

## ESTABILIDADE DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) EM FUNÇÃO DO USO DE DIFERENTES ADITIVOS QUÍMICOS

Ingridy Simone Ribeiro Cabral\*<sup>1</sup>, Maria Fernanda Calil Angelini<sup>2</sup>, Ligianne Din Shirahigue<sup>1</sup>,  
Lia Ferraz Arruda Sucasas<sup>2</sup>, Marília Oetterer<sup>2</sup>.

1 – Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Universidade de São Paulo.

2 – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.

**Resumo:** A aplicação de um processo de extração de Carne Mecanicamente Separada (CMS) tem se destacado como um processo atraente principalmente pela possibilidade de maior recuperação da carne, gerando produtos elaborados e de maior valor agregado. O desenvolvimento de novas formulações que visem melhorar a qualidade tecnológica da CMS torna-se necessária e pode ser alcançada por meio do uso de ingredientes conservantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da lavagem e da adição de aditivos, tais como o BHT e a associação tripolifosfato de sódio/eritorbato de sódio, sobre a estabilidade da CMS de tilápia armazenado sob congelamento (-18 °C), durante 60 dias. Foram avaliadas na CMS de tilápia elaborada com diferentes antioxidantes a sua composição centesimal e as características de frescor (Bases Nitrogenadas Voláteis Totais - BNVT e Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico - TBARS). Foi possível observar que a CMS não-lavada apresentou menores valores de umidade, porém maiores teores de proteínas, lipídios e cinza. Nas análises de frescor, na CMS lavada as BNVT apresentaram menores valores que a não-lavada, sendo que ao longo da estocagem as amostras mais estáveis foram as adicionadas de antioxidantes. As análises de TBARS demonstraram que as amostras cozidas são menos estáveis e que o tempo de armazenamento tende a aumentar a oxidação. Foi possível concluir que tanto a lavagem quanto a adição de antioxidantes melhoram a estabilidade da CMS frente à estocagem sob congelamento.

**Palavras-chave:** Tilápia; Carne mecanicamente separada; Antioxidante; Qualidade; Aditivos químicos.

**Stability of tilapia Minced (*Oreochromis niloticus*) due to the use of different additives:** The application of minced extraction process is an emergent and attractive process due to its possibility of greater meat recovering, creating better quality products. The development of new formulation is necessary to improve the technological quality of minced, and can be achieved through the use of preservative ingredients. The aim of this study was to evaluate the effect of washing and use of additives such as BHT and the association sodium tripolyphosphate / sodium erythorbate, on the stability of tilapia minced stored at frozen until 60 days. Minced was prepared from tilapia with addition of different antioxidants, and its composition and freshness characteristics (TVB-N and TBARS) were evaluated. It was observed that the non-washed minced presented lower moisture but higher levels of proteins, lipids and ash. After the freshness analysis, the washed minced TVB-N showed lower values than non-washed, and the samples with antioxidants presented higher stability during storage. The TBARS analysis of cooked samples showed a lower stability and it was verified that the storage time tends to increase the oxidation. It was concluded that both washing and addition of antioxidants were able to enhance stability against minced storage under freezing.

**Keywords:** Tilapia; Minced; Antioxidant; Quality; Chemical additives.

\* E-mail: ingridyribeiro@yahoo.com.br

## 1 Introdução

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) vem se destacando como uma das espécies mais cultivadas e comercializadas no Brasil. Em 2000, a produção representava 18,4% do total produzido na aquicultura e, em 2004, representava 38% do total, com produção aproximada de 70 mil t (BRASIL, 2005). A criação de tilápia produz 32 mil t/ano, sendo o “carro chefe” da produção aquícola nacional, uma vez que esta quantidade representa 39% do total de pescado cultivado (BRASIL, 2011).

O aumento na produção de tilápia se deve às características zootécnicas da espécie e da sua adaptação ao clima do país; e vem disponibilizando um alimento de valor nutricional considerável, rico em proteína completa, fonte de aminoácidos essenciais e de ácidos graxos insaturados, além de vitaminas e minerais, o que atrai a atenção dos consumidores, cada vez mais preocupados em manter uma alimentação saudável e equilibrada.

O processamento industrial da tilápia no Brasil iniciou-se na década de 90, no Oeste do Paraná, priorizando-se apenas uma forma de beneficiamento - filés de tilápia congelados. O rendimento em filé da tilápia é baixo (30 a 33%) e conseqüentemente gera uma grande quantidade de resíduos, tais como pele, espinhas, cabeça e carcaça (OETTERER, 2002). Tradicionalmente, os resíduos da filetagem ou de outros processos de conservação de pescado são destinados à produção de farinha de peixe para alimentação animal ou simplesmente são descartados na rede pública, gerando problemas ambientais; desta forma, ocorrem perdas econômicas e sociais.

As perdas econômicas existem como consequência de que os resíduos são considerados no cálculo do preço do filé, gerando produtos caros e assim, inacessíveis à maior parte da população. As perdas sociais são causadas pelos danos ao meio ambiente, diminuindo em consequência a qualidade de vida da população. Uma alternativa simples para o aproveitamento destes resíduos no Brasil tem sido a elaboração de silagem e sua posterior utilização na nutrição animal. No entanto, na carcaça restante após a filetagem sobram ainda partes comestíveis de boa qualidade que podem ser utilizados para a alimentação humana (KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS, 2009).

A aplicação de um processo de extração de Carne Mecanicamente Separada (CMS) por meio do uso de máquinas separadoras de carne e ossos, tem se destacado como um processo atraente principalmente pela possibilidade de maior recuperação da carne, em comparação aos métodos de processamento convencionais, gerando matéria-prima básica e versátil para o desenvolvimento de novos produtos, permitindo um maior aproveitamento desse descarte do processamento, além de ser uma boa opção de utilização do pescado que está abaixo do peso comercial. A tecnologia de obtenção de CMS gera

produtos elaborados de melhor qualidade, a partir do *Mincéd*, como o *surimi*, *kamaboko*, hambúrguer, embutidos, entre outros (FAO/WHO, 1994).

O *Mincéd fish* é definido pelo *Codex Alimentarius* como o produto obtido a partir de uma única espécie ou mistura de espécies de peixes com características sensoriais similares, submetido ao processo de separação mecânica, resultando em partículas de tecido muscular isentas de ossos, vísceras e pele (OETTERER, 2002). No entanto, o processo de separação mecânica gera uma maior superfície de contato na carne, tornando assim o produto vulnerável, podendo sofrer em curto espaço de tempo alterações de natureza física, química e microbiológica, refletindo na cor, consistência, odor e sabor.

O processo de lavagem pode melhorar a qualidade e as características funcionais da CMS de pescado. As lavagens com água removem, parcial ou totalmente, proteínas sarcoplasmáticas, como as proteases, além de pigmentos como sangue, lipídeos e compostos heme, que podem catalisar a oxidação lipídica, a degradação de proteínas e causar coloração indevida no produto final. Porém é importante que esta operação seja avaliada, pois conduz à perda de proteína, principalmente, e de outros nutrientes solúveis, levando sempre à geração de efluente líquido abundante e à necessidade de sua disposição dentro dos padrões de conformidade (TENUTA-FILHO; JESUS, 2003; KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS, 2009).

O congelamento e a estocagem sob congelamento são os principais métodos utilizados na preservação de peixes e seus produtos. Entretanto, algumas mudanças indesejáveis podem ocorrer, como a desnaturação protéica e a oxidação lipídica (KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS, 2009). Assim, o desenvolvimento de novas formulações que visem melhorar a qualidade tecnológica do *Mincéd* torna-se necessária e pode ser alcançada por meio do uso de ingredientes conservantes.

Os aditivos que têm sido utilizados na elaboração da CMS, *Mincéd* e derivados são o Terc-Butil Hidroquinona (TBHQ) (OETTERER, 2006), ácido ascórbico (ABDEEL-ALL, 2001) e  $\alpha$ -tocoferol (NEIVA, 2003).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da lavagem e da adição de aditivos, tais como o Butil Hidroxitolueno (BHT), e sua associação com tripolifosfato de sódio/eritorbato de sódio, sobre a estabilidade da CMS de tilápia armazenada sob congelamento, a -18 °C, durante 60 dias.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Obtenção da CMS de tilápia

Foram utilizadas 70 tilápias (*Oreochromis niloticus*) frescas, com peso médio de 500 g, adquiridas em uma

rede de supermercado, em Piracicaba- SP. Na Planta de Processamento do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, da ESALQ-USP, os peixes foram lavados com água clorada (5 mg/L de hipoclorito), descabeçados, eviscerados e lavados novamente. Após a limpeza, a matéria-prima foi processada em despoldador mecânico, conforme Cabral (2012), para elaboração da CMS. O procedimento de lavagem foi feito com água gelada (10 °C), na proporção de 3 L de água para 1 kg de CMS, agitação durante 2 minutos e repouso por 3 minutos. Em seguida, o material foi drenado para a retirada do excesso de água. Após este processamento inicial, a CMS foi dividida em seis tratamentos: (1) - consistiu em CMS não lavada e sem aditivos; (2) - CMS lavada e sem aditivos; (3) - CMS lavada, com o aditivo químico tripolifosfato de sódio a 0,5% (m/m) + eritorbato de sódio a 0,1% (m/m); (4) - CMS lavada, com o aditivo químico BHT a 0,01% (m/m). Para simular uma situação de oxidação, foram elaborados os tratamentos 5 e 6, consistindo respectivamente de CMS lavada sem antioxidante e CMS lavado adicionado de BHT a 0,01% (m/m), ambos cozidos a 100 °C, em banho-maria, por 4 minutos (oxidação acelerada pelo aquecimento), para a análise por TBARS. Para todos os tratamentos foram amostradas porções de 500 g, embaladas em sacos de polietileno, congeladas e estocadas a -18 °C, durante 60 dias. Todas as análises foram realizadas após o processamento da CMS (tempo 0) e a intervalos de 30 e 60 dias de estocagem do produto congelado a -18 °C. Os ensaios foram desenvolvidos em triplicata para cada determinação.

## 2.2 Composição centesimal da CMS

O teor de umidade foi determinado pela perda de peso da amostra em estufa aquecida a  $105 \pm 1$  °C, até o peso constante (AOAC, 1995). A proteína bruta foi quantificada mediante a determinação do nitrogênio total, pelo método Kjeldahl, utilizando o fator 6,25 para conversão do valor de nitrogênio em proteína (JOHNSON; ULRICH, 1974). O teor de lipídeos foi determinado pelo método de Soxhlet, utilizando hexano como solvente extrator (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985) e a fração cinza, por incineração da matéria orgânica, em forno mufla a 550 °C, até o peso constante (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985). Os resultados foram calculados em base úmida e expressos em g/100 g.

## 2.3 Características de frescor e estabilidade oxidativa da CMS

As bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) foram determinadas por meio de precipitação protéica com ácido tricloroacético (TCA), e destilação de alíquotas

de 20 mL do filtrado com recebimento do destilado em ácido bórico a 1% (m/v) com indicador misto e titulação com ácido clorídrico (0,005 mol equi/L) conforme descrito por Savay da Silva *et al.* (2008). A estabilidade oxidativa da CMS foi avaliada pelo desenvolvimento de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) conforme Vyncke (1970).

## 2.4 Análise estatística

A avaliação estatística dos resultados foi realizada por meio do software SAS 9.2, pela análise de variância (ANOVA) e aplicado teste de Tukey para observar as diferenças significativas entre os valores médios ( $p < 0,05$ ).

## 3 Resultados e Discussão

O rendimento em carne do pescado é influenciado por diversos fatores, tais como espécie, tamanho do peixe e método utilizado para a obtenção da carne (GRYSCHKE; OETTERER; GALLO, 2003). No caso da CMS, podem influenciar, no rendimento final, a regulagem da despoldadora, o número de lavagens empregadas e o método utilizado para drenar o excesso de água (CABRAL, 2012).

O rendimento da extração da CMS de tilápia foi de 37,10% em relação ao peixe inteiro e de 82,08% em relação ao peixe eviscerado e descabeçado. Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) encontraram para CMS de tilápia do Nilo respectivamente 46,90% e 78,60%. Grysckek, Oetterer e Gallo (2003) observaram respectivamente para tilápia vermelha e tilápia do Nilo rendimentos de 42,56 e 33,57% em relação ao peixe inteiro e 65,96 e 51,73% em relação ao peixe eviscerado e descabeçado. Angelini (2010) encontrou respectivamente 33,76% e 87,43% e Cabral (2012) encontrou 34,92% e 80,04%, respectivamente. Com relação ao rendimento após o processo de lavagem, obteve-se neste trabalho o percentual de 86,43%, semelhante ao encontrado por Kirschnik e Macedo-Viegas (2009), que foi de 84,7%. Angelini (2010) e Cabral (2012) encontraram respectivamente os valores de 82,10% e 81,34%. O rendimento após o processo de lavagem pode ser influenciado pela eficiência da retirada de água, número de lavagens e tipo de equipamento utilizado (KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS, 2009).

De acordo com os resultados obtidos, foi possível observar que o processo de lavagem tornou a CMS lavada uma matéria-prima diferente da CMS não lavada em termos de umidade, lipídeos e cinzas (Tabela 1). O teor de umidade da CMS lavada (adicionada de antioxidantes ou não) foi estatisticamente maior que da CMS não lavada. Este fato pode ser explicado pelo aumento da capacidade de hidratação das proteínas miofibrilares concentradas na

Tabela 1 - Composição centesimal da CMS dos diferentes tratamentos, expressa em g/100 g.

CMS	Umidade	Proteína bruta	Lipídios	Cinza
T1	76,29 ± 0,12 <sup>c</sup>	17,69 ± 0,17 <sup>a</sup>	4,66 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,00 ± 0,01 <sup>a</sup>
T2	79,34 ± 0,28 <sup>ab</sup>	16,56 ± 1,00 <sup>a</sup>	3,96 ± 0,05 <sup>ab</sup>	0,54 ± 0,02 <sup>c</sup>
T3	79,10 ± 0,19 <sup>b</sup>	16,67 ± 0,83 <sup>a</sup>	3,08 ± 0,05 <sup>b</sup>	0,93 ± 0,01 <sup>b</sup>
T4	79,62 ± 0,15 <sup>a</sup>	16,31 ± 0,77 <sup>a</sup>	3,61 ± 0,68 <sup>b</sup>	0,44 ± 0,01 <sup>d</sup>

Médias das colunas (n=6) seguidas por letras diferentes apresentam diferença estatística significativa (p< 0,05) (Teste de Tukey). T1: CMS não lavada, sem antioxidante; T2: CMS lavada, sem antioxidante; T3: CMS lavada, com tripolisfosfato/eritorbato de sódio; T4: CMS lavada, com BHT.

CMS (SUZUKI, 1987; KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS, 2009). Também foi possível observar que, após a aplicação dos antioxidantes, o teor de umidade estatisticamente não variou.

Apesar do processo de lavagem remover as proteínas hidrossolúveis (sarcoplasmáticas) e que alguns autores terem reportado perdas consideráveis de proteínas após o processo de lavagem (BARRERO; BELLO, 2000; GRYSCHKEK; OETTERER; GALLO, 2003; KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS, 2009), neste trabalho não houve diferença estatisticamente significativa no teor de proteínas entre os tratamentos testados.

O teor de lipídios foi reduzido no processo de lavagem, sendo estatisticamente significativo nos tratamentos nos quais foram adicionados compostos antioxidantes. Grysckek, Oetterer e Gallo (2003) observaram redução no teor de lipídios de 4,23 (CMS não lavada) para 1,70% (CMS lavada). O mesmo relataram Kirschnik e Macedo-Viegas (2009), com redução de 2,91 pra 1,63%.

Após a lavagem houve perda estatisticamente significativa no teor de cinza (redução de 46%), indicando grande perda de minerais por lixiviação. Grysckek, Oetterer e Gallo (2003) e Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) relataram perdas de 80 e 65,9% respectivamente nos teores de cinza após o processo de lavagem em CMS de tilápia do Nilo. É interessante

observar que, em termos absolutos, o tratamento 3 apresentou a menor redução. Este fato pode ser explicado pela presença do sódio na composição do antioxidante utilizado.

A determinação do teor das bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) é um método relativamente simples e comumente usado para avaliar a qualidade de frescor de pescado. No Brasil, a Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabelece o valor de 30 mg de N/100 g como limite máximo de BNVT para pescado fresco, exceto para elasmobrânquios (BRASIL, 1997). De acordo com Ogawa e Maia (1999), para peixes em excelente estado de frescor, o teor de BNVT atinge de 5 a 10 mg de N/100 g de músculo; peixes com frescor satisfatório podem atingir até 15 a 25 mg de N/100 g. Antes de ocorrerem as alterações, os teores podem variar de 30 a 40 mg de N/100 g, e quando deteriorado, o teor estará acima de 50 mg de N/100 g. Foi possível observar que a CMS lavada, com ou sem antioxidantes, apresentaram menores teores de BNVT quando comparadas à CMS não lavada. Esse fato pode ser justificado pela provável perda de compostos nitrogenados voláteis durante o processo de lavagem. Diminuição desses teores também foi observada em CMS por Neiva (2003) e Kirschnik e Macedo-Viegas (2009). Os tratamentos com antioxidantes foram os que se apresentaram mais estáveis frente à estocagem sob congelamento por 60 dias (Tabela 2).

Tabela 2 - Bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT), em mg/100 g em CMS de tilápia.

Tratamentos CMS	Dias de armazenamento		
	0	30	60
T1	13,22 ± 1,6 <sup>aC</sup>	16,80 ± 1,05 <sup>aA</sup>	14,52 ± 0,58 <sup>aB</sup>
T2	5,73 ± 2,09 <sup>bB</sup>	8,40 ± 0,69 <sup>bA</sup>	6,08 ± 2,68 <sup>bAB</sup>
T3	4,7 ± 1,00 <sup>bA</sup>	3,03 ± 0,13 <sup>cA</sup>	5,40 ± 1,05 <sup>bA</sup>
T4	3,79 ± 0,48 <sup>bA</sup>	2,39 ± 0,32 <sup>cA</sup>	4,73 ± 0,29 <sup>bA</sup>

Médias das colunas (n=3) seguidas por letras minúsculas diferentes apresentam diferença estatística significativa (p< 0,05) (Teste de Tukey). Médias das linhas (n=3) seguidas por letras maiúsculas diferentes apresentam diferença estatística significativa (p< 0,05) (Teste de Tukey). T1: CMS não lavada, sem antioxidante; T2: CMS lavada, sem antioxidante; T3: CMS lavada, com tripolisfosfato/eritorbato de sódio; T4: CMS lavada, com BHT.

Ao longo da estocagem em gelo, o conteúdo das BNVT aumenta progressivamente em função dos processos enzimáticos e microbianos sendo, assim, útil na avaliação do frescor e da deterioração do pescado (SHEWAN, 1962).

A legislação vigente no Brasil não apresenta limite máximo para malonaldeído/kg em produtos cárneos. Entretanto, o produto carne pode ser considerado em

bom estado apresentando valores abaixo de 3,0 mg de malonaldeído/kg de amostra (AL-KAHTANI *et al.*, 1996). A partir dos resultados obtidos (Tabela 3), pode-se dizer que todos os valores encontrados estão dentro dos valores encontrados como aceitáveis na literatura, apresentando-se adequado para consumo. Os resultados de TBARS diferiram significativamente entre os tratamentos e os tempos de análise (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores de TBARS (mg de malonaldeído/kg) nas CMS de tilápia.

Tratamentos CMS	Dias de armazenamento		
	0	30	60
T1	0,036 ± 0,01 <sup>bb</sup>	0,031 ± 0,00 <sup>ab</sup>	0,336 ± 0,03 <sup>aA</sup>
T2	0,085 ± 0,04 <sup>bb</sup>	0,061 ± 0,04 <sup>ab</sup>	0,243 ± 0,11 <sup>abA</sup>
T3	0,073 ± 0,02 <sup>bb</sup>	0,043 ± 0,02 <sup>ab</sup>	0,117 ± 0,01 <sup>ca</sup>
T4	0,051 ± 0,01 <sup>bb</sup>	0,025 ± 0,02 <sup>ab</sup>	0,158 ± 0,03 <sup>bcA</sup>
T5	0,178 ± 0,01 <sup>aA</sup>	0,0149 ± 0,00 <sup>ab</sup>	0,176 ± 0,02 <sup>bcA</sup>
T6	0,161 ± 0,04 <sup>aA</sup>	0,0126 ± 0,00 <sup>ab</sup>	0,138 ± 0,01 <sup>ca</sup>

Médias das colunas (n=3) seguidas por letras minúsculas diferentes apresentam diferença estatística significativa (p< 0,05) (Teste de Tukey). Médias das linhas (n=3) seguidas por letras maiúsculas diferentes apresentam diferença estatística significativa (p< 0,05) (Teste de Tukey). T1: CMS não lavada, sem antioxidante; T2: CMS lavada, sem antioxidante; T3: CMS lavada, com tripolisfosfato/eritorbato de sódio; T4: CMS lavada, com BHT; T5: CMS lavada, sem antioxidante, cozida; T6: CMS lavada, com BHT, cozida.

Com relação aos tratamentos, observou-se diferença no ponto 0 com relação aos tratamentos T5 e T6 com os demais tratamentos, podendo ser explicado uma vez que as amostras destes tratamentos (T5 e T6) sofreram o processo de cozimento, apresentando valores iniciais maiores de TBARS. Para o ponto 30 dias de armazenamento, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Segundo Seo (1976), após um período de estocagem, os teores de TBARS sofrem alterações, o que pode ser atribuído às reações das proteínas musculares, com o malonaldeído, produzida na oxidação das gorduras. Com 60 dias de armazenamento, observou-se diferença significativa entre os tratamentos. O T1 apresentou maior valor de TBARS, apresentando maior oxidação ao longo do tempo de armazenamento. Isto pode ser atribuído ao fato destas amostras não terem sido lavadas e não apresentarem a adição de antioxidantes. Devido a não lavagem das amostras, componentes como pigmentos, proteínas sarcoplasmáticas e gorduras permanecem na amostra, podendo assim facilitar o processo de oxidação.

Observou-se diferença significativa ao longo do período de armazenamento das amostras (Tabela 3), nos quais os maiores valores obtidos foram no 60 dias de armazenamento, demonstrando que o processo oxidativo ocorreu durante a estocagem das amostras. No entanto, não comprometeu a estabilidade do produto, já que os valores se apresentaram abaixo do previsto como impróprio para o consumo.

#### 4 Conclusão

Com relação à composição centesimal, foi possível observar que a CMS não-lavada apresentou menores valores de umidade, porém maiores teores de proteínas, lipídios e cinza. Nas análises de frescor, na CMS lavada as BNVT apresentaram menores valores que a não-lavada, sendo que ao longo da estocagem as amostras mais estáveis foram as adicionadas de antioxidantes. As análises de TBA demonstraram que as amostras cozidas são menos estáveis e que o tempo de armazenamento tende a aumentar a oxidação. Foi possível concluir que tanto a lavagem quanto a adição de antioxidantes melhoram a estabilidade da CMS, frente à estocagem sob congelamento.

#### 5 Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP pelo apoio financeiro concedido na forma de bolsa de doutorado (Processo nº 2008/11340-9) e auxílio regular à pesquisa (Processo nº 2009/09063-0).

#### 6 Referências

AL-KAHTANI, H.A.; ABU-TARBOUSH, H.M.; BAJABER, A.S. Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in Tilapia and Spanish

- mackerel. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 4, p. 1053-1055, 1996.
- ANGELINI, M. F. C. **Desenvolvimento do Produto de Conveniência Quenelle de Tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 160 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 13 ed. Washington, 1995, V1.
- BARRERO, M.; BELLO, R. A. Characterization of Sardine *Minced* Flesh (*Sardinella aurita*) Washed with Different Solutions. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 9, n. 3, p. 105 – 114, 2000.
- BRASIL. **Regulamento técnico de identidade e qualidade de peixe fresco (inteiro eviscerado)**. Portaria nº 185, de 13 de maio de 1997. Brasília, 1997. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=2453>>. Acesso em: 01 jun. 2009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Estatística da pesca 2004 – Brasil: grandes regiões e unidades da confederação**. Brasília, DF: IBAMA, 2005. 136 p. Disponível em: <[www.ibama.gov.br/category/40?download=2457%3A2004.pdf](http://www.ibama.gov.br/category/40?download=2457%3A2004.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2011.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção pesqueira e aquícola, estatística 2008/2009**. Brasília, DF, 2011. 37 p. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: 24 nov. 2011.
- CABRAL, I. S. R. **Extratos de Algas Marinhas como Agentes Antioxidantes e Antimicrobianos e seus Efeitos na Qualidade de Minced de Tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 138 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- FAO/WHO. **Draft revised Standard for quick frozen blocks of fish fillets, "Minced" fish flesh and mixtures of fillets and "Minced" fish flesh (Appendix IV)**. Codex Alimentarius Commission, Report of the 21<sup>st</sup> Session the Codex Committee on Fish and Fishery Products. Roma, p. 47-57, 1994.
- GRYSCHKEK, S. F. B.; OETTERER, M.; GALLO, C. R. Characterization and frozen storage stability of *Minced* Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis spp.*). **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 12, n. 3, p. 57-69, 2003.
- JOHNSON, C.M.; ULRICH, A. Analytical methods. In: SARRUGE, J. R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. p. 4-10.
- KIRSCHNIK, P. G.; MACEDO-VIEGAS, E. M. 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. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 1, p. 200-206, 2009.
- NEIVA, C. R. P. **Obtenção e Caracterização de Minced Fish de Sardinha e sua Estabilidade Durante a Estocagem sob Congelamento**. 78 p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 1999. V1. 430 p.
- OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Agropecuária, 2002, 200 p.
- OETTERER, M. Capítulo 3: Proteínas do pescado - processamento com intervenção na fração protéica. In: OETTERER, M.; REGITANO D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri (SP): Manole, 2006. p. 99- 134.
- PREGNOLATO, W; PREGNOLATO, N. P. **Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para a análise de alimentos**. 2 ed. São Paulo (SP): Instituto Adolfo Lutz, 1985. 553 p.
- SAVAY DA SILVA, L. K.; RIGGO, R.; MARTINS, P.E.; GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. Otimização e padronização do uso da metodologia para determinação de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) em camarões *Xyphopenaeus kroyeri*. **Brazilian Journal of Food and Technology**, n. 20, p. 138-144, 2008.
- SEO, C.W. Hydrocarbon production from freeze dried meats. **Journal of Food Science**, v. 41, p. 594-597, 1976.
- SHEWAN, J.M. The bacteriology of fresh and spoiling fish and some related chemical changes. In: HAWTHORN, J.; MUIL LEITCH, J. **Recent advances in food science**. London: Pergamon Press, 1962. p.167-193.
- SUZUKI, T. **Tecnologia de las proteínas de pescado y krill**. Zaragoza: Acribia. 1987, 230 p.
- TENUTA-FILHO, A.; JESUS, R. S. Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria-prima industrial. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 37, n. 2, p. 59-64, 2003.
- VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Feete-Scifen Anstrichmittel**, v. 72, n. 12, p. 1084-1087, 1970.