

Estabilidade da carne mecanicamente separada de Aracu (*Schizodon fasciatum*), Jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) e Mapará (*Hypophthalmus edentatus*) estocados sob congelamento

Stability of mechanically deboned meat of Aracu (Schizodon fasciatum), Jaraqui (Semaprochilodus spp.), and Mapará (Hypophthalmus edentatus) stored under freezing

Francisca das Chagas do Amaral Souza¹

Rogério Souza de Jesus²

Jaime Paiva Lopes Aguiar³

Wallice Luiz Paxiuba Duncan⁴

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade da carne mecanicamente separada das espécies de peixes amazônicas: Aracu (*Schizodon fasciatum*), Jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) e Mapará (*Hypophthalmus edentatus*) durante congelamento. O estudo foi realizado durante 150 dias, sendo avaliado quanto à (1) estabilidade química e microbiológica por meio do pH, das bases voláteis totais, solubilidade das proteínas, e capacidade de retenção de água; (2) análise sensorial da carne mecanicamente separada. O tempo de estocagem sob congelamento não afetou a qualidade do produto. Os parâmetros microbiológicos reforçam as evidências de que o Jaraqui e o Aracu são espécies promissoras para produção de carne mecanicamente separada. As qualidades tecnológicas e nutricionais dessas espécies permaneceram estáveis, mesmo sob congelamento prolongado. Portanto, estas espécies podem apresentar uma alta agregação de

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação Sociedade Saúde Ambiente, Laboratório de Alimentos e Nutrição. Av. André Araújo, 2936, Aleixo, 69060-001, Manaus, AM, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: F.C.A. SOUZA. E-mail: <francisca.souza@inpa.gov.br>.

² Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos. Manaus, AM, Brasil.

³ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação Sociedade Saúde Ambiente, Laboratório de Físico-Química. Manaus, AM, Brasil.

⁴ Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Morfologia. Manaus, AM, Brasil.

valor e ser uma alternativa viável para minimizar dois grandes problemas socioeconômicos da região: o desperdício de alimento e a fome.

Palavras-chave: Carne mecanicamente separada. Congelamento. Estabilidade proteica. Peixes de água doce. Tecnologia de alimentos.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the stability of mechanically separated meat of the following Amazonian fish species: Aracu (Schizodon fasciatum), Jaraqui (Semaprochilodus spp.), and Mapará (Hypophthalmus edentatus) during freezing. The study lasted for 150 days and we assessed the (1) chemical and microbiological stability using pH, total volatile bases, protein solubility, and water retention capacity; (2) sensory analysis of mechanically separated meat. The storage time under freezing did not affect the quality of the product. Microbiological parameters provide further evidence that the Jaraqui and Aracu are promising species for mechanically separated meat production. Technological and nutritional qualities of these species remain stable even under prolonged freezing periods. Therefore, these species may have a high added value and be a viable solution to minimize two major socio-economic issues of the region: food waste and hunger.

Keywords: Mechanically separated meat. Freezing. Protein stability. Freshwater fish. Food technology.

INTRODUÇÃO

Dados publicados pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (*Food and Agriculture Organization of the United Nations* [FAO], 2010) indicaram que a produção pesqueira mundial, em 2006, foi de aproximadamente 140 milhões toneladas. No Brasil, segundo relatório do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Brasil, 2007), a produção de pescado, em 2006, foi de 1 000 050 toneladas, e a aquicultura foi responsável pela produção de 272 mil toneladas de pescado.

No Estado do Amazonas, a pesca representa uma geração de renda da ordem de US\$200 milhões/ano, envolvendo direta e indiretamente cerca de 105 mil empregos (Superintendência da Zona Franca de Manaus, 2000). Apesar de sua importância sócio-econômica, o setor pesqueiro do Amazonas não tem recebido incentivos significativos que possibilitem sanar os principais problemas, ou que sejam capazes de oferecer soluções para o seu fortalecimento permanente na região.

A produção de Carne Mecanicamente Separada (CMS) em larga escala permite a elaboração de produtos de alto valor agregado que possam atingir determinados segmentos do mercado, ou, mesmo quando transformados em produtos mais simples. Estes aspectos podem atender à necessidade social de demanda por proteína de origem animal de primeira qualidade (Kuhn & Soares, 2002). Tal como ocorre em outros setores produtivos, como a avicultura e bovinocultura, há uma tendência para aproveitamento integral do pescado o que gera novos produtos mais acessíveis ao consumidor (Scorvo Filho, 2009).

A Carne Mecanicamente Separada pode ser submetida ao processo de lavagem com objetivo da remoção parcial ou total das proteínas sarcoplasmáticas, pigmentos, enzimas, sangue, lipídios e componentes flavorizantes (Grantham, 1981; Tenuta-Filho & Jesus, 2003), o que resulta no aumento da estabilidade, na melhoria da qualidade e na manutenção das características funcionais do alimento. Entretanto, é importante observar que a lavagem da CMS conduz a perdas de proteínas e de

outros nutrientes. Assim sendo, o processo de separação mecânica da carne do pescado é uma possibilidade de utilização de espécies subutilizadas e de resíduos de filetagem, o que poderá contribuir para a diversificação de produtos de pescado (Kirschnik & Macedo-Viegas, 2009).

O aproveitamento racional dos recursos pesqueiros regionais sub-utilizados é um dos grandes desafios da indústria de beneficiamento de pescado, que deverá estar voltada para a utilização de toda a proteína disponível, já que a produção e o consumo de algumas espécies de pescado de alto valor comercial tenderão a diminuir devido à sua exploração acentuada. O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade da CMS das espécies de peixes amazônicas: Aracu (*Schizodon fasciatum*), Jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) e Mapará (*Hypophthalmus edentatus*) durante congelamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

As espécies estudadas foram Aracu, *Schizodon fasciatum*, e de Jaraqui *Semaprochilodus* spp. e Mapará, *Hypophthalmus edentatus*. Foram processados 200 exemplares de cada espécie, os quais foram adquiridos nas embarcações pesqueiras no Porto de Manaus nos meses de setembro e outubro (época de vazante dos rios) sendo previamente avaliado quanto à cor, odor, brilho dos olhos e textura. As amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas, entre camadas de gelo triturado. Em seguida transportados para as instalações industriais de um frigorífico no município de Iranduba (estado do Amazonas). Os peixes foram lavados continuamente com água fria e selecionados, eliminando-se aqueles que apresentavam machucados ou com sinais de deteriorações. Após a lavagem, os peixes foram decapitados e eviscerados, abertos longitudinalmente em “bandas”, sendo novamente lavados e então, submetidos ao processo de separação mecânica do músculo.

O músculo do pescado foi separado em máquina separadora de marca *Baader*, modelo 694 (Alemanha), empregando tambor perfurado com

orifício de 5,0 mm de diâmetro. Obteve-se a carne triturada, isenta de peles, espinhas e ossos, chamada de CMS. Este produto foi distribuído em bandejas na forma de blocos seguido de um congelamento rápido à temperatura de -30°C durante duas horas. Os blocos da CMS congelados, pesando aproximadamente 1,0 kg foram cuidadosamente embalados em filmes de polietileno, e acondicionados em caixas isotérmicas, com gelo seco para transporte até a unidade piloto de processamento de pescado da coordenação de pesquisa em tecnologia de alimentos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) (Manaus, AM). Após esse procedimento, foram armazenadas em congelador a -30°C. Para avaliação da estabilidade química e microbiológica, as CMS foram analisadas mensalmente durante 150 dias de armazenamento à temperatura de -30°C.

Os blocos de Carne Mecanicamente Separada protegidos com filme foram descongeladas a temperatura ambiente por cerca de três horas, e submetidos às seguintes análises: (a) pH, de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008); (b) Solubilidade protéica em cloreto de sódio (NaCl) a 5%, de acordo com a técnica descrita por Iroside & Love (1958); (c) Capacidade de Retenção de Água (CRA), pela técnica descrita por Roussel & Cheftel (1990); (d) As contagens bacterianas realizadas foram: dos aeróbios mesófilos a 35°C, dos psicotróficos a 7°C e do número de coliformes totais e fecais (Número Mais Provável [NMP]), seguindo a metodologia descrita pelo Laboratório Nacional de Referência Animal (Lanara) (Brasil, 1981). Para a avaliação sensorial, os escores foram obtidos utilizando atributos descritivos para o odor de 0 a 6 pontos, para o sabor de 0 a 3 pontos e para textura de 0 a 3 pontos. As amostras foram analisadas depois de descongeladas adequadamente à temperatura ambiente e cozidas a vapor por 15 minutos. As amostras a serem examinadas foram envolvidas em papel alumínio e marcadas com numeração aleatória, sendo avaliadas por oito membros treinados quanto ao desenvolvimento do odor de ranço, sabor e textura, para detectarem o início e o grau de rancidez além das condições de integridade do produto (Amerine et al., 1965). A análise dos dados

e o teste de significância foram realizados em programa estatístico *Jandel Scientific Software*[®]. Os valores estão apresentados como média \pm erro-padrão da média. O nível de significância assumido foi em 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH das CMS das três espécies estudadas e estocadas a -30°C não sofreram alterações significativas ao longo dos 150 dias de armazenamento (Figura 1). Muito embora que nos primeiros 90 dias de estocagem observaram-se variações de pH 6,15 (15 dias de armazenagem) e pH 6,76 (90 dias) para as espécies Aracu e Jaraqui. Durães (2009) encontrou diferença significativa em CMS do bagre africano (*Clarias gariepinus*) com variação de 6,25 para o pH inicial e de 6,35 ao final de 180 dias de armazenamento.

Esses resultados corroboram com os relatos da literatura. Kirschnik & Macedo-Viegas (2009) que relataram valores de pH para as CMS de tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*) com aumento durante os primeiros 60 dias de armazenamento, estabilizando-se até ao final de 180 dias. Rodrigues & Bello (1987) trabalharam com blocos congelados de *minced fish*, obtidos a partir da fauna acompanhante da pesca de camarão, e verificaram em relação ao

pH, que não ocorreu alteração significativa dessa variável para nenhum dos blocos armazenados a -10 e -30°C , apesar de que a -10°C houve acúmulo de bases voláteis. Essa característica sugere uma capacidade tampão do sistema protéico presente no músculo do pescado.

Da mesma maneira, Gutiérrez & Bello (1991) também encontraram mudanças de pH não significativas ao longo do tempo, sob temperatura de -20°C , quando estudaram produtos elaborados de *minced fish*. Jesus (1999) estudou as alterações lipídicas e analisou os valores de pH de diferentes *minced fish* estocados durante 150 dias a $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $-36 \pm 1^{\circ}\text{C}$ entre elas o Aracu, Jaraqui e Mapará, e observou que não houve alteração acentuada nos valores de pH. Durante a primeira metade do período de estocagem, os *minced fish* apresentaram um ligeiro aumento do pH, coincidindo com os dados da avaliação sensorial, os quais mostraram nesse período uma acentuada perda de qualidade, passando de qualidade "B" para qualidade "C". Essa mudança na qualidade pode ser observada na curva da avaliação sensorial (Figura 2), uma vez que com 30 dias iniciou-se o processo de perda da qualidade do produto, porém, somente aos 60 dias de congelamento estes passam da qualidade "A" para qualidade "B".

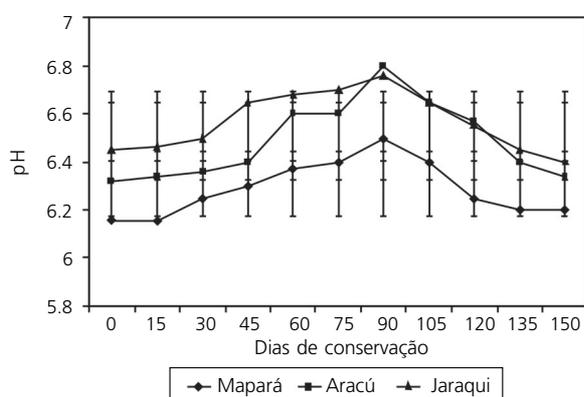


Figura 1. Variações nos valores de pH das carne mecanicamente separadas de Aracu (*Shizodon fasciatum*), Jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) e Mapará, (*Hypophthalmus edentatus*) durante o período de congelamento.

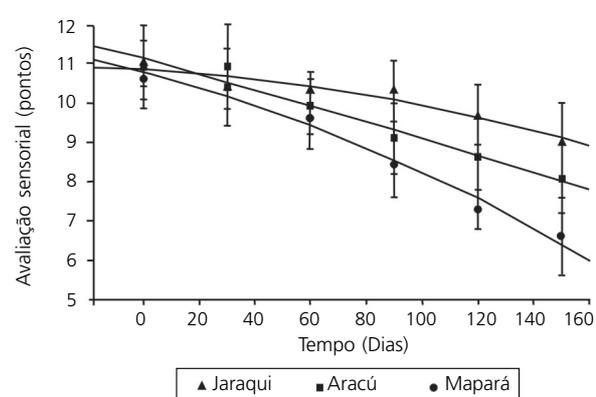


Figura 2. Variações na avaliação sensorial da carne mecanicamente separada das espécies de Aracu (*Shizodon fasciatum*), Jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) e Mapará (*Hypophthalmus edentatus*), estocados sob congelamento durante 150 dias.

Jesus et al. (1990) ao avaliarem a qualidade dos Jaraquis (*S. insignis* e *S. taeniurus*), desembarcados no porto de Manaus (AM), relataram que as oscilações nos valores de pH não podem ser considerados como índice de avaliação do frescor para essa espécie, provavelmente devido ao manuseio inadequado. Por outro lado, Almeida (1998) encontrou os resultados semelhantes para o pH do Tambaqui (*Colossoma macropomum*), proveniente de piscicultura, que devido ao manuseio e método adequado de captura revelaram-se bons índices de avaliação do frescor do pescado. O fenômeno da solubilidade protéica ocorre devido às alterações das proteínas miofibrilares que são consideradas causas importantes da baixa funcionalidade das proteínas durante o congelamento. Nas espécies analisadas foi observado inicialmente uma diminuição acentuada da solubilidade protéica seguida por um comportamento mais estável durante o período de conservação de 150 dias (Figura 3). Estas observações são corroboradas com dados encontrados na literatura.

Nikilä & Linkko (1956) observaram em várias espécies de peixes que a quantidade de proteína solúvel decresce em relação ao período de estocagem sob congelamento, como aconteceu com arenque a -20°C , com bacalhau a -12°C (Dyer, 1951) e o bacalhau a -6°C (Dyer et al., 1950). Dyer & Morton (1956) estudaram a relação entre a solubilidade das proteínas miofibrilares e a avaliação sensorial da carne congelada nas temperaturas de estocagem de -12 , -18 e -23°C . Verificou-se que a qualidade do peixe estocado a -23°C apresentou melhores resultados, com elevada correlação com as análises sensoriais. Segundo Dyer & Dingle (1961) a diminuição drástica dos valores de proteína solúvel no músculo triturado não-lavado deve-se, provavelmente, ao teor de lipídeos, que, armazenados na massa muscular diminuem o efeito negativo dos ácidos graxos livres e sua ação competitiva na hora do enlace sobre as moléculas protéicas. Os resultados do presente trabalho comparados com os obtidos por estes autores mostram que esta relação parece existir para peixes amazônicos, pois, a espécie Mapará, que é considerada uma espécie gorda sofreu

uma diminuição drástica no teor de proteína solúvel. Careche & Tejada (1990) confirmaram que esta diminuição é mais drástica no caso do músculo triturado não-lavado de sardinha (*Sardina pilchardus*), espécie gorda capturada no Mediterrâneo.

Montero et al. (1996) estudaram esta espécie, encontrando em todos os lotes examinados, uma diminuição significativa na concentração das proteínas solúveis a partir do 30º dia de estocagem. Donderro et al. (1996) observaram a solubilidade protéica do Jurel (*Trachurus murphyi*) a -18°C e constataram que este parâmetro diminuiu chegando a 67% na primeira semana de armazenamento. Segundo Matsumoto (1980) o decréscimo da solubilidade protéica se deve à desnaturação por congelamento e/ou a agregação das proteínas.

Foi observado um decréscimo constante da capacidade de retenção de água para todas as espécies analisadas ao longo de todo o experimento à temperatura de armazenamento de -30°C (Figura 4). De acordo com Moreno et al. (2008), a CRA influencia a aparência da carne antes e durante o cozimento, determinando a suculência no momento do consumo. Como determina a habilidade da carne em reter água após a aplicação de forças externas (Muchenje et al., 2009), uma baixa CRA além de promover a perda do valor nutritivo devido ao exsudado que foi eliminado, traz como consequência a produção de uma carne seca com maciez

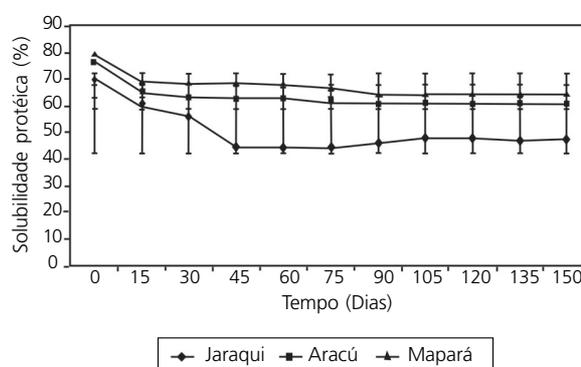


Figura 3. Solubilidade protéica das carnes mecanicamente separadas das espécies de Aracú (*Shizodon fasciatum*), Jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) e Mapará, (*Hypophthalmus edentatus*) durante o período de congelamento.

comprometida (Moreno *et al.*, 2008), já que neste processo ocorre a desnaturação protéica (Goñi & Salvadori, 2010).

Hordur e Barbara (2000) analisaram a capacidade de retenção de água de *minced fish* de salmão com e sem adição de estabilizadores de proteínas e observou que a CRA interfere na solubilidade das proteínas. As análises bacteriológicas realizadas indicaram que o congelamento reduz o crescimento dos microrganismos em função do tempo de armazenagem para os *minced fish* de Aracu, Jaraqui e Mapará (Tabela 1).

Os produtos apresentaram qualidade microbiológica adequada, pois não ultrapassaram o limite máximo de bactérias aeróbias estabelecidas pela

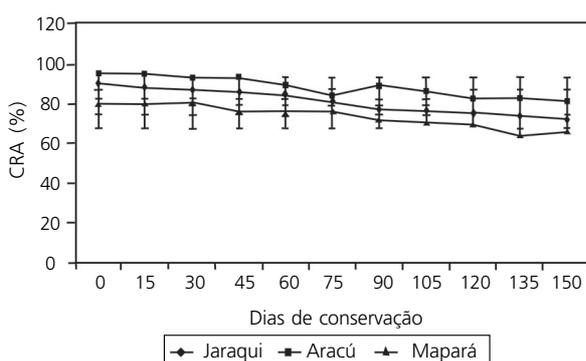


Figura 4. Capacidade de Retenção de Água (CRA) das carnes mecanicamente separadas das espécies de Aracu (*Shizodon fasciatum*), Jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) e Mapará, (*Hypophthalmus edentatus*) durante o período de congelamento.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) - Resolução RDC nº12/2001(Brasil, 2001) para pescado congelado que deve ser em torno de 10^6 UFC/g.

Jesus (1999) trabalhando com as alterações lipídicas em *minced fish* de Aracu, Jaraqui e Mapará, verificou que essas espécies, conforme as análises bacteriológicas mantiveram-se em condições de consumo durante 150 dias de estocagem sob congelamento. Os resultados da análise sensorial CMS de Aracu, Jaraqui e Mapará estocados a -30°C durante 150 dias estão apresentados na Figura 2.

A qualidade das espécies foi avaliada de acordo com a pontuação das características indicadas nas diferentes classes, conforme Jesus (1999). A pontuação mostrou que o Jaraqui manteve-se na qualidade "A" durante 60 dias, o Aracu durante 45 dias e o Mapará durante 25 dias sob congelamento, permanecendo todas as espécies estudadas em boa qualidade (classe "B") até o final do experimento. Para o peixe ser considerado impróprio para o consumo, deveria atingir 5 pontos, portanto todas as espécies mantiveram-se em boas condições para o consumo durante todo experimento.

Nunes *et al.* (1997) estudando a estabilidade de *minced fish* de sardinha não observaram qualquer relação entre os resultados das análises químicas e avaliação sensorial. Por outro lado, Landa & Martinez (1991) estudaram a estabilidade de *minced fish* da fauna acompanhante de camarão, mantido entre -20 e -25°C , durante 120 dias, realizando mensalmente: a avaliação sensorial e a

Tabela 1. Contagem microbiológica carne mecanicamente separada das espécies de Aracu (*Shizodon fasciatum*), Jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) e Mapará (*Hypophthalmus edentatus*) estocados a -30°C durante 150 dias*.

| Tempo | Aracu | | | Jaraqui | | | Mapará | | |
|-------|--------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|
| | Mesófilos a 35°C (UFC/g) | Psicrofilos a 7°C (UFC/g) | Coliformes Totais | Mesófilos a 35°C (UFC/g) | Psicrofilos a 7°C (UFC/g) | Coliformes Totais | Mesófilos a 35°C (UFC/g) | Psicrofilos a 7°C (UFC/g) | Coliformes Totais |
| 0 | 4,43 | 5,26 | 2,66 | 3,18 | 5,65 | 3,04 | 4,99 | 3,90 | 3,82 |
| 30 | 4,54 | 4,00 | 2,38 | 5,46 | 5,88 | 3,04 | 4,08 | 4,38 | 3,85 |
| 60 | 5,26 | 4,99 | 2,46 | 6,46 | 5,94 | 2,18 | 5,15 | 4,30 | 2,52 |
| 90 | 4,18 | 4,43 | 2,66 | 4,43 | 4,00 | 2,18 | 3,30 | 4,66 | 1,97 |
| 120 | 3,85 | 4,95 | 3,04 | 4,99 | 5,04 | 2,38 | 4,53 | 4,51 | 2,18 |
| 150 | 4,75 | 4,65 | 1,97 | 4,76 | 4,97 | 2,66 | 4,91 | 4,62 | 3,04 |

Nota: *Valores transformados para logaritmos.

UFC: Unidade Formadora de Colônia.

determinação da composição química, do grau de oxidação lipídica e das contagens microbiológicas. Utilizaram uma tabela de avaliação sensorial de 20 pontos, em que observaram variação de 17 para 11 pontos, sendo este o limite mínimo de aceitabilidade sensorial CMS, atingindo aos 120 dias de estocagem. De acordo com Almeida (1998), os peixes tropicais de água-doce conservam-se adequadamente em gelo por até 45 dias, pois em experimento realizado com Tambaquis procedentes da piscicultura e estocados em gelo, encontrou resultados que indicavam boas condições de consumo por mais de 40 dias de estocagem.

CONCLUSÃO

Durante os 150 dias de estocagem sob congelamento, as CMS mantiveram-se em condições de consumo, de acordo com os padrões químicos, microbiológicos e sensoriais.

REFERÊNCIAS

- Almeida, N.M. (1998). *Alterações post-mortem em Colossoma macropomum (Cuvier, 1818), procedentes da piscicultura e conservados em gelo*. Mestrado em Ciências de Alimentos, Universidade do Amazonas, Manaus.
- Amerine, M.A.; Pangorn, R.M. & Roessler, E.B. (1965). *Principles of sensory evaluation of food*. New York: Academic Press.
- Brasil. (1981). Ministério da Agricultura. Laboratório Nacional de Referência Animal. Portaria nº 1, de 7 de outubro de 1981. Métodos analíticos para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: métodos microbiológicos. Diário Oficial da União, 10, 1981, Seção 1, p.19381.
- Brasil. (2001). Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília: Anvisa.
- Careche, M. & Tejada, M. (1990). The effect of neutral and oxidized lipids on functionality in hake (*Merluccius merluccius* L.): A dimethylamine- and formaldehyde-forming species during frozen storage. *Food Chemistry*, 36(2):113-28.
- Donderro, M; Araya, M. & Curroto, E. (1996). Prevention of protein denaturation of jack mackerel actomyosin (*Trachurus murphyi*) during frozen storage. *Journal of Food Sciences and Technology*, 2:79-86.
- Durães, J.P. (2009). *Obtenção, caracterização da carne mecanicamente separada de bagre africano (Clarias gariepinus) e avaliação de sua estabilidade durante estocagem sob congelamento*. Mestrado em Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.
- Dyer, W.; French, M. & Snox, J. (1950). Protein in fish muscle: I. Extraction of protein fraction in fresh fish. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 7(10):585-91.
- Dyer, W.J & Dingle, J.R. (1961). Freeze denaturation. In: Borgstrom, G. (ed.). *Fish as food*. New York: Academic Press, v.1., p.275-327.
- Dyer, W.J. & Morton, M.L. (1956). Storage of frozen plaice filets. *Journal of Fish Research*, 13(1):129-34.
- Dyer, W.J. (1951). Denaturation by drying. *Food Research*, 16:522-6.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2010). *An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: The way forward for sustainable production intensification*. Roma: FAO. Integrated Crop Management, v.13.
- Goñi, S.M. & Salvadori, V.O. (2010). Prediction of cooking times and weight losses during meat roasting. *Journal of Food Engineering*, 100(1):1-11.
- Grantham, G.J. (1981). *Minced fish technology: A review*. Roma: Food and Agriculture Organization.
- Gutiérrez, M. & Bello, R.A. (1991). Estudio sobre la factibilidad de elaboración de productos congelados a partir de pulpa de pescado proveniente de especies subutilizadas. *Revista Tecnología de Alimentos*, 4:21-34.
- Hordur, G.K. & Barbara A.R. (2000). Biochemical and functional properties of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) muscle proteins hydrolyzed with various alkaline proteases. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(3):657-66.
- Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. 6ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. v.1.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2007). *Estatística da pesca 2006 - Brasil: grandes regiões e unidades da federação*. Brasília: Ibama.
- Iroside, J.I.M. & Love, R.M. (1958). Studies on protein denaturation on frozen fish. I. Biological factors influencing the amounts of soluble and insoluble protein present in the muscle of the North Sea Cod. *Journal of Sciences Food Agriculture*, 9(9):597-604.
- Jesus, R.S. (1999). *Estabilidade de "minced fish" de peixes amazônicos durante o congelamento*. Doutorado em Ciências dos Alimentos, Universidade de São Paulo.

- Jesus, R.S.; Falcão, P.T. & Lessi, E. (1990). Deterioração do pescado de água doce da Amazônia. I - Qualidade dos Jaraquis (*Semaprochilodus* spp.) comercializado em Manaus (AM). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 10(2): 216-30.
- Kirschnik, P.G. & Macedo-Viegas, E.M. (2009). Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante estocagem a -18°C. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29(1):1-7.
- Kuhn, C.R. & Soares, G.J.D. (2002). Proteases e inibidores no processamento de surimi. *Revista Brasileira de Agrociência*, 8(1):5-11.
- Landa, L.F.B. & Martinez, R.F. (1991). Informe técnico de avances sobre la normalización de la pulpa de pescado obtenida de la fauna de acompañamiento del camarón, México (DF). *Revista Tecnología de los Alimentos*, 4:60-80.
- Matsumoto, J.J. (1980). Chemical deterioration of muscle proteins during frozen storage. In: J.R. Whitaker & M. Fujimaki (eds.). *Chemical deterioration of proteins*. Washington, DC: American Chemical Society. ACS Symposium Series, 123, p.95-124.
- Montero, P.; Gómez-Guillén, M.C. & Borderias, J. (1996). Influência de la subespécie, estacionalidad y procedimientos de estabilización em la aptitud gelificante del músculo de sardina (*Sardina pilchardus*) congelado. *Food Science Technology International*, 2(2):111-22.
- Moreno, G.M.B.; Loureiro, C.M.B. & Souza, H.B.A. (2008). Características qualitativas da carne ovina. *Revista Nacional da Carne*, 381:76-90.
- Muchenje, V.; Dzama, K.; Chimonyo, M.; Strydom, P.E.; Hugo, A. & Raats, J.G. (2009). Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chemistry*, 112(2009):279-89.
- Nikilä, O.E. & Linkko, R.R. (1956). The technology of fish utilization. *Food Research*, 21:42-6.
- Nunes, M.L.; Bandara, N.M.; Lourenço, H.M.; Campos, R.M.; Mendes, R. & Batista, I. (1997). *Frozen storage stability of sardine mince and surimi*. Lisboa: Instituto Nacional de Investigação das Pescas.
- Rodríguez, G.L. & Bello, R.A. (1987). Elaboración de bloques congelados de pulpa de pescado y su evaluación durante el almacenamiento. *Archivo Latinoamericano de Nutrición*, 37(2):351-63.
- Roussel, H. & Cheftel, J.C. (1990). Mechanisms of gelation of sardine proteins: Influence of thermal processing and of various additives on the texture and protein solubility of kamaboko gels. *International Journal of Food Sciences and Technology*, 25(3):260-80.
- Scorvo Filho, J.D. (2005). O agronegócio da aquicultura: perspectivas e tendências. In: *Zootec - Zootecnia e o Agronegócio*, 2004, Brasília. Disponível em: <<http://www.pesca.sp.gov.br>>. (acesso: 22 jul. 2013).
- Superintendência da Zona Franca de Manaus. (2000). *Relatório elaborado pela Câmara setorial da Agroindústria da Zona Franca de Manaus*. Manaus: Suframa.
- Tenuta-Filho, A. & Jesus, R.S. (2003). Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria-prima industrial. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 37(2):59-64.

Recebido em: 19/2/2014
Versão final em: 4/8/2014
Aprovado em: 10/10/2014