

## AVALIAÇÃO DE FILÉS DE TILÁPIA, COMERCIALIZADOS EM DIFERENTES TIPOS DE EMBALAGEM

KAWAKITA, Edgar Toshiyuki<sup>1</sup>

BORGES, João Carlos Shimada<sup>2</sup>

RIBEIRO, Paulo Marcelo T.<sup>3</sup>

SOUZA, Vanessa Aparecida Feijó de<sup>4</sup>

MENÃO, Márcia Cristina<sup>4</sup>

RIBEIRO, Andrea R. Bueno<sup>4\*</sup>

Recebido em: 2018.05.14

Aprovado em: 2018.08.27

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.2985

**RESUMO:** O pescado apresenta expressivo valor nutricional representando uma das mais importantes fontes proteicas de alto valor biológico entre as proteínas de origem animal. Por ser um produto de alta perecibilidade, a qualidade no seu manuseio, preparo e comercialização são essenciais para garantir a qualidade e segurança do produto. Assim, avaliar-se diferentes formas de embalagem/apresentação do produto são importantes para a identificação de melhores práticas para a comercialização de pescados. O objetivo do presente estudo foi avaliar quatro métodos diferentes de manutenção de filés de tilápia no processo de comercialização em temperatura resfriada, por meio da monitoria da vida de prateleira através de análises sensoriais, físico-químicas e histológicas. Foram avaliados os seguintes tratamentos: T1 – filés mantidos em caixa isotérmica com gelo; T2 – filés mantidos em bandejas isotérmicas coberto com filme de PVC; T3 – filés mantidos em embalagem plástica à vácuo; T4 – filés mantidos em embalagem plástica em atmosfera modificada. A temperatura, pH, avaliação sensorial e histológica dos filés foram avaliados diariamente até os filés estarem inadequados para consumo. Dentre os tratamentos avaliados tanto com a embalagem a vácuo quanto em uma atmosfera modificada foi possível estender a vida de prateleira do produto além do que é recomendado de forma geral no comércio varejista. Assim, em continuidade a este estudo seria de grande interesse avaliar-se os custos dessas embalagens em relação à perda por produtos descartados diariamente, bem como o impacto ambiental da introdução do uso dessas embalagens no comércio varejista.

**Palavras-chave:** Análise histológica. Qualidade de produtos. Vida de prateleira.

### EVALUATING TILAPIA FILLETS TRADED IN DIFFERENT PACKED METHODS

**SUMMARY:** Fish presents expressive nutritional value representing one of the most important protein sources of high biological value among the animal proteins. As a product of high perishability, the quality in its handling, preparation and commercialization are essential to guarantee the quality and safety of the product. Thus, evaluating different packaging methods of the product are important for the identification of best practices for the commercialization of fish. The objective of the present study was to evaluate four different methods of maintaining tilapia fillets in the cold temperature commercialization package, through monitoring product shelf life by sensorial, physicochemical and histological analyzes. The following treatments were evaluated: T1 - fillets kept in ice isothermal box; T2 - fillets kept in isothermal trays covered with PVC film; T3 - fillets kept in plastic vacuum packaging; T4 - fillets kept in plastic packaging in modified atmosphere. The temperature, pH, sensorial and histological evaluation of the fillets were evaluated daily until been considered inadequate for consumption. Among the treatments, with both, the vacuum packaging and the modified atmosphere, it was possible to extend the shelf life of the fillets in addition to what is generally recommended in the retail trade. Thus, in the continuity of this study, it would be of great interest to evaluate the costs of these packages in relation to the loss of products discarded daily, as well as the environmental impact of the introduction of these packages in the retail industry.

**Keywords:** Histological analysis. Products quality. Shelf life.

<sup>1</sup> Programa de Mestrado Profissional em Saúde Ambiental do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU, São Paulo – SP. Zootecnista – Carrefour Ind. Com.

<sup>2</sup> Professor Dr. da Universidade Paulista – UNIP.

<sup>3</sup> Programa de Mestrado Profissional em Saúde Ambiental e Programa de Mestrado em Governança Corporativa do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU.

<sup>4</sup> Programa de Mestrado Profissional em Saúde Ambiental do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU. \*email:andrea.ribeiro@fmu.br

## INTRODUÇÃO

A produção mundial de pescado vem apresentando um crescimento contínuo, sendo a China o maior produtor aquícola com 62% do total da produção (FAO, 2014). Dentre os países que apresentam crescimento expressivo, o Brasil tem ampla capacidade para expandir sua aquicultura (MPA, 2016).

De acordo com a FAO (2016) a produção de pescado (aquicultura e pesca extrativa) do Brasil deve crescer cerca de 104% até 2025. Entre os fatores que propiciam este desempenho nacional estão: a extensão hídrica com diversidade de rios, lagos e represas em todo o país, a extensa área costeira possibilitando a produção de peixes marinhos e frutos do mar, a grande variedade de espécies nativas com potencial para a aquicultura, a diversidade climática em todo território nacional para adaptação de espécies exóticas, ser o país destaque na produção de grãos e sementes utilizados para ração animal, além de apresentar mercado consumidor crescente (BORGHETTI; OSTRENSKY, 1999).

De acordo com Oliveira et al. (2007) a tilápia (*Oreochromis niloticus*) foi introduzida no Brasil na década de 50, adaptando-se e apresentando excelente desempenho, sendo hoje uma criação de expressão, e consolidada no país. Seu rápido crescimento, baixa exigência protéica, alta resistência à doenças, à baixa qualidade de água e ao estresse e adaptação à variações climáticas contribuíram para seu sucesso (EL-SAYED, 2006).

O estímulo ao consumo se dá pela carne de pescado ser rica em diversos nutrientes, como minerais e proteínas, porém o aproveitamento desses só é possível quando não há alterações de sua qualidade e processo de degradação do produto, presença de bactérias patogênicas, parasitas ou compostos químicos (GERMANO; GERMANO, 2008; SOARES; GONÇALVES, 2012).

Para avaliar a qualidade do pescado são utilizados testes sensoriais, avaliações físico-químicas e também análises microbiológicas (GERMANO; GERMANO, 2008; SOARES; GONÇALVES, 2012), sendo que as informações obtidas com as análises sensoriais devem ser correlacionadas e interligadas com as informações obtidas com as análises complementares como as físico-químicas, microbiológicas e também histológicas.

De acordo com Macari (2007) e Franco e Landgraf (2008) o pescado é uma das proteínas de origem animal mais vulneráveis a deterioração, sendo este processo facilitado em condições de temperatura incorreta de armazenamento e erros na manipulação (VIEIRA; SAKER-SAMPAIO, 2004; BARTOLOMEU et al., 2011)

De acordo com a Legislação Brasileira, portaria no 185/97 (MAPA, 1997), a análise sensorial deve ser realizada em peixes frescos, observando-se critérios gerais de aparência, cor, odor e sabor característicos da espécie considerada. Albuquerque, Zapata e Almeida (2004) concluíram que o pH na musculatura da tilápia oscila entre 6,18 a 6,77, e, pela legislação nacional, o pescado fresco, deve apresentar valores de pH menores que 7,0 (MAPA, 2017).

A avaliação histológica das fibras musculares permite a identificação de processos de danos celulares, em fases iniciais ou avançadas, permitindo-se correlacioná-los com as análises sensoriais de modo que permite a certificação das metodologias de avaliação do pescado e conseqüentemente a garantia da qualidade do produto para o consumidor final. Alguns estudos referentes aos protocolos de conservação *post mortem* de pescados utilizaram análises histológicas. Suárez-Mahecha et al. (2007) demonstram as alterações ultraestruturais das fibras musculares de *Brycon cephalus* após o resfriamento da carne; Bahuaud et al. (2008) verificaram o efeito do super-resfriamento na qualidade do salmão do Atlântico (*Salmo salar*) e Kaale e Eikevik (2013) realizaram o estudo histológico dos tamanhos de microestrutura dos músculos vermelho e branco de filés de salmão-do-atlântico (*Salmo salar*) durante o processo de super resfriamento e armazenamento.

O objetivo do presente estudo foi avaliar quatro métodos diferentes de comercialização de filés de tilápia, avaliando a vida de prateleira através de análises sensoriais, físico-químicos e histológicos.

## MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados 48 filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso médio de 100 a 110 gramas/filé produzidos e adquiridos de um produtor (Geneseas<sup>5</sup>) situado no município de Santa Fé do Sul, SP, Brasil.

Os animais foram criados até 8 meses em sistema de tanque rede localizados no Rio Grande, no estado de São Paulo, Brasil. Após a despesca os animais foram mantidos em jejum, por 48 horas em um tanque de alvenaria, até o abate. Antes do abate os animais foram insensibilizados com gelo e água na proporção de 2:1.

Após o abate foi realizada a descamação do pescado por meio de uma máquina descamadeira, retirados os filés e realizada a limpeza e toailete, com a retirada da pele e do excesso de carne, deixando o filé uniforme e, por fim, banho em solução hipoclorada. Os filés foram separados individualmente em cada tratamento com 2 repetições por dia de avaliação e então acondicionados em diferentes formas de embalagem de acordo com os tratamentos: Tratamento 1 (T1) - Resfriado com temperatura próxima de 4°C e armazenado *in natura* em uma caixa de isopor com capacidade para 5 Kg (embalagem de transporte para produto *in natura* comercializado fresco) (Figura 1, T1); Tratamento 2 (T2) - Resfriado com temperatura próxima de 4°C e armazenado em bandeja de isopor coberto por papel filme (resinite) (Figura 1, T2); Tratamento 3 (T3) - Resfriado com temperatura próxima de 4°C e armazenado em saco plástico à vácuo (Figura 1, T3); Tratamento 4 (T4) - Resfriado com temperatura próxima de 4°C e armazenado em Atmosfera Modificada com a retirada do oxigênio e introdução de gases CO<sub>2</sub> (gás carbônico) e 30% de N<sub>2</sub> (nitrogênio) (Figura 1, T4).

Avaliações sensoriais, de temperatura e de pH de cada amostra foram realizadas 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 192, 216, 240 horas após o abate, totalizando um período de 10 dias. A cada análise, quando constatado que o produto estava impróprio para o consumo, este foi descartado e interrompido a avaliação do tratamento.

**Figura 1:** Filés de tilápia armazenados de acordo com o tratamento, T1 (*in natura* em caixa de isopor), T2 (em resinite), T3 (à vácuo) e T4 (em atmosfera modificada)



<sup>5</sup>Geneseas – Estrada de Santa fé do Sul - Santa Fé do Sul - SP, 15775-000



Fonte: Arquivo pessoal

A avaliação sensorial foi realizada utilizando-se o Método de Índice de Qualidade - MIQ desenvolvido por Bonilla, Sveinsdottir e Martinsdottir (2007) e Soares e Gonçalves (2012), e adaptado para a utilização para a espécie Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). O quadro 1 apresenta pontuação mínima de 0 pontos para um produto extremamente fresco até 13 pontos para um produto deteriorado sem condições de comercialização. Para a somatória total de pontos, o produto é avaliado de acordo com as seguintes características: Fio de sangue (0 a 3 pontos), odor (0 a 3 pontos), elasticidade da musculatura (0 a 3 pontos), presença de muco (0 a 2 pontos) e coloração da musculatura (0 a 2 pontos) (Quadro 1).

Para a avaliação, um produto “excelente/ótimo” apresenta somatória da pontuação de todas as características sensoriais de no máximo 1 ponto; para o produto ser considerado “bom” deve estar entre 2 e 4 pontos, para o produto “regular” deve somar entre 5 e 7 pontos, sendo o produto considerado no limite para o consumo e comercialização. Um produto “ruim” apresenta pontuação acima de 7 pontos, sendo considerado impróprio para seu consumo e comercialização.

**Quadro 1;** Descrição dos parâmetros e respectivas pontuações utilizadas no Método de Índice de Qualidade – MIQ

PARÂMETROS AVALIADOS					
Ponto	Fio de sangue	Odor	Elasticidade da musculatura	Muco	Coloração musculatura
0	Vermelho vivo (fresco)	Ausente	Firme/rígida e com elasticidade	Ausente	Branco leitoso/suave
1	Vermelho escuro	Suave	Firme, com início da perda da elasticidade	Incolor, viscoso e brilhante	Tom vermelho suave
2	Castanho – avermelhado	Forte com tonalidade amoníaca	Flacidez, e sem elasticidade	Amarelo rançoso, sem brilho e sem viscosidade	Tom vermelho em destaque
3	Marrom	Forte/Rançoso	Ruptura muscular sem elasticidade	–	–

Fonte: Adaptado de Bonilla, Sveinsdottir e Martinsdottir (2007) e Soares e Gonçalves (2012).

A determinação do pH foi realizada utilizando-se um peagâmetro digital da marca Phtek calibrado com solução neutra (pH 7.0) em cada amostra.

A avaliação da temperatura do filé foi realizada com um termômetro digital de espeto (termômetro Hanna - Checktemp 1). Antes de cada avaliação era realizada a higienização do espeto com álcool gel, e em seguida este era introduzido intramuscular, aferindo-se a temperatura interna da musculatura.

Para a avaliação histológica foi separada uma amostra de cada tratamento e realizada a análise histológica antes do início da avaliação do pescado (controle) e no último dia de avaliação, quando a amostra foi considerada imprópria para o consumo, pelas análises sensoriais.

As amostras dos filés foram retiradas da região dorsal média (entre a linha lateral e o dorso muscular) com diâmetro de 10 mm, e os fragmentos acondicionados em solução de formol a 4% tamponado (pH 7,2) durante 24 horas e, posteriormente transferidas para concentrações crescentes de alcoóis. Após a inclusão de parafina as amostras da musculatura foram cortadas com aproximadamente 5 µm de espessura e coradas pela técnica de hematoxilinaeosina (HE). A leitura das lâminas foi realizada em um microscópio (Zeiss®) de luz com a ocular de 40X.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e duas repetições por tratamento. Para as variáveis temperatura e pH foi realizada análise de variância (ANOVA) utilizando-se o pacote estatístico R.Ela, incluindo os efeitos de tratamento, dia e a interação tratamento x dia. Nos casos em que houve diferença significativa, a comparação entre as médias foi realizada por meio do teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Entre as proteínas de origem animal, o pescado apresenta aquela mais susceptível à degradação. Esta condição é evidenciada pela somatória de fatores intrínsecos e extrínsecos. Dentre os fatores intrínsecos os que apresentam maior relevância são a elevada atividade de água dos tecidos, o alto teor de nutrientes que podem facilmente ser utilizados pelos micro-organismos, a ação destrutiva acelerada das enzimas naturais dos tecidos musculares do pescado, a grande quantidade de lipídeos insaturados e o pH elevado se aproximando da neutralidade (pH 7) (SOARES et al., 1998).

No presente estudo o resultado da avaliação sensorial dos filés de tilápia por meio do Método de Índice de Qualidade (MIQ), acondicionados em diferentes embalagens são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1:** Análise sensorial MIQ (Método de Índice de Qualidade) de acordo com o tratamento T1 (*in natura* em caixa de isopor), T2 (em isopor com resinite), T3 (à vácuo) e T4 (atmosfera modificada)

Pontuação total - Método de índice de qualidade (MIQ)				
Dia de armazenagem	T1 <sup>+</sup>	T2	T3	T4
1	1	0	0	0
2	2	1	0	0
3	3	3	1	0
4	6	4	1	1
5	NR	9	2	2
6	NR	NR	6	3
7	NR	NR	NR	4
8	NR	NR	NR	10
9	NR	NR	NR	NR
10	NR	NR	NR	NR

NR\*: Não realizado - impróprio para consumo. <sup>+</sup>T1 = amostra controle; T2 = amostras embaladas em poliestireno com papel filme de PVC; T3 = amostras embaladas em plástico à vácuo; T4 = amostras embaladas em plástico e atmosfera modificada.

Neste estudo observou-se que os tratamentos T1, T2, T3 e T4 alcançaram pontuações máximas nos dias 4, 5, 6 e 8, respectivamente, pela análise sensorial - MIQ (Tabela 2).

Os filés do tratamento 1 atingiram o limite de qualidade para comercialização no quarto dia de avaliação, sendo este utilizado como controle, por ser o modo convencional utilizado para a comercialização em mercado varejista para filé de tilápia resfriado, apresentando em média 1 dia de vida de prateleira, de acordo com cartilha desenvolvida em 2007 pela Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS) em parceria com a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP). No quarto dia de avaliação estas amostras apresentavam alteração do fio de sangue com coloração de castanho/avermelhado, flacidez muscular, ausência de elasticidade e coloração da musculatura vermelho suave (Tabela 2). Este tempo é menor se comparado ao descrito por Pereira et al., (2009) que encontrou durabilidade de 10 a 15 dias para pescado inteiro mantido à temperatura de 0°C. A cada variação de temperatura, a vida de prateleira do pescado reduz progressivamente. Todavia, segundo Avdalov (2003) quando os filés foram armazenados à 5°C atingiram validade de apenas 4 dias, mas se armazenados à 15°C a vida de prateleira do pescado chegou a apenas 1 dia.

O tratamento 2 é comumente utilizado em mercado varejista por facilitar a retirada do produto pelo cliente. Quando os filés estão em bandejas e armazenados em temperatura resfriada esse produto tem validade média de 2 dias no mercado varejista (ABRAS; SEAP, 2007), entretanto no presente estudo, o T2 apresentou degradação avançada apenas no quinto dia de avaliação, com alterações de fio de sangue para castanho/avermelhado, ruptura muscular sem elasticidade e alteração de odor.

No estudo de Soares e Gonçalves (2012), conservando os filés em gelo, a textura da musculatura apresentou-se firme até o sexto dia de estudo, degradando-se até estar completamente autolisada no 18º dia de estudo. Nesse estado de completa autólise a amostra apresentou ruptura muscular. Outras avaliações apresentadas no estudo de Soares e Gonçalves (2012) referem-se a alteração da coloração da musculatura, de rosa claro para bege escuro e opaco, características de um pescado deteriorado no sexto dia de avaliação. Também identificaram a presença de muco e a alteração de sua viscosidade no decorrer do tempo de armazenamento do pescado. A alteração do odor foi bem distinta, passando por quatro estágios bem definidos de avaliação, do 0 – fresco, 1 - não fresco, mas neutro, 2 - amoniacal e 3 - pútrido. A avaliação do fio de sangue também sofreu alterações de vermelho vivo até atingir a coloração marrom, característica de um filé degradado. Para a comercialização em mercado varejista, as alterações encontradas no sexto dia do estudo, mostraram um pescado degradado com possibilidades de intoxicação alimentar para o consumidor final.

Guerra (2013) encontrou resultados de produtos de pesca permanecendo com qualidade aceitável para o seu consumo entre 8 a 15 dias quando mantidos refrigerados e utilizando as embalagens a vácuo. Essa variação de dias pode ocorrer dependendo das condições e temperatura de armazenamento, bem como com a espécie estudada e comercializada nas embalagens a vácuo. Já Salgado (2006) estudando Pargo (*Pagrus pagrus*) eviscerado e embalado a vácuo, encontrou início de alteração com cinco dias de estocagem, estendendo a sua vida de prateleira até o 14º dia. Já Borges (2005) encontrou características sensoriais aceitáveis em corvina eviscerada (*Micropogonias furnieri*) em até 15 dias de avaliação. No presente estudo o T3 iniciou alterações sensoriais apenas no terceiro dia de avaliação, e degradação expressiva apenas no sexto dia, sendo considerado impróprio para o consumo por apresentar alteração no fio de sangue para castanho/avermelhado e alteração de odor forte, além de apresentar desidratação do filé, com exsudação presente na embalagem (Tabela 2).

No T4 onde o produto foi mantido em embalagem com atmosfera modificada, tem sido utilizado pelas empresas no mercado varejista, com prazo de validade médio do produto de 15 dias, se armazenado em geladeira com temperatura resfriada adequada, de acordo com as recomendações dos produtores

(NETUNO, 2017). No presente estudo, o T4 apresentou características adequadas para consumo até o oitavo dia de avaliação, após esse prazo, apresentou pontuações elevadas pela tabela MIQ, com somatória de 10 pontos (Tabela 1). Os principais fatores de importância foram ruptura muscular, ausência de elasticidade, alteração de odor para rançoso e alteração do fio de sangue para castanho/avermelhado (Tabela 2).

**Tabela 2:** Médias das amostras para as avaliações de fio de sangue, odor, elasticidade, presença de muco e coloração realizadas pelo Método de Índice de Qualidade de acordo com o tratamento T1 (*in natura* em caixa de isopor), T2 (em isopor com resinite), T3 (à vácuo) e T4 (atmosfera modificada) e dia de avaliação.

		Dia de Avaliação									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Fio de sangue</b>	T1	1	1	1	2	-	-	-	-	-	-
	T2	0	0	0	2	2	-	-	-	-	-
	T3	0	0	1	1	1	2	-	-	-	-
	T4	0	0	0	0	0	1	1	2	-	-
<b>Elasticidade</b>	T1	0	1	2	2	-	-	-	-	-	-
	T2	0	1	2	2	3	-	-	-	-	-
	T3	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-
	T4	0	0	0	1	1	1	2	3	-	-
<b>Odor</b>	T1	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-
	T2	0	0	0	0	2	-	-	-	-	-
	T3	0	0	0	0	1	2	-	-	-	-
	T4	0	0	0	1	1	1	1	3	-	-
<b>Muco</b>	T1	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
	T2	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-
	T3	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-
	T4	0	0	0	0	0	0	0	1	-	-
<b>Cor</b>	T1	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-
	T2	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-
	T3	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
	T4	0	0	0	0	0	0	0	1	-	-

De acordo com Soccol (2002) em estudo de análise sensorial, os filés de Tilápia do Nilo embalados em atmosfera modificada foram considerados aceitáveis até o 13º dia de vida do produto, armazenados em contato com gelo. Torrieri et al. (2006) verificaram que em robalos (*Centropomus undecimalis*) eviscerados, a perda de firmeza e elasticidade muscular ocorreram após o sexto dia de estocagem em temperatura resfriada e embalados em atmosfera modificada. A verificação e confirmação da perda de elasticidade na musculatura também foi evidenciada por Reddy et al. (1994) avaliando tilápia embalada em atmosfera modificada, sofrendo alterações antes de 10 dias de estocagem.

O pH é um dos índices mais utilizados para determinar a qualidade e o frescor do pescado, em razão da rapidez dos resultados e da facilidade na aferição. De acordo com estudos de Albuquerque, Zapata e Almeida (2004) os valores de pH encontrados na musculatura da tilápia inteira oscilam entre 6,18 até 6,77. Segundo Ogawa e Maia (1999), as alterações do pH no pescado são ocasionadas pela decomposição das moléculas, causadas pelas atividades enzimáticas e as ações bacterianas alterando a concentração de íon hidrogênio livre. Outro fator de grande relevância para a alteração do pH é a produção de amônia por degradação de nucleotídeos e a desaminação de aminoácidos, fator importante que leva à perda de qualidade do pescado.

Neste estudo a média do pH das amostras foi de  $6,63 \pm 0,13$  e não foi encontrado efeito de dia de avaliação ou de tratamento ( $p > 0,05$ ). Assim, todos os tratamentos avaliados estiveram dentro de padrões

ainda considerados normais e aceitáveis, menor que 7,0 (MAPA, 2017). Grikoraskis et al. (2003) concluíram que em pescado *post mortem* o pH varia entre 5,4 a 7,2, tendo efeito da espécie de pescado estudada. Já Lopez-Galvez et al. (1995) e Souza (2004) em estudos com atum (*Thunnus Albacares e Thunnus alalunga*), avaliaram o pH inicial do pescado, encontrando valores entre 5,6 e 5,8, respectivamente. A baixa variação do pH e a estabilização do mesmo, foram também observados por diversos autores (LALITHA et al., 2005; DEVEBERE; BOSKOU, 1996; LOPES et al., 2004).

Já para a variável temperatura, apenas tratamento teve efeito significativo ( $P < 0,05$ ), sendo que as médias do tratamento 1 foram significativamente inferiores à dos tratamentos 2, 3 e 4.

De acordo com as informações sugeridas pelo fornecedor nas embalagens, o pescado deve ser mantido em temperaturas entre 0°C até 5°C. As temperaturas elevadas verificadas nos tratamentos podem estar correlacionadas com o fato dos filés terem sido transportados em embalagem isotérmica com presença de gelo, mas não refrigerada, pelo período de 2 horas, mostrando todos os tratamentos temperaturas iniciais elevadas (Tabela 3).

No decorrer do estudo, o T1 por estar em contato direto com gelo, simulando a forma de comercialização em mercado varejista, apresentou a temperatura média dentro da sugerida pelo fornecedor na embalagem. Esse fator possivelmente pode ter prolongado sua vida de prateleira, em comparando-se a validade recomendada no comércio varejista e apenas 1 dia (ABRAS; SEAP, 2007). O T2 mesmo apresentando temperatura superior à sugerida pelo fornecedor (entre 0°C até 5°C) manteve temperatura mais próxima à recomendada, de no máximo 7°C, o que possivelmente contribuiu para prolongar sua vida de prateleira. Já os T3 e T4, mesmo sendo armazenados em temperatura resfriada de refrigerador (aproximadamente 4°C), não apresentaram redução da temperatura das amostras, acelerando a degradação do pescado.

**Tabela 3** - Médias das amostras para pH e temperatura intramuscular (°C) das amostras de filé de tilápia de acordo com o tratamento T1 (*in natura* em caixa de isopor), T2 (em isopor com resinite), T3 (à vácuo) e T4 (atmosfera modificada) e dia de avaliação

		Dia de Avaliação										Média
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>pH</b>	T1	6,4	6,6	6,8	6,8	-	-	-	-	-	-	6,65
	T2	6,4	6,6	6,7	6,8	6,7	-	-	-	-	-	6,64
	T3	6,5	6,5	6,7	6,7	6,7	6,7	-	-	-	-	6,63
	T4	6,4	6,5	6,6	6,7	6,6	6,6	6,6	6,7	-	-	6,58
<b>Temperatura</b>	T1	11,1	2,3	2,6	2,3	-	-	-	-	-	-	3,83 <sup>a</sup>
	T2	13,8	7,7	6,6	7,1	6,4	-	-	-	-	-	8,32 <sup>b</sup>
	T3	11,7	8,6	8,5	8,1	10,1	11	-	-	-	-	9,67 <sup>b</sup>
	T4	11,7	7,9	9,6	10,1	10,9	10	11,7	9,4	-	-	10,1 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Médias na coluna, com letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tuckey ( $P < 0,05$ )

Desta forma, para o T4, por iniciar em temperatura elevada, e o tipo de embalagem não propiciar o declínio suficiente de temperatura, este não atingiu a vida de prateleira informada em embalagens das empresas produtoras de filé de tilápia em atmosfera modificada, de 15 dias, segundo as informações divulgadas pelos produtores nas principais redes varejistas<sup>1</sup>. De acordo com Salgado (2006), os produtos armazenados em embalagem de atmosfera modificada e estocados em temperatura resfriada

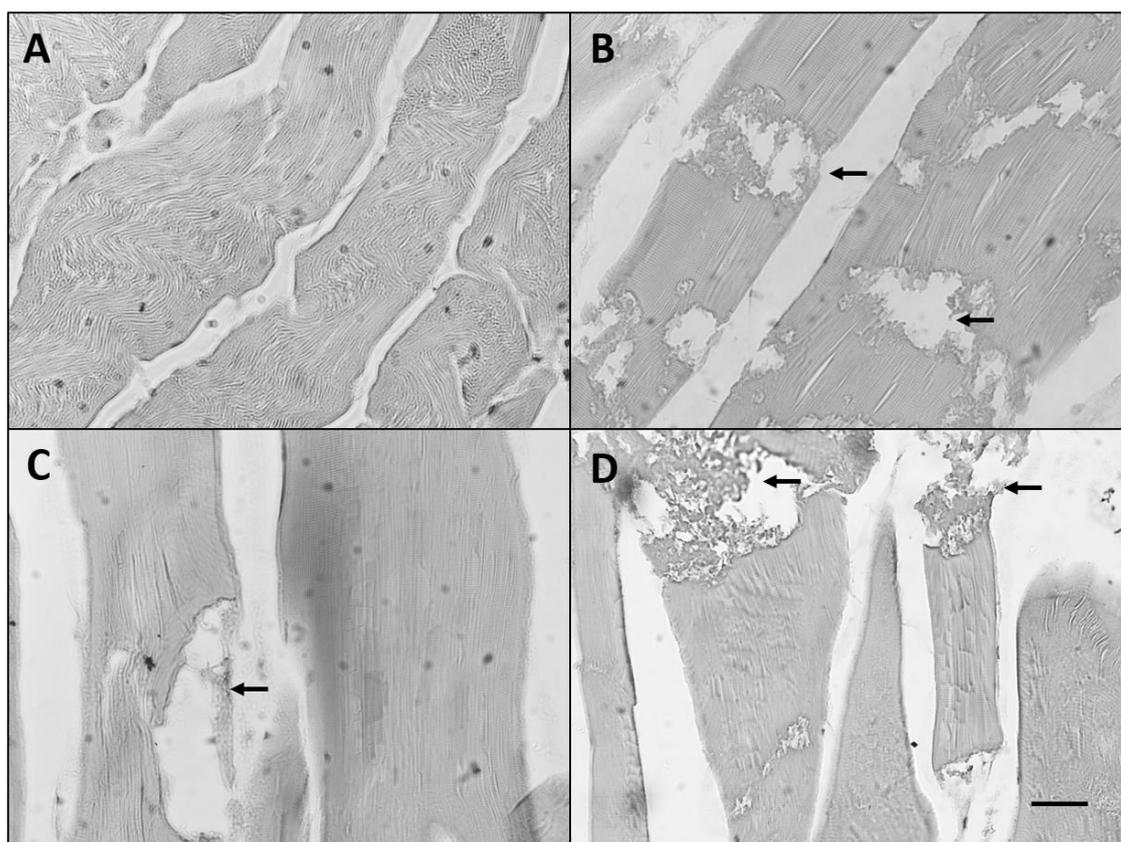
apresentaram condições sensoriais aceitáveis após 12 dias de estocagem.

De acordo com Avdalov (2003), a temperatura de armazenamento tem correlação direta na vida de prateleira do pescado, sendo afirmado por Oetterer et al., (2012) que o frio garante um maior tempo de “frescor” ao pescado por retardar sua atividade bacteriana e também retardar as ações enzimáticas e químicas, fatores esses, que levam a deterioração do pescado. Quanto mais próximo de 0°C o pescado for armazenado, maior será a vida de prateleira do pescado.

Com a análise histológica verificou-se que a musculatura no dia inicial estava íntegra para todos os tratamentos, sem alterações de suas miofibrilas, características observadas em um produto fresco. No quarto e oitavo dia, os filés de todos os tratamentos apresentaram rupturas das fibras musculares e suas miofibrilas (Figura 2), assim, indicando degeneração.

De acordo Bozzetta et al. (2012) como a histologia é um método rápido, simples e altamente preciso para se distinguir o peixe fresco do peixe que passou por processo de congelamento/descongelamento. As amostras são consideradas positivas (congelado/descongelado) quando se observa espaços preenchidos com uma matriz eosinofílica de borda regular no citoplasma das células musculares. Nas avaliações do presente trabalho tais estruturas não foram observadas, permitindo-se inferir que os filés de *O. niloticus* não passaram pelo processo de congelamento-descongelamento.

**Figura 2** – Fotomicrografias das fibras musculares de *O. niloticus*, em A (filé *in natura* conservado em gelo imediatamente fixado após a obtenção) observa-se que as fibras estão íntegras e contínuas.



Fonte: Arquivo pessoal

Em B, C e D (respectivamente tratamentos 2, 3 e 4) verifica-se as amostras no oitavo dia apresentaram degradação e desorganização total as fibras musculares e desarranjo dos miofilamentos (setas) (coloração de H.E, barra de escala = 100µm).

Observada por microscopia eletrônica, a degradação do tecido muscular da espécie Pargo (*Sparus aurata* L) começa muito cedo após a morte, com rápida proteólise do citoesqueleto causando o descolamento de fibras, por mecanismos autofágicos que aumentaram gradualmente a partir dos cinco dias (AYALA et al., 2010). No presente estudo observou-se por meio da na microscopia ótica alterações à partir do quarto dia de todos os tratamentos.

A perda de textura do peixe está associada principalmente ao descolamento de miofilamentos ao sarcolema (membrana plasmática) (DELBARRE-LADRAT et al., 2006; TAYLOR et al., 2002), que pode ser evidenciada macroscopicamente pelo tensionamento das fibras musculares. As rupturas totais ou parciais das fibras musculares observadas, histologicamente, no presente trabalho estão de acordo com as análises macroscópicas, mas não permitem diferenciar os tratamentos de preservação dos filés de *O. niloticus*.

Para garantir um produto com qualidade, é necessário apresentar uma cadeia de produção sem riscos na manipulação, avaliando desde a captura até o processamento e a comercialização do pescado, pois esses fatores determinam a intensidade com que ocorrerão as alterações de degradação (VIEIRA, 2004). A velocidade com que se desenvolvem cada uma das alterações depende da forma com que foram aplicados os princípios básicos de conservação, como a temperatura e o tipo e condição da embalagem, além da espécie e dos métodos de captura e abate do pescado (ORDÓÑEZ, 2005).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo observou-se que tanto com a embalagem à vácuo quanto em atmosfera modificada foi possível estender a vida de prateleira do produto além do que é normalmente preconizado no comércio varejista, todavia a temperatura inicial do produto mostrou-se muito importante para estender o seu tempo de prateleira nesses tipos de embalagem. Assim, em continuidade a este estudo seria de grande interesse avaliar-se os custos dessas embalagens em relação à perda por produtos descartados diariamente, bem como o impacto ambiental da introdução do uso dessas embalagens no comércio varejista.

## REFERÊNCIAS

- ABRAS - Associação Brasileira de Supermercados e SEAP - Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. **Pescado fresco**. 2007. Disponível em: <[http://www.agos.com.br/dados2015/kcfinder/file/cartilhas/pescado\\_fresco.pdf](http://www.agos.com.br/dados2015/kcfinder/file/cartilhas/pescado_fresco.pdf)>. Acesso em: 5 maio 2018.
- 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 Agronômica**, v. 35, ne, p. 264-271, 2004.
- AVDALOV, N. **Manual para trabajadores de la industria pesquera**. Infopesca, Roma:FAO, 2003, 79p.
- AYALA, M. D. et al. Muscle tissue structural changes and texture development in sea bream, *Sparus aurata* L., during post-mortem storage, LWT. **Food Science and Technology**, v. 43, p. 465-475, 2010.

- BAHUAUD, D. et al. Effects of  $-1.5^{\circ}\text{C}$  Super-chilling on quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) pre-rigor Fillets: Cathepsin activity, muscle histology, texture and liquid leakage. **Food Chemistry**, v. 111, p. 329-339, 2008.
- BARTOLOMEU, D. A. F. S. et al. Contaminação microbiológica durante as etapas de processamento de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Archives of Veterinary Science**, v.16, n.1, p. 21-30, 2011.
- BONILLA, A. C.; SVEINSDOTTIR, K.; MARTINSDOTTIR, E. Development of quality index (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study. **Food Control**, v.18, p. 352-358, 2007.
- BORGES, A. **Qualidade da corvina (*Micropogonias furnieri*) eviscerada e inteira estocadas em diferentes períodos à temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$** . Niterói, Dissertação (Mestrado) do Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, RJ, 2005, 87p.
- BORGHETTI, J. R.; OSTRENSKY, A. Pesca e aquicultura de água doce no Brasil. In: Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, Escrituras, 1999, 720p.
- BOZZETTA, E. et al. Histology as a valid and reliable tool to differentiate fresh from frozen-thawed fish. **Journal of Food Protection**, v. 75, n. 8, p. 1536–1541, 2012.
- DELBARRE-LADRAT, C. et al. Trends in post-mortem aging in fish: understanding of proteolysis and disorganization of themyofibrillar structure. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 46, n. 409 –421, 2006.
- DEVEBERE, J.; BOSKOU, G. Effect of modified atmosphere packaging on the TVB/TMA – producing microflora of cod fillets. **Internacional Journal of Food Microbiology**, v. 31, n.1-3, p. 221-229, 1996.
- EL-SAYED, A.F. M. **Tilapia culture**. Wallingford, CABI Publishing, 2006, 304p.
- FAO. **Cultured Aquatic Species Information Programme: Oreochromis niloticus**. Rome: FAO, 2014. Disponível em: [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis\\_niloticus/en-tcNA00EA](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/en-tcNA00EA). Acesso em: 30 abril de 2018.
- FAO. **Novo relatório da FAO aponta que produção da pesca e aquicultura no Brasil deve crescer mais de 100% até 2025**. Rome: FAO, 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/423722/>>. Acesso em: 20 de abril de 2018.
- FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo, Editora Atheneu, 2008, 182p.
- GERMANO, P. M. L.; GERMANO, P. M. L. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 3. ed. São Paulo, Manole, 2008, 986 p.
- GRIKORAKIS, K.; TAYLOR, K. D.A.; ALEXIS, M. N. Seasonal patterns of spoilage of ice-storage cultured gildhead sea bream (*Sparus aurata*). **Food Chemistry**, v. 81, n. 2, p.263-268, 2003.
- GUERRA, L. M. V. H. S. **Efeitos da embalagem em ar, sob vácuo e em atmosfera modificada sobre a qualidade de filetes de peixe-porco *Balistes capriscus***. Dissertação (Mestrado) pelo Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Superior de Engenharia, Faro, Portugal, 2013. Disponível em: < <https://core.ac.uk/download/pdf/61509996.pdf>>. Acesso em: 20 de novembro de 2017.
- KAALE, L.D.; EIKEVIK, T.M. A histological study of the microstructure sizes of the red and white muscles of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets during superchilling process and storage, **Journal of Food Engineering**, v.114, p. 242-248, 2013.

LALITHA, K. V. et al. Microbiological and biochemical changes in pearl spot (*Etroplus suratensis bloch*) stored under modified atmospheres. **Journal of Applied Microbiology**, v. 99, p. 1222-1228, 2005.

LOPES, M. M. Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*). **Revista Portuguesa da Carne**, v.9, n. 552, p. 207-210, 2004.

LÓPEZ-GÁLVEZ, D.; HOZ, L.; ORDÓÑEZ, J. A. Effects of carbon dioxide and oxygen enriched atmospheres on microbiological and chemical in refrigerated tuna (*Thunnus alalunga*) steaks. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 43, p.483-490, 1995.

MACARI, S. M. **Desenvolvimento de formulação de embutidos cozidos à base de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação (Mestrado) do Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013, 75p.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 185, de 13 de maio de 1997: **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado)**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 15 mai 1997. Seção I, n. 158. p. 102-8.

MAPA - Mapa Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto Nº 9.013 de 29 de março de 2017: Regulamento a Lei nº 1.283 de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7889, de 23 de novembro de 1989, **Inspecção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Brasília, DF, 29 março 2017.

MPA. **Aquicultura Brasileira cresce 123% em dez anos**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/aquicultura-brasileira-cresce-123-em-dez-anos>>. Acesso em: 13 de dez. de 2016.

Netuno Pescados. **Como manter ser produto**, 2017. Disponível em: <<http://www.netunopescados.com.br/index.php#prods>>. Acesso em 20 de ago.de 2017.

OETTERER M.; SILVA L. K. S.; GALVÃO J. A. **Uso do gelo é peça-chave a conservação do pescado**. **Revista Visão Agrícola**, n. 11, p. 134, 2012. Disponível em:<<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va11-processamento06.pdf>> Acesso em: 2 de abril de 2018.

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

OLIVEIRA, E. G. D. et al. **Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria**. Embrapa Meio-Norte Teresina, 12p, 2007. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/69806/1/Circular45.pdf>>. Acesso em: 15 de abril de 2017.

ORDOÑEZ J. A. **Tecnologia de alimentos de origem animal**, v. 2. São Paulo: Artmed, 2005. 118p.

PEREIRA, D, S. et al. **Boas Práticas para Manipuladores de Pescado: O pescado e o uso do frio**. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/288933/mod\\_resource/content/1/Manual%20BPF%20pescado.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/288933/mod_resource/content/1/Manual%20BPF%20pescado.pdf)> Acesso em: 15 de abril de 2007.

REDDY, N.R. et al. Shelf life of fresh tilapia fillets packaged in high barrier film with modified atmospheres. **Journal of Food Science**, v. 59, n.2, p.260-264, 1994.

SALGADO R. L. **Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de pargo (*Pagrus pagrus*)**. Dissertação (Mestrado) em Medicina Veterinária na Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2006.

---

SOARES, F. M. V et al. Teores de histamina e qualidade físico-química sensorial de filé de peixe congelado. **Ciência e Tecnologia Alimentar**. v. 18, n. 4, p.462-470, 1998.

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, p. 1-10, 2012.

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A. Aplicação do método do índice de qualidade (MIQ) para o estudo da vida útil de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sem pele, armazenados em gelo. **Seminário: Ciências Agrárias**, v.33, n. 6, p. 2289-2300, 2012.

SOCCOL, M.C. **Otimização da vida útil da tilápia cultivada (*Oreochromis niloticus*), minimamente processada e armazenada sob refrigeração**. 2002, 167 p., Dissertação (Mestrado) em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba.

SOUZA, W. G. **Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de lombo de atum (*Thunnus albacares*)**. 2004, 76p. Dissertação (Mestrado) em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.

TAYLOR, R. G.; FJAERA, S. O.; SKJERVOLD, P. O. Salmon fillet texture is determined by myofiber-myofiber and myofiber-myocommata attachment. **Food and Chemical Toxicology**, v.67, p. 2067-2071, 2002.

TORRIERI, E. et al. Influence of modified atmosphere packaging on the chilled shelf life of gutted farmed bass (*Dicentrarchus labrax*). **Journal of Food Engineering**, v.77, n.4, p. 1078-1086, 2006.

SUÁREZ-MAHECHA, H. et al. Efeito do resfriamento sobre a textura post-mortem da carne do peixe matrinxã *Brycon cephalus*. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1067-1073, 2007.

VIEIRA, R. H. S. F.; SAKER-SAMPAIO, S. Emprego de gelo nos barcos. In: VIEIRA, R. H. S. F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática**. São Paulo: Varela, p. 37-39, 2004.