactérias (PRATA, 1999).

Assim, na fase do *rigor mortis* o peixe se conserva, pois o pH ácido freia a ação microbiana e controla a ação enzimática (OETTERER, 1998). No entanto, a decomposição é particularmente intensa quando o pescado sai do *rigor mortis*, e as bactérias têm como substrato os produtos hidrolisados formados como resultado da autólise, ou seja, aminoácidos, óxido de trimetilamina (TMA-O), histidina, uréia, etc., que ocorrem no músculo (BEIRÃO *et al.*, 2004).

Assim, o resfriamento do pescado através da mescla com gelo acaba retardando a instalação e evolução do *rigor mortis*, embora nas condições usuais da pesca comercial brasileira, ao ser descarregado nos entrepostos ou fábricas, geralmente o mesmo já tenha se resolvido (PRATA, 1999).

Alteração por Enzimas - Autólise

Os tecidos da carne do pescado consistem basicamente de proteínas e gorduras, a autólise é o processo de hidrólise destes compostos devido à ação das enzimas proteolíticas e lipídicas (BEIRÃO *et al*,. 2004).

A deterioração ou as alterações autolíticas são responsáveis pela perda inicial da qualidade do peixe fresco, mas contribuem muito pouco para a deterioração do peixe refrigerado e de outros produtos da pesca. Porém, o rápido desenvolvimento de cheiros desagradáveis e o aparecimento de manchas devido à ação das enzimas digestivas em alguns peixes não eviscerados constituem exceções (HUSS, 1997).

Segundo Prata (1999), há rompimento de lisossomos e liberação de catepsinas, que são enzimas que agem sobre os constituintes da própria célula, devido a escassez de energia importante para a manutenção da integridade estrutural.

Prata (1999) cita que a liberação de NH₃ pela degradação do ATP, e a liberação de aminoácidos de reação alcalina, pelos processos autolíticos, propiciam a proliferação de bactérias que se nutrem dos constituintes liberados. A partir de então o processo deteriorativo se intensifica, pois a multiplicação de organismos proteolíticos gera suprimento adicional de nutrientes para o crescimento bacteriano. A carne muda de consistência tornando-se amolecida, o que favorece também a deterioração por bactérias (BEIRÃO *et al*,. 2004).

Logo, as alterações são causadas por enzimas endógenas, principalmente nos primeiros dias de armazenamento refrigerado, e posteriormente, a atividade bacteriana assume um papel predominante na deterioração (GARTHWAITE, 1992 apud LAPA-GUIMARÃES, 2005).

Huss (1997) cita que os processos de deterioração química mais importantes para o pescado são as alterações que ocorrem na sua fração lipídica. O processo de oxidação envolve apenas o oxigênio e os lipídeos insaturados. O primeiro passo leva à formação de hidroperóxidos que não

conferem nenhum sabor, mas podem levar ao aparecimento de colorações castanhas ou amarelas no tecido do peixe. A degradação dos hidroperóxidos origina a formação de aldeídos e cetonas. Estes compostos têm um sabor forte a ranço. A oxidação pode ser iniciada e acelerada pelo calor, luz (especialmente luz ultravioleta) e várias substâncias orgânicas e inorgânicas (por exemplo, Cu e Fe). Porém, em temperaturas de 10 a 15°C, o desdobramento das proteínas será muito mais rápido que das gorduras, tanto que esta última nem sequer se nota quando o pescado está em decomposição (JUL, 1953).

O sistema digestivo propicia o desenvolvimento da autólise, uma vez que o sistema digestivo do pescado contém uma quantidade considerável de enzimas, estas enzimas podem atacar rapidamente a musculatura da parede abdominal próximas daquele órgão (JUL, 1953), facilitando assim o processo de autólise.

A deterioração química ou desenvolvimento do cheiro a ranço pode ser impedido por um rápido manuseio do pescado a bordo e armazenagem dos produtos em condições de anóxia (embalagem a vácuo ou em atmosfera modificada). Bem como a utilização de antioxidantes pode ser também considerada (HUSS, 1997).

Alterações Causadas por Microrganismos

O pescado por ser rico em nutrientes, sobretudo proteínas, é muito susceptível ao ataque e/ou desenvolvimento microbiano, além de poder sofrer alterações de natureza física ou química, que irão se refletir, geralmente em sua cor, consistência, odor e sabor, podendo além de acarretar perdas do produto, ocasionar risco à saúde dos consumidores (BRASIL, 1976).

Após a resolução do *rigor mortis*, com a seqüência de eventos, principalmente a desnaturação e degradação dos protídeos, o pH se eleva, proporcionando melhores condições para o desenvolvimento bacteriano (PRATA, 1999). O músculo de um peixe vivo ou morto recentemente, quando

íntegro, é usualmente estéril. Porém, um grande número de bactérias está presente na superfície do corpo, nas guelras e intestinos. Quando o pescado morre, estas bactérias, gradualmente, penetram nos músculos (BEIRÃO *et al.*, 2004). Normalmente, a pele íntegra e o revestimento por escamas é que opõem a maior resistência à penetração de bactérias (PRATA, 1999).

A flora inicial do peixe é muito diversa, embora as bactérias psicotróficas Gram-negativas sejam, muitas vezes, dominantes. O peixe capturado em áreas tropicais pode transportar uma carga ligeiramente mais elevada de organismos Gram-positivos e bactérias entéricas. Durante a armazenagem, desenvolve-se uma flora característica, mas apenas parte dela contribui para a deterioração (HUSS, 1997). Espera-se que os peixes tropicais, que possuem pequena quantidade de organismos psicrófilos em sua microbiota, mantenham-se estocados em gelo por mais tempo que as espécies de águas frias. Os processos de deterioração não ocorrerão até que os organismos psicrófilos tenham-se multiplicado em níveis capazes de produzirem maus odores (DISNEY *et al*, 1974 apud VIEIRA, 2003).

De um modo geral os gêneros mais importantes, em escala decrescente, são: *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*. (CAMARGO *et al.*, 1984).

O pescado pode conter, pois a soma total de seus próprios microorganismos e os que infestam águas marítimas (bactérias dos gêneros *Sarcina*, *Vibrio*, *Flavobacterium*, *Serratia* e *Bacillus*) e doces (além destas, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Brevibacterium* e *Aeromonas*).

Um dos fatores mais fortes que influenciará nas contagens bacterianas do muco, pele, fluido intestinal e guelras do pescado é o local onde o peixe foi capturado. Águas mais poluídas conferem maior contaminação ao pescado. Um exemplo disso são as espécies de pescado de água doce capturadas em viveiros cujos piscicultores utilizam consorciação porcos/peixes (VIEIRA, 2003).

Estas bactérias contaminam o pescado, não só pelas águas, mas também pelo seu manuseio pelos pescadores, pelo modo com que são arrumados em recipientes e locais inapropriados e pelo longo tempo que levam os produtos para serem submetidos ao processo de frio (EVANGELISTA, 1998).

Lerke (1965) citado por Vieira (2003) cita que os organismos responsáveis por alterações no pescado são considerados aqueles que produzem maus odores quando crescem em culturas puras no músculo estéril do peixe, ou no seu suco prensado. Com este critério, *Pseudomonas*, *Acinetobacter* e *Moraxella* são bem caracterizadas como bactérias decompositoras.

Devido à intensa quantidade de substratos favoráveis às bactérias, representada principalmente pelas substâncias nitrogenadas não protéicas, seu metabolismo e multiplicação se intensificam, assim ocorre progressivamente o desdobramento dos constituintes celulares com a conseqüente formação e acumulação de substâncias de odor desagradável, repugnantes e tóxicas (PRATA, 1999). O típico padrão de crescimento bacteriano, durante a deterioração do pescado mostra uma curva clássica definida por estágios no declínio da qualidade do pescado, descrita por alterações nas características sensoriais tais como odor, "flavour", aparência e textura (VIEIRA, 2003).

Algumas alterações da cor dos peixes, de tonalidade entre o amarelo e o amarelo esverdeado são conseqüências da presença de psicrofilos amarelos e de *Pseudomonas fluorescens*; outras anomalias de coloração podem ocorrer como a marrom de chocolate (leveduras não esporuladas) e a cor rosada ou vermelha (espécies do gênero *Micrococcus* e *Bacillus*) (EVANGELISTA, 1998).

Alguns bolores halófilos (*Sporendonema*, *Oospora*) são também classificados como organismos responsáveis pela deterioração. Não produzem cheiros desagradáveis, mas a sua presença diminui o valor do produto em virtude do aspecto desagradável que lhe conferem (HUSS, 1997).

Logo, uma vez escolhida a maneira da captura e, dependendo da espécie, o melhor procedimento a ser adotado deverá ser o de eviscerar

imediatamente o pescado e retirar também sua cabeça e guelras. Sendo que após a evisceração e o descabeçamento, o pescado deverá ter sua cavidade abdominal lavada com água livre de germes para só depois ser misturada ao gelo, resultando, assim em uma considerável redução da contaminação nos produtos onde só o músculo é comercializado (VIEIRA, 2003).

No entanto é preciso lembrar que as contaminações cruzadas acontecem na indústria e nos mercados locais, provenientes das facas de cortar, das mãos dos manipuladores e das máquinas utilizadas, apesar de todo o cuidado e uso de anti-sépticos e água clorada (VIEIRA, 2003).

Os microrganismos possuem uma temperatura ótima de crescimento (JAY, 2005; FRANCO & LANGRAF, 2008). Assim, uma das maneiras de retardar essa decomposição é diminuir a temperatura até um nível em que tais microorganismos não cresçam ou o façam muito lentamente (TORNES & GEORGE, 1976).

IMPORTÂNCIA DA REFRIGERAÇÃO PARA O PESCADO

Toda tecnologia de pescado é baseada no trinômio: tempo + higiene + temperatura. O tempo é importante na rapidez com que se desencadeiam reações autolíticas e /ou bacterianas que, por outro lado, estão relacionadas com o grau de higiene do barco e dos manipuladores do pescado. Somados às baixas temperaturas às quais, se devidamente aplicadas, evitarão ou, pelo menos retardarão as reações acima mencionadas. Portanto não é suficiente que apenas um dos fatores seja cumprido, sendo necessária a observação dos três ao mesmo tempo (VIEIRA, 2003).

Ao sair da água o peixe viaja várias horas até a comercialização. O único meio de atrasar a deterioração é usar um agente que freie as reações enzimáticas e iniba a ação bacteriana, mesmo que temporariamente. O frio é esse agente. Na forma de gelo, a temperatura diminui, mas não se mantém constante. Há flutuações e a temperatura vai se elevando conforme o gelo vai

derretendo. Na feira, se o pescado não é vendido vai para o refrigerador (onde apenas se tornam mais lentos os efeitos de enzimas e microrganismos) e volta à banca no dia seguinte já bem mais vulnerável à ação microbiana e enzimática (OETTERER, 1998 b).

De acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal do Ministério da Agricultura, RIISPOA (BRASIL, 1980), em seu Artigo 439, o pescado, em natureza, pode ser: fresco, resfriado ou congelado.

§ 1º: Entende-se por "fresco" o pescado dado ao consumo sem ter sofrido qualquer processo de conservação, a não ser a ação do gelo.

§ 2º: Entende-se por "resfriado" o pescado devidamente acondicionado em gelo e mantido em temperatura entre -0,5º e -2º C (menos meio grau centígrado e menos dois graus centígrados).

§ 3º: 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).

§ 4º: Depois de submetido à congelação o pescado deve ser mantido em câmara frigorífica a -15 ° C (menos quinze graus centígrados).

Parágrafo único: O pescado uma vez descongelado não pode ser novamente recolhido à câmara frigorífica.

Para a conservação do pescado fresco a refrigeração é indispensável. Portanto, seu uso torna-se obrigatório, seja em gelo e/ou câmara fria (PRATA, 1999 e FENNEMA, 1989). Quando se combina o uso do gelo e a câmara de refrigeração, ela conserva o gelo e este impede a desidratação do peixe (OETTERER, 1998). Essa refrigeração poderá manter o peixe por um tempo limitado de no máximo 8 dias, no entanto a deterioração segue lentamente. À temperatura de 4,5º C, de um refrigerador comum, por exemplo, em 12 a 24 horas, as bactérias presentes podem multiplicar-se 2 vezes. O armazenamento no gelo, se tardio, não restituíra a qualidade perdida após a captura (OETTERER, 1998).

No entanto, a refrigeração deve ocorrer logo após sua captura, isto é, nos próprios barcos, nos meios de transportes, nos postos de vendas, nos locais de breve consumo e nos recintos à espera de sua transformação industrial (EVANGELISTA, 1998 e JUL, 1953). A refrigeração é efetiva no pescado se este estiver refrigerado dentro de 1 hora após sua morte, pois as bactérias dos pescados de zonas tropicais são predominantemente mesofílicas: o gelo, no entanto, está susceptível à contaminação por microorganismos psicotróficos (OETTERER, 1999). Um atraso no arrefecimento do pescado a bordo pode facilitar a proliferação bacteriana (formação de histamina, deterioração) e a alteração química (oxidação). As condições de tempo e temperatura constituem igualmente importantes Pontos Críticos de Controle (PCC) na prevenção da oxidação e da alteração química. Deste modo, a exposição, por algumas horas, por exemplo, do peixe gordo ao sol, ao ar e à temperatura ambiente, durante o manuseio das capturas, é suficiente para introduzir importantes perdas de qualidade e uma alteração química precoce (HUSS, 1997).

A velocidade de refrigeração pode ser entendida como a passagem de 20°C para 1°C ocorrendo em 1 hora e 30 min, na proporção de gelo: peixe = 1:1, para um lote de 1,5 Kg de peixes (OETTERER, 1998). Jul (1953) cita que a grande vantagem do gelo é que este tem uma grande capacidade de resfriamento, pois com 1 kg de gelo pode-se resfriar 5 kg de pescado de 15°C para 0°C.

Segundo Oetterer (1999) a temperatura do pescado pode ser baixada até próximo ao ponto de congelamento, entre -1,5 °C a -2,5° C. Jul (1953) cita que quando a temperatura decresce de 20° para 15°C, se amplia em um dia o período de conservação do pescado em boas condições, enquanto que a redução de 5° para 1° C, seu tempo de armazenamento aumenta em cinco dias.

Há necessidade de quantidades suficientes de gelo, não apenas para resfriar o peixe, mas para mantê-lo em condição de resfriamento (VIEIRA, 2003). De modo geral, a porção empregada de gelo, para refrigeração de

pescado, deve ser regida pela proporção gelo-pescado, que gira entre 1/4 e 1/1. No caso de peixes eviscerados, estes devem ser mantidos em contato direto com o gelo, que também será introduzido fartamente em suas cavidades branquiais (EVANGELISTA, 1998).

Para manter estreito contato com o pescado, o gelo empregado para sua preservação deverá ser finamente triturado. Sendo que a trituração deverá resultar em partículas de dimensões adequadas, dependendo do tamanho e tipo do peixe. Pois gelo muito grosseiro danificará mecanicamente o pescado, enquanto que partículas muito finas formarão “pontes” durante a fusão, tornando o contato menos eficiente (CEREDA & SANCHES, 1983 apud VIEIRA, 2003).

O gelo utilizado na conservação do pescado, a bordo de barcos não dotado de câmaras frigoríficas, deverá ser de ótima qualidade em relação ao seu aspecto bacteriológico, pois a qualidade deste afetará diretamente a qualidade do pescado. Sua produção, manuseio, armazenamento e utilização deverão ser feitos de maneira a protegê-lo de contaminações (VIEIRA, 2003).

A água formada pela fusão servirá para conservar úmida a parte externa do peixe e também para lixiviar algumas bactérias, no entanto, essa água tornar-se-á contaminada, devendo ser escoada o mais rápido possível (VIEIRA, 2003).

A vida útil do pescado é limitada a até 12 dias. Podem ocorrer alterações organolépticas e nutricionais, devido ao drip (exsudação) (OETTERER, 1998; GUIMARÃES *et al.*, 1988). Porém, Mujica (1988) apud Siqueira, (2001) ressalta que as tilápias evisceradas e inteiras são consideradas inadequadas para consumo, no período de nove horas à temperatura ambiente e três dias no gelo, uma vez que os processos oxidativos interagem conforme a temperatura se altera.

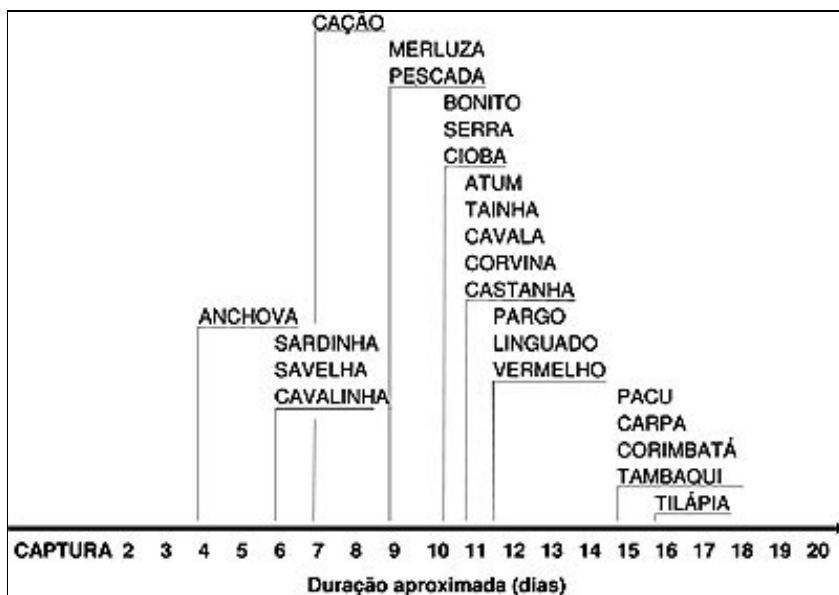
Guimarães *et al* (1988) realizou a análise do frescor da tilápia quando mantida em gelo por até 21 dias e constatou que no 16º. dia o nível de frescor

continuou reduzindo, atingindo níveis inadequados para consumo, chegando finalmente ao estado pútrido, no 21 dia, quando a análise foi concluída.

Contreras apud Sugimoto (2005), após avaliações de especialistas, análises sensoriais, químicas e, em alguns casos, microbiológicas, pôde concluir que os peixes tropicais de água doce, especialmente os de corpo achatado, pele grossa e escamosa, chegam a três semanas de vida útil, enquanto as espécies sem escamas ou com escamas pequenas se deterioram mais facilmente.

Segundo Siqueira (2001) a radiação gama a 5kGy, é uma alternativa para prolongar o tempo de vida útil das tilápias, por até, pelo menos 30 dias, quando comercializadas na forma de minimamente processadas, mantidas sobre refrigeração.

Tabela 2. Duração do peixe no gelo.



Fonte: Sugimoto, 2005

AVALIAÇÃO DO FRESCOR

O estado de frescor do pescado armazenado é avaliado por uma série de parâmetros físicos, bioquímicos, microbiológicos e sensoriais, cujos valores no tempo **t** (no momento da avaliação), são comparados com os respectivos que a matéria apresenta no tempo **t₀** (recém capturado) (MORAES, 1988).

Análise Sensorial

Para a venda do peixe "in natura" é necessário que ele esteja fresco. Este é o peixe recém-capturado, conservado no gelo e que mostra suas qualidades originais inalteradas. Mas geralmente o que se compra nos grandes centros é o peixe recém descongelado. Um peixe "fresco" tem suas características bem definidas que vão se transformando conforme vai passando o tempo pós captura (OETTERER, 1998 b).

A avaliação sensorial é considerada satisfatória na avaliação da qualidade de peixes, apresentando vantagens adicionais como rapidez, baixo custo, não é destrutiva, e está relacionada aos critérios de aceitação adotados pelos consumidores (SOARES *et al*, 1998 apud SIQUEIRA, 2001).

A inspeção sanitária baseia-se muito em observações sensoriais, privilegiando a visão, o tato, o olfato, verificando a apresentação, o aspecto, a consistência e resistência e o odor ou cheiro (PRATA, 1999). Ela permite a liberação do pescado para o comércio varejista ou indústria alimentícia, somente do produto em boas condições higiênico-sanitárias. No entanto, assim que o pescado é liberado, forma-se uma extensa cadeia de comercialização que propicia o desenvolvimento de contaminações microbiológicas (GERMANO *et al.*, 1998).

Segundo o Artigo 442 do RIISPOA (BRASIL, 1980), o pescado fresco próprio para o consumo deverá apresentar as seguintes características organolépticas:

- 1- Superfície do corpo limpo, com relativamente brilho metálico;
- 2- Olhos transparentes, brilhantes e salientes, ocupando completamente as órbitas;
- 3- Guelras róseas ou vermelhas, úmidas e brilhantes com odor natural, próprio e suave;
- 4- Ventre roliço, não deixando impressão duradoura à pressão dos dedos;
- 5- Escamas brilhantes, bem aderentes à pele e nadadeiras apresentando certa resistência aos movimentos provocados. Não devem ser viscosas.
- 6- Carne firme, consistência elástica, de cor própria à espécie;
- 7- Vísceras íntegras, perfeitamente diferenciadas;
- 8- Ânus fechado;
- 9- Cheiros específicos, lembrando o das plantas marinhas;



Figura 1. Guelras de bacalhau estocado por 1 dia em gelo.

Fonte: QIM Eurofish (2003).



Figura 2. Guelras de bacalhau estocado por 15 dias em gelo

Fonte: QIM Eurofish (2003).

Logo, em função das alterações que se processam, os peixes em deterioração apresentam as seguintes características: olhos cada vez mais opacos e côncavos; as guelras perdem a cor vermelho vivo, adquirindo, progressivamente, tonalidades marrons acinzentadas; o cheiro ou o odor torna-se desagradável, iniciando-se pelas guelras e muco superficial; a

musculatura torna-se flácida, permitindo impressão duradoura dos dedos; e em processo avançado, a carne se separa facilmente dos ossos.

Análise Química

Como as observações sensoriais são muito subjetivas e sujeitas a controvérsia, elas acabam se complementando com a realização de testes objetivos, representados pelos testes físico-químicos, e quando necessários microbiológicos (PRATA, 1999).

As análises microbiológicas são importantes para assegurar a baixa contaminação microbiológica ou mesmo ausência de bactérias patogênicas, mas os resultados são demorados e o custo elevado, o que tem incentivado o desenvolvimento e emprego de métodos químicos, geralmente mais rápidos e objetivos (GUIMARÃES apud SUGIMOTO, 2005).

Os testes físico-químicos utilizados na verificação do estado de frescor do pescado seguem um princípio fundamental: buscam determinar a presença e a quantificação de substâncias que surgem ou aumentam de quantidade em função da deterioração (PRATA, 1999). Compostos como bases nitrogenadas voláteis (BNV), trimetilamina (TMA), aminas biogênicas, nucleotídeos, uréia, triptofano livre têm sido propostos como índices químicos de frescor para pescado, podendo ser efetivos ou não, o que depende da espécie, da microbiota contaminante e das condições de armazenamento (SUGIMOTO, 2005).

Segundo Contreras (2002) apud Lapa-Guimarães (2005), os compostos formados na primeira etapa, entre a captura e o fim do *rigor mortis*, são de origem autolítica e sua produção não pode ser evitada, mas apenas regulada; enquanto que os compostos da segunda etapa, que compreende as mudanças de qualidade no pós *rigor*, são produtos de atividade microbiana cuja formação pode ser controlada até certo limite pelo emprego de processos tecnológicos adequados.

A detecção das alterações progressivas dessas substâncias no músculo do pescado, durante o armazenamento, é o primeiro requisito para considerá-las como potenciais índices de frescor (GUIMARÃES apud SUGIMOTO, 2005).

Infelizmente, o controle desses compostos não é rotineiro em entrepostos como Ceasa e cooperativas de pescadores, que estão na ponta de uma cadeia de produção confiável e engrenada. Contudo, análises de laboratório são importantes para a indústria pesqueira envolvida com importação e exportação (SUGIMOTO, 2005).

Determinação de Trimetilamina (TMA)

A trimetilamina (TMA) se origina em pescados devido à ação de enzimas bacterianas sobre o óxido de trimetilamina (OTMA), este funciona como regulador de pressão osmótica nos peixes em grandes profundidades. A formação de TMA não é função direta da microbiota contaminante total, mas sim da proporção de bactérias redutoras e não redutoras de OTMA (RINGO et al., 1984 apud LAPA- GUIMARÃES, 2005).

O OTMA está presente em quantidades variáveis, dependendo da espécie, no pescado marinho, enquanto é ausente ou em quantidades muito pequenas no pescado de água doce. Após a morte, em função da quantidade de OTMA presente, a quantidade de TMA aumenta gradativamente. Os principais grupos de bactérias envolvidas na redução de OTMA para TMA pertencem aos gêneros *Shewanella*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Vibrio* e *Acinetobacter* como gram negativas e *Micrococcus* e *Bacillus* como gram positivas, todas elas psicrófilas (LISTON, 1980 apud LAPA- GUIMARÃES, 2005), sendo que *Shewanella putrefaciens* é uma das bactérias mais representativas da produção de TMA a partir de OTMA (RINGO et al., 1984 apud LAPA- GUIMARÃES, 2005).

A Legislação Brasileira estabelece um máximo de 4mg/100g de músculo de pescado marinho e a ausência de TMA na carne de pescado de água doce (PRATA, 1999).

Determinação de Bases Nitrogenadas Voláteis (BNV)

A concentração de aminas voláteis, também chamadas Bases Nitrogenadas Voláteis (BNV) é um dos parâmetros mais utilizados para avaliar a decomposição do pescado devido a sua simplicidade analítica e razoável concordância com o estado de frescor (CONTRERAS, 1994).

Dentro da composição genérica de BNV encontram-se substâncias como amônia trimetilamina, etilamina, monometilamina, putrescina, cadaverina e espermidina. No entanto, o principal componente deste grupo é a amônia, constitui um dos produtos da desaminação dos derivados do adenosina trifosfato (ATP), aminoácidos e uréia, sendo responsável pelas maiores alterações químicas, quando se trata de peixe de água doce (SIKORSKI *et al*, 1994 apud SOCCOL, 2002).

Morga (1975) apud Siqueira (2001) discute que as bases nitrogenadas voláteis ocorrem no músculo do pescado devido ao desdobramento das proteínas, por ação enzimática e bacteriana, dando com produtos finais aminas, situando-se entre estas, substâncias voláteis simples. Estas aminas aumentam progressivamente com a deterioração, sendo determinadas no tecido muscular, sob a forma de bases voláteis totais.

Contreras (1994) complementa, o aumento de amônia pode se originar da ação das aminoidrolases sobre os nucleotídeos, desenvolvimento microbiano e hidrólise de uréia. A amônia derivada de nucleotídeos é produzida logo após a captura e em alguns casos, no esforço anterior à captura, e não deve ser considerado um reflexo da deterioração, representando apenas uma decomposição autolítica que não pode ser evitada. Posteriormente, amônia proveniente da degradação de outros compostos nitrogenados, a exemplo de aminoácidos (HOWGATE, 1979). Ao longo da estocagem em gelo, o conteúdo

de BNV aumenta progressivamente, sendo assim útil na avaliação do frescor e deterioração do pescado (SHEWAN et al, 1962 apud LAPA- GUIMARÃES, 2005).

Embora as BNV sejam utilizadas para avaliação de índice de frescor de pescado, entre os pesquisadores têm sido motivo de controvérsias.

O teor de bases nitrogenadas no músculo de pescado fresco, logo após a morte, em geral não excede o valor de 15 a 20mg de nitrogênio por 100g de músculo. (ZAITSEV *et al.*, 1969, LISTON, 1982, SIKORSKI *et al.*, 1994 apud LAPA-GUIMARAES, 2005). A Legislação Brasileira fixa máximo de 30mg/100g de carne (PRATA, 1999).

Já Stamsby (1944) cita que os peixes que apresentaram valores de BVT menores ou iguais a 12mg/100g de músculo, podem ser considerados frescos, enquanto os que apresentaram valores de BNV entre 12 e 20mg/100g de músculo, embora considerados em discreta decomposição, ainda são adequadas para o consumo. De acordo com o citado autor, o pescado é considerado inadequado para o consumo humano quando atinge um valor para o BNV superior a 20 mg/100g.

Em 1984, Netto realizou um experimento a fim de observar as alterações químicas e sensoriais do híbrido de tilápia estocado em gelo. Nele, observou que logo após a morte do peixe, o valor de BNV apresentou-se bastante reduzido ($8,15 \pm 0,64$ mg N/100g de músculo), havendo então, um rápido aumento nas primeiras 24h de estocagem em gelo, atingindo o valor de $20,19 \pm 0,32$ mg N/100g de músculo. A partir deste período observou-se redução nos teores de BNV, a qual se estendeu até o 10º dia.

De acordo com Mujica (1988) as Tilápias do Nilo evisceradas e mantidas sob gelo apresentaram um comportamento irregular quanto aos teores de BNV, variando de 15,08 a 21,05 mg/100g de músculo, depois de três dias de armazenamento.

Em peixes abatidos mediante insensibilização com CO₂ e mantidos durante 17 dias em armazenamento em gelo, apresentaram valores de BNV que variaram de 18, 38 a 21,40 mg/100g no músculo (ALBUQUERQUE *et al*, 2004).

Lapa Guimarães (2005) observou em estudo que as bases nitrogenadas voláteis e a trimetilamina não foram consideradas índices de frescor adequados para bacalhau (*Gadus morhua*) e hadoque (*Melanogrammus aeglefinus*), uma vez que alterações significativas ($p < 0,05$) de seus teores durante a primeira semana de armazenamento ocorreram em apenas um experimento.

Determinação de pH

Entre os produtos de origem animal, o pescado é um dos mais susceptíveis ao processo de deterioração devido ao pH próximo da neutralidade. O pH da carne de pescado não alcança os valores baixos como as carnes de outras espécies animais, situando-se entre 6,2 e 6,4 (PRATA, 1999). Este pH próximo da neutralidade é devido provavelmente ao menor conteúdo de glicogênio do pescado, sendo, assim, uma das causas da inferioridade do pescado para armazenamento (JUL, 1953).

A determinação de pH da carne oferece resultados muito objetivos para a avaliação do estado de frescor (PRATA, 1999). Pois o processo de deterioração altera quase sempre a concentração de íon-hidrogênio do alimento (TAVARES, 1988).

De uma maneira geral, com o início do *rigor mortis*, o pH do peixe cai de 7,0 para 6,5 subindo rapidamente a níveis de 6,6 a 6,8. A queda do pH é rápida e depende das condições de pesca, uma vez que as reservas de glicogênio dependem da resistência que os peixes opõem à captura (SOARES *et al*, 1998).

O aumento do pH no músculo do pescado pode ser devido ao acúmulo de produtos de natureza básica, como trimetilamina (TMA), demetilamina (DMA), indol, escatol e algumas bases orgânicas, como putrescina e cadaverina, produzidas pela hidrólise bacteriana de compostos hidrogenados (SIKORSKI *et al*, 1994 apud SOCCOL, 2002). Sendo o valor do pH afetado também pela

ARAÚJO, D.A.F.V., SOARES, K.M.P. e GÓIS, V.A. Características gerais, processos de deterioração e conservação do pescado. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 9, Ed. 114, Art. 771, 2010.

espécie de peixe, tipo e carga microbiana, história do peixe, manuseio e armazenamento. (SOARES et al, 1998)

A legislação fixa os seguintes limites para o aproveitamento da carne para consumo humano: carne externa: valores inferiores a 6,8, e carne interna: valores inferiores a 6,5 (PRATA, 1999).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, W.F.; ZAPATA, J.F.F.; ALMEIDA, R.S. Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 35, p. 264-271, 2004.

BARROS, G.C. Perda de qualidade do pescado, deterioração e putrefação. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, v. 30, p. 59-64, 2003.

BEATO, P.G. Características organolépticas e físico-químicas da carne de piramutaba *Brachyplatistoma vaillanti* (*Siluriformes, Pimelodidae*), congelada comercializada em Belo Horizonte, MG. **Dissertação de Mestrado**. Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 31p. 2002.

BERAQUET, N.J.; LINDO M.M.K. Transformações bioquímicas post mortem em pescado. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 22, p.169-192, 1985.

BEIRÃO, Luís Henrique; et al. Tecnologia pós-captura de pescado e derivados. In: POLLI, Carlos Rogério; et al. **Aqüicultura: Experiências Brasileiras**. UESC. Rio Grande do Sul, 2004. 455p. 407 – 442.

BRASIL. **Regulamentação da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal – RIISPOA**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Brasília, 1980.

CONTRERAS, G. E. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia (FUNEP), 1994. 409p.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: ed. Atheneu, 1998.

FENNEMA, R. **Introducción a la ciencia de los alimentos**. Barcelona: Reverté, 1989. 2v. Química de los alimentos. Zaragoza: Acribia, 1993.

FERREIRA, M. W. et al. **Pescados processados: maior vida de prateleira e maior valor agregado**. Disponível na Internet: http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_66.pdf, capturado em 22 de Janeiro de 2010.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.

ARAÚJO, D.A.F.V., SOARES, K.M.P. e GÓIS, V.A. Características gerais, processos de deterioração e conservação do pescado. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 9, Ed. 114, Art. 771, 2010.

FREITAS, J. V. F.; GUURGEL, J. J. S. Estudos experimentais sobre a conservação da tilápia do nilo, *Oreochromi niloticus* (L., 1976), armazenada no gelo. **Boletim Técnico do Departamento de Obras Contra a Seca**. v.42, n.2 , p.143 a 178, 1984.

GERMANO, M.I.S.; GERMANO, P.M.L. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 3ª ed. São Paulo, Manole, 2008. 986p.

GERMANO, P. M. L.; OLIVEIRA, J. C. F.; GERMANO, M. I. S. Aspectos da qualidade do pescado de relevância em saúde pública. **Revista Higiene Alimentar** V.12, n. 53, p 30-37, 1998.

GUERRA, J. M. G. **A pesca no Rio Mossoró e outros estudos**. Mossoró: ESAM/FGD, 1982. 60p. (Coleção Mossoroense, série C, 202).

GUIMARÃES, O. J.; SALES, R. de O.; MONTEIRO, J. C. S. Análise Química, microbiológica e organolética da Tilápia do Nilo conservada em gelo. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, 19 (1): pág. 147-151, Jun., 1988

HOWGATE, P. **Determination of total volatile bases**. Aberdeen: Torry Research Station, 1976. 564p.

HUIDOBRO, A.; PASTOR, A.; LÓPEZ- CABALLERO, M. E.; TEJADA, M. Washing effect on teh quality index method (QIM) developed for raw gilthead seabream (*Sparus aurata*). **European Food Research Technology**, Berlin, v.2112, p.408-412, 2001.

HUSS, H. H. **Garantia de qualidade dos produtos da pesca**. FAO Documento Técnico sobre as Pescas. No. 334. Roma, FAO. 1997. 176p. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/003/T1768P/T1768P00.htm#TOC> >Data de acesso: 20 agosto 2006.

Jay J.M. 2005. **Microbiologia de Alimentos**. 6. ed. Editora Artimed, Porto Alegre, 711p

JUL, Mogens. **Productos pesqueros frescos y congelados**. Chile: Editorial Nascimento, 1953.

LAPA- GUIMARÃES, Judite. **Aminas biogênicas, aminas voláteis, triptofano livre e uréia como índices químicos de qualidade e frescor do pescado**. 2005.114 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

LEDERLE, K. A. et al. Nutrient status of bracken (*Pteridium aquilinum*) following whole-tree harvesting in Upper Michigan. **Forest Ecology and Management**]. Vol. 40, no. 1-2, pp. 119-130. 1991.

ARAÚJO, D.A.F.V., SOARES, K.M.P. e GÓIS, V.A. Características gerais, processos de deterioração e conservação do pescado. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 9, Ed. 114, Art. 771, 2010.

LUDORF, W., MEYER, V. **El pescado y los productos de la pesca**. 2.ed.Zaragoza: Acribia, 1987.

MORAES, M. A. C. **Métodos para avaliação sensorial de alimentos**. Campinas: UNICAMP, 1988.93p.

MORKORE, T.; HANSEN, A. A.; UNANDER, E.; EINEN, O. Composition, liquid leakage, and mechanical properties of farmed rainbow trout: Variation between fillet sections and impact of ice and frozen storage. **Journal of Food Science**, Chicago, v.67, n.5, p. 1933-1934, 2002.

MUJICA, P, Y, C. **Avaliação da Qualidade Organoléptica, química e microbiológica da tilápia-do-nilo (*Oreochomis niloticus*) mantidas à temperatura ambiente e sob gelo**. 1988. 85 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Viçosa, Viçosa, 1988.

NETTO, Flávia Maria. **Modificações químicas, bioquímicas e sensoriais do Híbrido de Tilápia estocado em gelo**. 1984. 79 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1984.

OETTERER, M. **Agroindústrias beneficiadoras de pescado cultivado: unidades modulares e polivalentes para implantação, com enfoque nos pontos críticos, higiênicos e nutricionais**. Piracicaba, 1999. 196 f. (livre - Docência). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

OETTERER, M. **Tecnologia do pescado: da adoção de técnicas de beneficiamento e conservação de pescado em água doce**. Piracicaba: ESALQ, 1998.

OETTERER, M. **Tecnologia do pescado**: aula. Piracicaba: ESALQ, 1998 b.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 200p.

OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual da pesca: ciência e tecnologia do pescado**. V. 1. São Paulo, Varela, 430 p., 1999

PRATA, L. F. **Higiene e Inspeção de Carnes, Pescado e Derivados**. São Paulo: UNESP, 1999. 217p.

QIM EUROFISH. **Determination of fish freshness**, 2003. Disponível em: <<http://www.qim-eurofish.com/index9/index.htm>> Acesso: 03 dez. 2006.

RINGO, S. et al. Amino acid and lactate catabolism in trimethylamine oxide respiration of *Alteromonas putrefaciens* NCMB 1735. **Appl Environ Microbiol**. 1984 May; 47(5): 1084-1089

ARAÚJO, D.A.F.V., SOARES, K.M.P. e GÓIS, V.A. Características gerais, processos de deterioração e conservação do pescado. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 9, Ed. 114, Art. 771, 2010.

SIQUEIRA, Alessandra Aparecida C. Z. de. **Efeitos da irradiação e refrigeração na qualidade e no valor nutritivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2001. 137f. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

SOARES, V. F. M VALE S. R., JUNQUEIRA, R. G., GLÓRIA, M. B. Teores de histamina e qualidade físico - química e sensorial de filé de peixe congelado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** v.18, n. 4. Campinas, 1998.

SOCOL, Marcilene Camilo Heidmann. **Otimização da vida útil da Tilápia (*Oreochromis niloticus*) minimamente processada e armazenada sob refrigeração**. Piracicaba, 2002. 124 f. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

STANSBY, M.E. - Volatile Basic Nitrogen as a Freshness Indicator of Fish for Canning. **Indo Eng. Chem.**, v.16, n.9, p. 593-596, 1944.

SUGIMOTO, Luis. **Será que o peixe é fresco, mesmo?** Disponível em: <[http://www.altiplano.com.br/peixe fresco.html](http://www.altiplano.com.br/peixe_fresco.html)>. Acesso: 30 jul. 2006.

TABELA GERMÂNICA. **Avaliação sensorial de sardinhas**. Disponível em: <www.unisantos.br/teiadadosaber/apostila/biologia/Prática%200409%20tabelas.ppt> Acesso: 11 nov. 2006.

TAVARES, M. et al. Métodos sensoriais, físicos e químicos para análise de pescado: controle de qualidade de pescado. In: **SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA DO PESCADO**, 1998, São Paulo. Anais... Santos: Universidade Católica de Santos-UNISANTOS, 1998. p.117-134.

TORNES, E. Y.; GEORGE, P. La conservación del pescado – industria conservera. **Revista Técnica de la Industria de Conservas de Pescado**. n. 443, p. 38-52, 1976.

UFERSA. **Tempo**. Disponível em: <<http://www.ufersa.edu.br/>> Acesso: 01 dez. 2006.

VIEIRA, Regina H. S. dos Fernandes. **Microbiologia, Higiene e Qualidade do pescado: Teoria e Prática**. São Paulo: Livraria Varela, 2003. 380p.

VISENTAINER et al. **Composição química e de ácidos graxos em tilápias (*Oreochromis niloticus*) submetidas à dieta prolongada**. Disponível em: <http://www.dipemar.com.br/CARNE/313/materia_pesca_carne.htm>. Acesso: 22 jul. 2006.