

Estabilidade em armazenamento da carne de tilápia-do-nilo mecanicamente separada, lavada, adicionada de conservantes e congelada

Peter Gaberz Kirschnik⁽¹⁾, Marco Antonio Trindade⁽²⁾, Catarina Abdala Gomide⁽²⁾, Maria Estela Gaglianone Moro⁽²⁾ e Elisabete Maria Macedo Viegas⁽²⁾

⁽¹⁾Faculdade Católica do Tocantins, Acsu, SE 140, Avenida Teotônio Segurado, Lote 01, Centro, Quadra. 1402 Sul, CEP 77061-002 Palmas, TO. E-mail: petergk76@yahoo.com.br ⁽²⁾Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Departamento de Zootecnia, Avenida Duque de Caxias Norte, nº 225, Centro, CEP 13635-900 Pirassununga, SP. E-mail: trindadema@usp.br, cbgomide@usp.br, estemoro@usp.br, emviegas@usp.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do processo de lavagem e da adição de eritorbato de sódio e tripolifosfato de sódio na estabilidade de carne mecanicamente separada (CMS), obtida a partir de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). Foram avaliados quatro tratamentos, em triplicata: CMS, lavada ou não e armazenada, com ou sem a adição de conservantes, durante 180 dias de armazenamento a -18°C. Para a avaliação da estabilidade, foram realizadas análises microbiológicas de nitrogênio não proteico, bases nitrogenadas voláteis, oxidação lipídica pelo índice de Tbars, valor de pH e perda de líquido por descongelamento ("drip"). O processo de lavagem elevou o teor de umidade e diminuiu os teores de proteína bruta, lipídios e cinzas na CMS, bem como os níveis de nitrogênio não proteico, bases nitrogenadas voláteis e oxidação lipídica após a lavagem. Durante o armazenamento, não foram detectadas diferenças nos teores de nitrogênio não proteico, pH e "drip", mas houve aumento nos valores de bases nitrogenadas voláteis. O processo de lavagem favorece a estabilidade da CMS de tilápia, e a adição de tripolifosfato e eritorbato de sódio reduz a oxidação lipídica do produto não lavado.

Termos para indexação: *Oreochromis niloticus*, aditivo, armazenamento, carcaça.

Storage stability of Nile tilapia meat mechanically separated, washed, added with preservatives and frozen

Abstract – The objective of this work was to evaluate the influence of the washing process and of the addition of sodium erythorbate and sodium tripolyphosphate on the stability of mechanically separated meat (MSM), obtained from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) filleting waste. Four treatments were evaluated, in triplicate: washed or nonwashed MSM, stored with or without the addition of preservatives, during 180 day storage at -18°C. To evaluate stability, microbiological, nonprotein nitrogen, volatile basic nitrogen, lipid oxidation by Tbars index, pH value, and drip loss analyses were carried out. The washing process increased moisture content and decreased crude protein, fat, and ash contents in MSM, as well as the levels of nonprotein nitrogen, volatile basic nitrogen, and lipid oxidation after washing. During storage, no differences were detected for nonprotein nitrogen levels, pH values, and drip loss, but there was an increase in volatile basic nitrogen values. The washing process favors tilapia MSM stability, and the addition of sodium tripolyphosphate and erythorbate reduces lipid oxidation of the unwashed product.

Index terms: *Oreochromis niloticus*, additive, storage, carcassee.

Introdução

A tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies de peixes mais cultivadas no Brasil. Em 2006, a produção desta espécie foi de 71.253 toneladas, o que representa cerca de 37% do total produzido pela aquicultura neste período (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis,

2008). Grande parte da produção é direcionada ao processamento industrial, principalmente na forma de filés congelados. A obtenção da carne mecanicamente separada (CMS), a partir dos resíduos gerados do processamento de pescado, é alternativa viável para o aproveitamento dos músculos ainda existentes nas carcaças após a filetagem. A CMS de pescado oferece grandes possibilidades para a diversificação de

produtos na indústria pesqueira, e é possível controlar e modificar sua suculência, textura, sabor, aroma e estabilidade, dependendo do tipo de produto desejado e do tipo de pescado utilizado (Morais & Martins, 1981; Oliveira Filho et al., 2010).

Procedimentos de lavagem da CMS de pescado tem a finalidade de remover sangue, pigmentos, proteínas sarcoplasmáticas, componentes solúveis, lipídios e outras impurezas que podem catalisar a degradação proteica e a oxidação lipídica (Tenuta-Filho & Jesus, 2003). A lavagem da CMS de pescado é um processo comum utilizado para a produção de surimi e derivados (Eymard et al., 2010). Entretanto, esse processo ocasiona a perda de proteína e outros nutrientes solúveis, o que leva à geração de efluente líquido abundante (Tenuta-Filho & Jesus, 2003; Oliveira Filho et al., 2012).

O congelamento e a estocagem sob congelamento são importantes métodos utilizados para a preservação de peixes e seus produtos (Siddaiah et al., 2001). Contudo, também podem ocorrer algumas mudanças indesejáveis, como desnaturação de proteínas e oxidação lipídica (Kuhn & Soares, 2002). A utilização de antioxidantes e crioprotetores aumenta a estabilidade da CMS, com extensão da vida de prateleira durante a estocagem congelada (Abdel-Aal, 2001; Duraes et al., 2012).

O eritorbato de sódio, um isômero do ácido ascórbico, apresenta forte efeito antioxidante e é usado na prevenção do desenvolvimento de rancidez oxidativa, quando aplicado em concentrações acima de 100 mg L⁻¹ (Trindade et al., 2008). A crioproteção ocorre quando compostos de baixo peso molecular favorecem termodinamicamente a manutenção das proteínas em sua conformação nativa (Etemadian et al., 2011). Os polifosfatos, como tripolifosfato de sódio, são crioprotetores muito utilizados para evitar a desnaturação proteica em alimentos, principalmente em pescado, cujas proteínas musculares são menos estáveis do que as proteínas de bovinos, suínos ou aves.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do processo de lavagem e da adição de eritorbato de sódio e tripolifosfato de sódio na estabilidade de CMS obtida a partir de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo.

Material e Métodos

Foram utilizados 40 kg de resíduos congelados da filetagem (carcaças) de tilápias-do-nilo provenientes de abatedouro da região de Pirassununga, SP.

O experimento foi realizado no Laboratório de Processamento de Produtos Aquáticos, Campus de Pirassununga, da Universidade de São Paulo. Os resíduos foram descongelados à temperatura ambiente, lavados com água clorada (5 mg L⁻¹) e, após a limpeza, submetidos à máquina separadora de carne e ossos HT 250, (High Tech Equipamentos Industriais Ltda., Chapecó, SC), na qual obtiveram-se aproximadamente 23 kg de carne mecanicamente separada (CMS).

Após a extração, a CMS foi separada em dois grandes lotes (TA, CMS sem lavar; e TB, CMS lavada), os quais foram subdivididos em outros dois lotes, que deram origem aos quatro tratamentos (TA1, CMS sem lavar e sem adição de conservantes; TA2, CMS sem lavar e com adição de conservantes; TB1, CMS lavada e sem adição de conservantes; e TB2, CMS lavada e com adição de conservantes).

As CMS sem conservantes (TA1 e TB1) foram embaladas em saco de polietileno, em porções de 200 g, congeladas em congelador de placas a -40°C e estocadas a -18°C durante seis meses. Foram adicionados e homogeneizados eritorbato de sódio (0,1%) e tripolifosfato de sódio (0,5%) às CMS com conservantes (TA2 e TB2). Em seguida, as CMS foram embaladas, congeladas e armazenadas nas mesmas condições que os tratamentos sem conservantes.

Para o procedimento de lavagem da CMS, adicionou-se água clorada (5 ppm), gelada, na proporção de 3 L de água para 1 kg de CMS, com agitação por 2 min seguida de repouso por 3 min. Posteriormente, a mistura foi filtrada por meio de tecido de nylon para retirada do excesso de água.

Para cada tratamento e a cada tempo determinado, foram retiradas três amostras (cerca de 200 g cada uma) para realização de análises químicas, físicas e microbiológicas. As amostras foram retiradas do freezer e descongeladas à temperatura de 10°C, no dia da extração da CMS (tempo 0) e a intervalos de 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias de estocagem.

Teores de umidade, cinza, extrato etéreo e proteína bruta foram determinados de acordo com a metodologia oficial da AOAC International (Cunniff, 1995). Medidas de pH foram feitas em pHmetro VDSF F-1002 (Bernauer Acquacultura, Indaial, SC) com eletrodo VDSF 9411 (Bernauer Acquacultura, Indaial, SC), após homogeneização de 10 g de CMS com 40 mL de água destilada. Análises de nitrogênio de

bases nitrogenadas voláteis (N-BNV) foram realizadas de acordo com Howgate (1976), e as de nitrogênio não proteico (NNP), segundo Cunniff (1995).

A perda de líquido por descongelamento ("drip") foi determinada de acordo com Santo et al. (1980). Para avaliar a oxidação lipídica, utilizou-se o índice Tbars, o qual mede o desenvolvimento de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, conforme Vyncke (1970), tendo-se utilizado o tetrametoxipropano para a obtenção da equação da reta utilizada no cálculo dos valores de Tbars ($y = 66,023x + 0,0077$).

O desenvolvimento microbiológico foi avaliado por meio das análises de contagem total de psicrotóxicos em placas, pela técnica do "pour plate". Para detecção de *Salmonella*, foram utilizadas metodologias descritas por Brasil (1981); já para detecção de *Staphylococcus aureus* (Vanderzant & Splittstoesser, 1992), e contagens de coliformes termotolerantes e totais, utilizou-se a técnica do número mais provável (NMP) (Vanderzant & Splittstoesser, 1992).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas por meio do programa SAS (SAS Institute, Cary, NC, EUA).

Resultados e Discussão

O rendimento da extração da CMS de carcaças de tilápia-do-nilo foi de 57,7% ($\pm 1,06$) e, após o processo de lavagem, foi de 84,7%. Os resultados foram próximos aos relatados por Morais & Martins (1981), que observaram rendimentos de 54%, para extração de CMS de carcaças de cavalinha (*Scomber japonicus*), e de 68%, para carcaças de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). O rendimento do processo de lavagem pode ser influenciado pela eficiência do método de desidratação, pelo número de lavagens e pelo tipo de equipamento utilizado.

Os teores de umidade encontrados (Tabela 1) ficaram próximos aos normalmente obtidos em CMS de pescado (72,9 a 81,8%) (Hassan & Mathew, 1999; Abdel-Aal, 2001; Eymard et al., 2005). Houve aumento significativo na umidade da CMS após o processo de lavagem. Isso provavelmente ocorreu em razão da remoção das proteínas sarcoplasmáticas na lavagem e do aumento da capacidade de retenção de

água das proteínas miofibrilares, presentes em grande concentração na CMS de pescado (Contreras-Guzmán, 2002). Mello et al. (2010) avaliaram polpa obtida do resíduo da filetagem (espinhaço) de tilápia-do-nilo e encontraram teor de umidade de 80,69%, muito próximo ao valor de 81,28 obtido no presente trabalho. Aumentos significativos nos teores de umidade (76 a 82%) também foram observados por Neiva (2003) em CMS lavada de sardinha (*Sardinella brasiliensis*).

O processo de lavagem também reduziu o teor de proteína bruta, provavelmente pela remoção de proteínas sarcoplasmáticas solúveis durante a lavagem, o que também foi observado por Biscalchin-Grýschek et al. (2003) na lavagem de CMS de tilápia-do-nilo. O processo de lavagem alterou significativamente o teor de gordura na CMS e reduziu cerca de 7% do teor lipídico. O alto teor de gordura observado na CMS sem lavar deve-se à presença, na carcaça, de porções ventrais musculares que normalmente contêm mais gordura e que são processadas durante a obtenção da CMS. Biscalchin-Grýschek et al. (2003) relataram diminuição de 53% no teor de lipídios após o processo de lavagem de CMS de tilápia-do-nilo.

O processo de lavagem da CMS propiciou redução de 40,5% no teor de cinzas. Resultados semelhantes foram obtidos por Biscalchin-Grýschek et al. (2003), que relataram diminuição de 67,6% de cinzas após o processo de lavagem.

Após o processo de lavagem, observou-se diminuição nos teores de nitrogênio não proteico (NNP) na CMS (Tabela 2), o que pode ser atribuído à lixiviação dos compostos nitrogenados solúveis durante o processo de lavagem (Hassan & Mathew, 1999). Valores de NNP próximos de 344 mg 100 g⁻¹, em músculo íntegro de tilápia-do-nilo, foram relatados por Contreras-Guzmán (2002). Hassan & Mathew (1999) encontraram valores de 170, 200 e 330 mg 100 g⁻¹ de NNP em CMS lavada de carpa comum (*Cyprinus*

Tabela 1. Composição centesimal da carne mecanicamente separada (CMS) de carcaças de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) não lavadas e lavadas⁽¹⁾.

Tratamento	Umidade	Proteína bruta	Lipídios	Cinzas
	------(%)-----			
CMS não lavada	78,31 \pm 0,22b	14,09 \pm 0,12a	6,27 \pm 0,20a	1,11 \pm 0,01a
CMS lavada	81,28 \pm 0,33a	12,03 \pm 0,23b	5,83 \pm 0,21b	0,66 \pm 0,03b

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

carpio), tilápia (*O. mossambicus*) e tubarão (*Scoliodon sorrakowah*), respectivamente. Não houve aumento nos teores de NNP nas CMS estudadas ao longo do período de estocagem (180 dias).

Foram observados teores iniciais mais elevados de bases nitrogenadas voláteis (BNV) nas CMS não lavadas (Tabela 3), provavelmente em razão da eliminação, durante o processo de lavagem, de bases nitrogenadas solúveis em água. Hassan & Mathew (1999) encontraram valores de 4,5, 2,7 e 6,2 mg 100g⁻¹ de N em CMS lavada de carpa comum, tilápia e tubarão, respectivamente. Na determinação de BNV, de acordo com Contreras-Guzmán (2002), estão incluídas, principalmente, a amônia, seguida de bases como a trimetilamina, a dimetilamina e, provavelmente, de traços de monometilamina e propilamina. Não ocorreram alterações significativas nos teores de BNV até 30 dias de estocagem, os quais aumentaram significativamente após este período. Em CMS não lavada sem conservantes (TA1) e com conservantes (TA2), os valores de BNV aumentaram de 4,68 para 6,07 mg 100 g⁻¹ e de 4,25 para 6,40 mg 100 g⁻¹, respectivamente, dos 30 aos 180 dias de estocagem. Nas CMS lavadas, observaram-se aumentos menores, que atingiram valores de 2,82 e 2,99 mg 100 g⁻¹ em TB1 e TB2, respectivamente, ao fim do período de estocagem. A produção de BNV durante o armazenamento de pescado é resultante da ação de enzimas endógenas e da atividade microbiológica.

Verificou-se que a adição de eritorbato de sódio (0,1%) e tripolifosfato de sódio (0,5%) nas CMS não impediu completamente a ação de enzimas endógenas e da atividade microbiológica, constatadas pela elevação dos teores de BNV ao longo da estocagem. Reddy et al. (1992), ao avaliarem CMS de perca rosa (*Nemipterus japonicus*), relataram aumentos nos teores de BNV, de 4,0 para 18,4 mg 100 g⁻¹, durante a estocagem congelada, por 180 dias. Siddaiah et al. (2001) observaram aumentos nas BNV, de 1,98 para 32,85 mg 100 g⁻¹ de CMS, em carpa (*Hypophthalmichthys molitrix*) estocada e congelada durante 180 dias, valores maiores que os encontrados no presente trabalho, para tilápia-do-nilo.

É importante ressaltar que os níveis detectados para as BNV em todos os tratamentos e períodos avaliados estão bem abaixo do limite de aceitabilidade recomendado para pescado fresco no Brasil, que é de 30 mg 100 g⁻¹ (Brasil, 1997) (Tabela 3).

O pH diminuiu nos primeiros 30 dias de estocagem, aumentou até os 60 dias e, a partir daí, manteve-se com variações menores em todas as CMS estudadas (Figura 1). O aumento do pH em pescado ou produtos de pescado indica degradação proteica, com produção de substâncias como amônia e outras aminas (Contreras-Guzmán, 2002). Jesus et al. (2001) observaram apenas pequenas variações nos valores de pH durante a estocagem sob congelamento de CMS de peixes amazônicos. Os valores iniciais mais elevados de

Tabela 2. Nitrogênio não proteico (mg 100g⁻¹ de N) na carne mecanicamente separada (CMS) de carcaças de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) lavadas e não lavadas, com e sem conservantes, durante estocagem de 180 dias a -18°C⁽¹⁾.

Tratamento	Dias de estocagem						
	0	30	60	90	120	150	180
CMS não lavada sem conservantes	161,4±2,0Aa	161,4±4,7Aa	153,7±6,5Aa	152,7±6,6Aa	150,6±8,1Aa	149,8±9,3Aa	165,3±3,9Aa
CMS não lavada com conservantes	162,0±5,2Aa	162,5±4,4Aa	162,5±4,9Aa	144,3±3,6Aa	144,3±1,4Aa	149,0±8,6Aa	151,2±4,9Ab
CMS lavada sem conservantes	52,5±2,0Ab	52,5±2,4Ab	58,8±1,4Ab	51,7±1,4Ab	53,3±2,8Ab	51,7±2,8Ab	56,7±5,3Ac
CMS lavada com conservantes	50,1±2,4Ab	51,3±3,0Ab	55,7±3,4Ab	50,9±1,4Ab	50,9±5,4Ab	58,0±3,6Ab	61,8±9,1Ac

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Bases nitrogenadas voláteis (mg 100g⁻¹ de N) na carne mecanicamente separada (CMS) de carcaças de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) lavadas e não lavadas, com e sem aditivos, durante estocagem de 180 dias a 18°C⁽¹⁾.

Tratamento	Dias de estocagem						
	0	30	60	90	120	150	180
CMS não lavada sem conservantes	4,81±0,44Ba	4,68±0,29Ba	6,39±0,48Aa	6,27±0,50Aa	6,77±0,40Aa	5,76±0,29Aa	6,07±0,24Aa
CMS não lavada com conservantes	4,57±0,76BCa	4,25±0,29Ca	6,15±0,11Aa	6,21±0,29Aa	5,44A±0,78Ba	6,15±0,44Aa	6,40±0,20Aa
CMS lavada sem conservantes	0,15±0,07Cb	0,29±0,07Cb	1,62±0,10Bb	1,49±0,06Bb	1,65±0,15Bb	2,31±0,31Ab	2,82±0,21Ab
CMS lavada com conservantes	0,19±0,13Cb	0,21±0,12Cb	1,75±0,06Bb	1,91±0,01Bc	1,84±0,11Bb	2,74±0,29ABb	2,99±0,22Ab

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

pH nas CMS com conservantes podem ser explicados pela adição de tripolifosfato de sódio, que influencia o aumento do pH. De acordo com Konno (1992), os polifosfatos melhoram a qualidade do surimi estocado sob congelamento, por meio do efeito crioprotetor e por manterem o pH em torno de 7, quando as proteínas são mais estáveis. Yapar et al. (2006) constataram aumento no pH de 6,88 a 7,53, com a adição de 0,5% de fosfato (K_2HPO_4) em CMS de carpa, em razão da alcalinidade do fosfato.

A degradação dos lipídios é o problema de qualidade mais sério que afeta a CMS de pescado (Tenuta Filho & Jesus, 2003). O teste de Tbars quantifica o malonaldeído, um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados, formados durante o processo oxidativo. Não foram observadas alterações nos valores de Tbars nas CMS lavadas com e sem conservantes (Figura 2), o que indica que a presença dos aditivos não influenciou a estabilidade lipídica nas CMS lavadas e que apenas o processo de lavagem foi suficiente para retardar a oxidação lipídica. Os menores valores iniciais de Tbars observados em CMS lavadas indicam que o processo de lavagem eliminou a maior parte dos produtos primários e secundários da oxidação lipídica (Eymard et al., 2005). Tenuta Filho & Jesus

(2003) relataram que o processo de lavagem contribuiu para redução na oxidação durante a estocagem, pela remoção de pigmentos, sangue, parte dos lipídios e compostos heme, que causam a oxidação lipídica. Kirschnik et al. (2009) avaliaram a estabilidade de CMS de tilápia-do-nilo durante estocagem de 180 dias, sob congelamento, e observaram valores de Tbars próximos a $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ de malonaldeído nas CMS não lavadas e próximos a $0,30 \text{ mg kg}^{-1}$ de malonaldeído nas CMS lavadas, ao final da estocagem.

Houve aumento nos valores de Tbars somente na CMS não lavada sem conservantes, o que indica que a adição de eritorbato de sódio (0,1%) e tripolifosfato de sódio (0,5%) inibiu a oxidação lipídica nas CMS não lavadas. Abdel-Aal (2001), ao avaliar a estabilidade de CMS de "karmout" (*Clarias lazera*) congelado durante 180 dias, constatou que a adição de 0,5% de eritorbato de sódio reduziu a oxidação durante a estocagem, enquanto a adição de 0,5% de tripolifosfato de sódio não retardou a oxidação.

O "drip" é um parâmetro utilizado para acompanhar a qualidade da CMS congelada durante a estocagem, e seu aumento geralmente reflete a extensão da desnaturação da proteína, decorrente da desidratação superficial, da formação de cristais de gelo e da ruptura celular (Mishra & Srikar, 1989). O volume

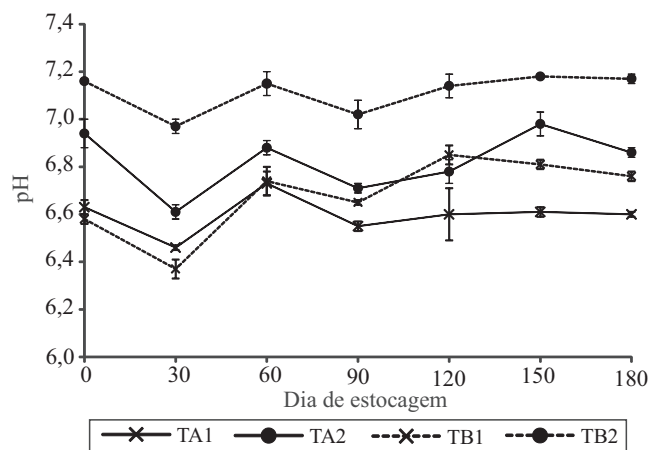


Figura 1. Valores de pH da carne mecanicamente separada (CMS) de carcaças de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) lavadas e não lavadas, com e sem conservantes, durante estocagem de 180 dias a -18°C . TA1, CMS não lavada e sem conservantes; TA2, CMS não lavada e com conservantes; TB1, CMS lavada e sem conservantes; e TB2, CMS lavada e com conservantes.

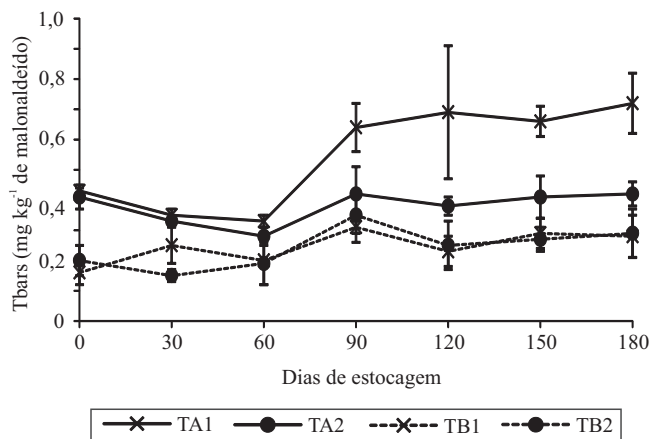


Figura 2. Valores de Tbars na carne mecanicamente separada (CMS) de carcaças de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) lavadas e não lavadas, com e sem conservantes, durante estocagem de 180 dias a -18°C . TA1, CMS não lavada e sem conservantes; TA2, CMS não lavada e com conservantes; TB1, CMS lavada e sem conservantes; e TB2, CMS lavada e com conservantes.

do "drip" resultante do descongelamento em todas as CMS estudadas não sofreu alterações significativas ao longo do período de estocagem (Figura 3). Entretanto, observou-se menor volume de "drip" nas CMS lavadas. Esse fato pode ser justificado pela redução das proteínas sarcoplasmáticas durante o processo de lavagem, o que causa aumento na concentração de proteínas miofibrilares e, conseqüentemente, melhora na capacidade de retenção de água da CMS. O mesmo comportamento foi observado por Biscalchin-Grýschek et al. (2003), em CMS de tilápia-do-nylo, com perdas de "drip" de 6,03 e 11,07% em CMS lavada e não lavada, respectivamente, após 30 dias de estocagem a -18°C .

Os valores estáveis do "drip" observados ao longo do armazenamento sugerem a ocorrência de uma pequena desnaturação proteica, o que é indicativo de que o processo de congelamento rápido e a temperatura de estocagem utilizada (-18°C) foram suficientes para inibir a desnaturação. Thawornchinsombut & Park (2006) observaram mudanças estruturais em surimi (CMS lavado e adicionado de crioprotetores) durante a estocagem sob congelamento, com desnaturação de proteínas e subsequente perda da capacidade de formação de gel.

A adição de eritorbato de sódio (0,1%) e tripolifosfato de sódio (0,5%) nas CMS não alterou significativamente os valores do "drip" ao longo da estocagem. Os tripolifosfatos previnem a agregação da

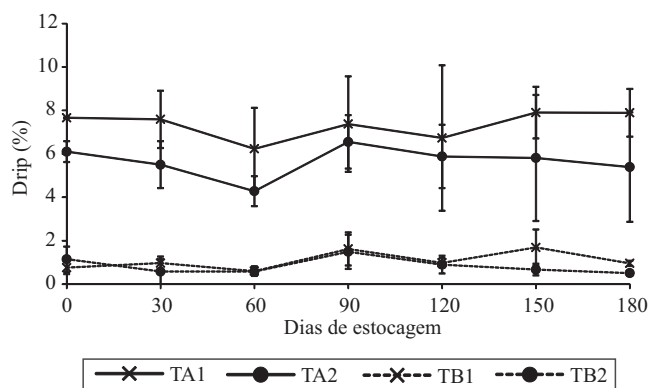


Figura 3. "Drip" da carne mecanicamente separada (CMS) de carcaças de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) lavadas e não lavadas, com e sem conservantes, durante estocagem de 180 dias a -18°C . TA1, CMS não lavada e sem conservantes; TA2, CMS não lavada e com conservantes; TB1, CMS lavada e sem conservantes; e TB2, CMS lavada e com conservantes.

actomiosina, aumentam a capacidade de retenção de água da CMS e sequestram os cátions metálicos Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} e Fe^{3+} , o que contribui para inibir a oxidação lipídica e a desnaturação das proteínas (Gonçalves, 2004).

Reddy et al. (1992) avaliaram a estabilidade na estocagem a -18°C de CMS de perca rosa (durante 180 dias) e observaram aumento do "drip" de 4,8%, aos 30 dias, e de 20% ao final do período. Rodríguez & Bello (1987) relataram alterações mínimas na desnaturação da proteína e na diminuição da retenção de água em CMS de pescado (peixes da fauna acompanhante da pesca de camarão) estocadas a -30°C durante 180 dias. Estes autores observaram que a adição de crioprotetores (tripolifosfato de sódio e NaCl) teve apenas um pequeno efeito protetor sobre o sistema proteico da CMS.

Não foram detectadas a presença de coliformes fecais, *Salmonella* e *S. aureus* nas CMS durante o período de estocagem, conforme os padrões estabelecidos pela Legislação Brasileira (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001).

Foi observada menor contagem total de psicrotróficos nas CMS lavadas, o que indica que a lavagem pode exercer efeito benéfico de remoção de microrganismos (Tabela 4). A contagem de psicrotróficos nas CMS não teve aumento significativo durante os três primeiros meses de estocagem e aumentou apenas nas CMS não lavadas e sem aditivos, e nas CMS lavadas e com conservantes. Após este período, os valores permaneceram com pequenas variações e mostraram tendência de redução. Os resultados iniciais encontrados estão abaixo dos reportados por Jesus et al. (2001), que obtiveram valores médios de log

Tabela 4. Contagem total em placas de psicrotróficos (log UFC g^{-1}) avaliados na carne mecanicamente separada (CMS) de carcaças de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*), lavadas e não lavadas, com e sem conservantes, durante estocagem de 180 dias a -18°C (¹).

Tratamento	Dias de estocagem		
	0	90	180
CMS não lavada sem conservantes	3,75±0,2b	4,20±0,1a	3,84±0,1ab
CMS não lavada com conservantes	3,65±0,4a	3,67±0,1a	3,42±0,1a
CMS lavada sem conservantes	2,74±0,4a	3,99±0,1a	2,99±0,1a
CMS lavada com conservantes	2,77±0,3b	4,26±0,1a	3,11±0,1ab

¹Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6,45 e 4,93 UFC g⁻¹, em CMS de peixes amazônicos, no início da estocagem, a -18°C, e após 120 dias, respectivamente.

Embora não haja limites estabelecidos para psicrotróficos (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001), níveis elevados podem reduzir a qualidade da CMS de pescado. Os resultados obtidos mantiveram-se abaixo do limite permitido (log 7,0 UFC g⁻¹), para contagem padrão em placas de microrganismos aeróbicos (International Commission on Microbiological Specification for Foods, 1986).

Em geral, a adição de agentes crioprotetores e antioxidantes não alterou a estabilidade da CMS obtida de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo submetida ao processo de lavagem, o que mostra que este processo, por si só, pode favorecer a estabilidade da CMS durante a estocagem congelada. Entretanto, a adição dos conservantes reduziu a oxidação lipídica da CMS não lavada, o que permite recomendar a adição de tripolifosfato de sódio (0,5%) e eritorbato de sódio (0,1%) antes do armazenamento congelado da CMS, sem o processo de lavagem.

Conclusões

1. O processo de lavagem favorece a estabilidade da carne mecanicamente processada (CMS) de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a estocagem congelada.

2. A adição de tripolifosfato de sódio (0,5%) e eritorbato de sódio (0,1%) reduz a oxidação lipídica da CMS de tilápia-do-nilo não lavada.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por bolsa e apoio financeiro.

Referências

- ABDEL-AAL, H.A. Using antioxidants for extending the shelf life of frozen Nile karmout (*Clarias lazera*) fish mince. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.10, p.87-99, 2001. DOI: 10.1300/J030v10n04_08.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 10 jan. 2001.
- BISCALCHIN-GRÛSCHEK, S.F.; 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, p.57-69, 2003. DOI: 10.1300/J030v12n03_06.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 185, de 13 de maio de 1997. Aprova o Regulamento Técnico de identidade e qualidade de peixe fresco. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 19 maio 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos analíticos para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: métodos microbiológicos**. Brasília: MAPA, 1981.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e invertebrados**. Santiago: CECTA-USACH, 2002. 309p.
- CUNNIFF, P. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC international**. 16th ed. Arlington: AOAC International, 1995.
- DURAES, J.P.; OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; BALIEIRO, J.C.; DEL CARRATORE, C.R.; VIEGAS, E.M.M. The stability of frozen minced African catfish. **Italian Journal of Food Science**, v.24, p.61-69, 2012.
- ETEMADIAN, Y.; SHABANPOUR, B.; SADEGHI MAHOONAK, A.R.; SHABANI, A.; ALAMI, M. Cryoprotective effects of polyphosphates on *Rutilus frisii kutum* filets during ice storage. **Food Chemistry**, v.129, p.1544-1551, 2011. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.06.005.
- EYMARD, S.; CARCOUET, E.; ROCHET, M.J.; DUMAY, J.; CHOPIN, C.; GENOT, C. Development of lipid oxidation during manufacturing of horse mackerel surimi. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.85, p.1750-1756, 2005. DOI: 10.1002/jsfa.2145.
- EYMARD, S.; JACOBSEN, C.; BARON, C. Assessment of washing with antioxidant on the oxidative stability of fatty fish mince during processing and storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, p.6182-6189, 2010. DOI: 10.1021/jf904013k.
- GONÇALVES, A.A. Los fosfatos en el pescado: ¿fraude o mejora de la calidad? **Revista Infopesca**, n.20, p.19-28, 2004.
- HASSAN, F.; MATHEW, S. Physico-chemical, microbiological and sensory characteristics of washed fish mince prepared from some selected species of fish. **Journal of Food Science and Technology**, v.36, p.459-462, 1999.
- HOWGATE, P. **Determination of total volatile bases**. Aberdeen: Torry Research Station, 1976.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Estatística da pesca 2006: grandes regiões e unidades da confederação**. Brasília: Ibama, 2008. 180p.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS. **Microorganisms in foods. 2. Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications**. Toronto: University of Toronto Press, 1986. 193p.

- JESUS, R.S. de; LESSI, E.; TENUTA-FILHO, A. Estabilidade química e microbiológica de “minced fish” de peixes amazônicos durante o congelamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, p.144-148, 2001. DOI: 10.1590/S0101-20612001000200004.
- 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, p.1-7, 2009. DOI: 10.1590/S0101-20612009000100031.
- KONNO, K. Suppression of thermal denaturation of myosin subfragment-1 of Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) by sorbitol and accelerated inactivation by pyrophosphate. **Journal of Food Science**, v.57, p.261-264, 1992. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1992.tb05471.x.
- KUHN, C.R.; SOARES, G.J.D. Proteases e inibidores no processamento de surimi. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8, p.5-11, 2002.
- MELLO, S.C.R.P.; FREITAS, M.Q. de; SÃO CLEMENTE, S.C. de; FRANCO, R.M.; NOGUEIRA, E.B.; PINTO, M.D.S.R. Caracterização química e bacteriológica de polpa e surimi obtidos do espinhaço residual da filetagem de tilápia. **Ciência Rural**, v.40, p.648-653, 2010. DOI: 10.1590/S0103-84782010005000029.
- MISHRA, R.; SRIKAR, L.N. Shelf-life of frozen stored clam (*Meretrix casta*) meat. **Journal of Food Science and Technology**, v.26, p.201-204, 1989.
- MORAIS, C.; MARTINS, J.F.P. Considerações sobre o aproveitamento de sobras da industrialização de pescado na elaboração de produtos alimentícios. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.18, p.253-281, 1981.
- NEIVA, C.R.P. **Obtenção e caracterização de Minced Fish de sardinha e sua estabilidade durante a estocagem sob congelamento**. 2003. 78p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- OLIVEIRA FILHO, P.R.C. de; NETTO, F.M.; RAMOS, K.K.; TRINDADE, M.A.; VIEGAS, E.M.M. Elaboration of sausage using minced fish of Nile tilapia filleting waste. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.53, p.1383-1391, 2010. DOI: 10.1590/S1516-89132010000600015.
- OLIVEIRA FILHO, P.R.C. de; VIEGAS, E.M.M.; KAMIMURA, E.S.; TRINDADE, M.A. Evaluation of physicochemical and sensory properties of sausages made with washed and unwashed mince from Nile tilapia by-products. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.21, p.222-237, 2012. DOI: 10.1080/10498850.2011.590270.
- REDDY, G.V.S.; SRIKAR, L.N.; SUDHAKARA, N.S. Deteriorative changes in pink perch mince during frozen storage. **International Journal of Food Science and Technology**, v.27, p.271-276, 1992. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1992.tb02028.x.
- RODRÍGUEZ, L.G.; BELLO, R.A. Elaboración de bloques congelados de pulpa de pescado y su evaluación durante el almacenamiento. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.37, p.351-363, 1987.
- SANTO, R.M.; COSTA, R.N.; REGULY, C.J. **Preparo de alimentos prontos e quase prontos à base de pescado, para consumo institucional**. Rio Grande do Sul: Fundação Universidade Rio Grande, 1980. 59p.
- SIDDAIAH, D.; REDDY, G.V.S.; RAJU, C.V.; CHANDRASEKHAR, T.C. Changes in lipids, protein and kamaboko forming ability of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) minced during frozen storage. **Food Research International**, v.34, p.47-53, 2001. DOI: 10.1016/S0963-9969(00)00127-7.
- 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, p.59-64, 2003.
- THAWORNCHINSOMBUT, S.; PARK, J.W. Frozen stability of fish protein isolate under various storage conditions. **Journal of Food Science**, v.71, p.227-232, 2006. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2006.tb15622.x.
- TRINDADE, M.A.; NUNES, T.P.; CONTRERAS-CASTILLO, C.J.; FELÍCIO, P.E. de. Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período de armazenamento a -18°C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.160-168, 2008. DOI: 10.1590/S0101-20612008000100023.
- VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D.F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3rd ed. Washington: American Public Health Association, 1992. 1219p.
- VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Feete, Seifen, Anstrichmittel**, v.72, p.1084-1087, 1970. DOI: 10.1002/lipi.19700721218.
- YAPAR, A.; ATAY, S.; KAYACIER, A.; YETIM, H. Effects of different levels of salt and phosphate on some emulsion attributes of the common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758). **Food Hydrocolloids**, v.20, p.825-830, 2006. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2005.08.005.

Recebido em 30 de julho de 2011 e aprovado em 27 de junho de 2013