

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Bianca Luany Inhã De Godoi
Bióloga

**EFEITO DO TEMPO PÓS PROCESSAMENTO NA
CARACTERIZAÇÃO DO FILÉ DE TILÁPIA-DO-NILO
(*OREOCHROMIS NILOTICUS*) MANTIDO SOB
REFRIGERAÇÃO**

Dracena

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Bianca Luany Inhã De Godoi

Bióloga

**EFEITO DO TEMPO PÓS PROCESSAMENTO NA
CARACTERIZAÇÃO DO FILÉ DE TILÁPIA-DO-NILO
(*OREOCHROMIS NILOTICUS*) MANTIDO SOB
REFRIGERAÇÃO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Câmpus de Dracena como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Susumu Takahashi

Co-orientadora: Prof.^a Dr^a. Cristiële da Silva Ribeiro

Dracena

2022

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação
Campus de Dracena

G588e

Godoi, Bianca Luany Inã de.

Efeito do tempo pós processamento na caracterização do filé de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) mantido sob refrigeração / Bianca Luany Inã de Godoi. – Dracena: [s.n.], 2022.

37 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2022.

Orientador: Leonardo Susumu Takahashi

Coorientadora: Crístiele da Silva Ribeiro

1. Tilápia-do-Nilo. 2. Processamento. 3. Metabólitos. 4. Peroxidação. I. Título.

Bibliotecário Fábio Sampaio Rosas
CRB 8/6665



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Dracena

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Efeito do tempo pós processamento na caracterização do filé de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) mantido sob refrigeração.

AUTORA: BIANCA LUANY INHÃ DE GODOI

ORIENTADOR: LEONARDO SUSUMU TAKAHASHI

COORDINADORA: CRISTIÉLE DA SILVA RIBEIRO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA E
TECNOLOGIA ANIMAL, área: Produção Animal pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LEONARDO SUSUMU TAKAHASHI (Participação Virtual)
Departamento de Produção Animal / FCAT- Unesp - Dracena/SP

Profa. Dra. DARIANE BEATRIZ SCHOFFEN ENKE (Participação Virtual)
Coordenadoria do Curso de Engenharia de Pesca / Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho,
Câmpus de Registro, Registro-SP

Prof. Dr. RICARDO BORGHESI (Participação Virtual)
EMBRAPA - Agropecuária Oeste / Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Dracena, 28 de junho de 2022

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Bianca Luany Inhã de Godoi, nascida em 21 de maio de 1996, na cidade de Ilha Solteira/SP. Bióloga, formada pela UNESP, Campus de Ilha Solteira, nas modalidades bacharelado e licenciatura, no ano de 2020. Em março de 2020 ingressou no programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal, na categoria Mestrado, onde atuou com a linha de pesquisa voltada para a qualidade do pescado, realizando experimentos com ênfase na qualidade do filé de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Sebastião Miguel de Godoi, minha mãe Marta Lúcia Inhã de Godoi e minhas irmãs Natasha e Maria Eduarda que sempre estiveram comigo e que me apoiaram e sempre me apoiam em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, principalmente, a Deus e Nossa Senhora Aparecida, que nesses anos de mestrado me deram forças e sabedoria, que me guiaram com muito amor e proteção para eu chegar até aqui.

Agradeço a minha família, meu pai Godoi, minha mãe Marta e minhas irmãs Natasha e Maria Eduarda, que sempre estiveram comigo, em todos os momentos, com sorrisos e lágrimas, que não me deixaram desistir quando as coisas ficaram difíceis, que me apoiaram e sempre me apoiam em qualquer situação, que eu amo mais que tudo nesse mundo, sendo a parte mais importante da minha vida.

Agradeço ao professor Leonardo e a professora Cristiéle por terem me ajudado nesses anos. Obrigada pelos resumos publicados, os trabalhos apresentados e pelas contribuições na minha dissertação. Agradeço imensamente pela paciência e pelos ensinamentos, que me fizeram amar o trabalho que faço hoje.

Agradeço aos meus amigos de laboratório por sempre me ajudarem durante a realização das análises.

Agradeço a banca por ter aceito meu convite para fazer parte dessa importante etapa final da minha graduação.

Por último, deixo registrado o imenso amor que sinto por Deus, Nossa Senhora Aparecida, Santa Rita de Cássia, minha família e todos aqueles que me ajudaram a chegar até aqui.

Muito obrigada!

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações nos parâmetros bromatológicos e composição de ácidos graxos de filés de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) em períodos diferentes pós processamento. Para isso foram utilizados filés de 60 exemplares de tilápia-do-Nilo, divididos em 4 tratamentos: recebimento dos filés, um dia antes da data de vencimento estabelecido pelo frigorífico, dois dias após a data de vencimento e quatro dias após a data de vencimento. Foram avaliadas as concentrações de proteínas, lipídeos e carboidratos totais, perfil de ácidos graxos do músculo branco e lipoperoxidação da musculatura branca e vermelha. Todos os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA one way), através do software Sigma Stat 3.1 e posterior teste de comparação entre grupos experimentais ($\alpha = 5\%$). Os resultados obtidos mostraram que após o final do prazo de validade, a concentração de proteínas diminuiu consideravelmente, mesmo padrão observado nos lipídeos totais. Em relação aos ácidos graxos, alterações ocorreram apenas para os ácidos graxos monoinsaturados com aumento da porcentagem desta classe nos filés quatro dias após o vencimento em relação aos animais coletados no dia do processamento. De acordo com os resultados obtidos, foi possível concluir que após o prazo de conservação em refrigeração a granel, o conteúdo proteico e lipídico em filés de tilápia-do-Nilo diminui e o alto valor de ácidos graxos polinsaturados presentes no filé do pescado propicia que ocorra oxidação tornando os filés menos recomendáveis para o consumo.

Palavras-chave: Tilápia-do-Nilo. Processamento. Metabólitos. Peroxidação.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the quality parameters and fatty acid composition of Nile tilapia fillet (*Oreochromis niloticus*), at different post-processing periods. For this, fillets of 60 specimens of Nile tilapia were used, divided into 4 treatments: receipt of the fillets, one day before expiration date established by the slaughterhouse, two days after date expiration and four days after date expiration. The concentrations of proteins, lipids and total carbohydrates were evaluated, as well as the composition of fatty acids. All data were statistically analyzed using Sigma Stat 3.1 software, using oneway Anova in the comparison between experimental groups ($\alpha = 5\%$). The results obtained showed that after the final storage period, the concentration of proteins decreased considerably, even the standard of total lipids. Regarding fatty acids, changes occurred only for monounsaturated fatty acids with an increase in the percentage of this class in fillets four days after maturity in relation to animals collected on the day of processing. According to the results obtained, it was possible to achieve that after the period of conservation in bulk storage, the protein content of fish fillet decreases and that the high value of polyunsaturated fats present in the fish fillet that the service of consumption less for consumption.

Keywords: Nile tilapia. Processing. Metabolites. Peroxidation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplar de tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	15
Figura 2 - Filé de tilápia-do-Nilo.....	18
Figura 3 - Proteínas totais (mg/g) do tecido muscular (filés) de <i>Oreochromis niloticus</i> coletadas em diferentes momentos pós processamento.....	21
Figura 4 - Glicogênio (nmol de glicose/grama de tecido) do tecido muscular (filés) de <i>Oreochromis niloticus</i> coletadas em diferentes momentos pós processamento.....	22
Figura 5 - Lipídeos totais (mg/g) do tecido muscular (filés) de <i>Oreochromis niloticus</i> coletadas em diferentes momentos pós processamento.....	23
Figura 6 - Umidade (%) do tecido muscular (filés) de <i>Oreochromis niloticus</i> coletadas em diferentes momentos pós processamento.....	24
Figura 7 - Lipoperoxidação (CHPE/g) do tecido muscular branco (filés) (A) e vermelho (B) de <i>Oreochromis niloticus</i> coletadas em diferentes momentos pós processamento.....	26
Figura 8 - Representação gráfica das principais somatórias de ácidos graxos do tecido muscular (filés) de <i>Oreochromis niloticus</i> coletadas em diferentes momentos pós processamento.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perfil de ácidos graxos (%) do tecido muscular (filés) de <i>Oreochromis niloticus</i> coletadas em diferentes momentos pós processamento (Média $\pm$ EPM).....	28
--	----

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CHP	Hidroperóxido de cumeno
EROs	Espécies Reativas de Oxigênio
LPO	Lipoperoxidação
SFA	Ácidos graxos saturados
MUFA	Ácidos graxos insaturados
PUFA	Ácidos graxos polinsaturados
PUFAn3	Ácidos graxos ômega 3
PUFAn6	Ácidos graxos ômega 6
C16:0	Ácido palmítico
C16:1	Ácido palmitoléico
C18:0	Ácido esteárico
C18:1	Ácido oléico
C18:2n6	Ácido linoléico
C20:1	Ácido gondóico
C20:4n6	Ácido araquidônico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo Geral.....	14
2.1 Objetivos Específicos.....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 Tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	15
3.2 Qualidade do pescado.....	16
3.3 Post-mortem do pescado.....	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6 CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

Entre os anos de 2014 e 2019, a piscicultura brasileira cresceu 1,25% ao ano, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, as quais dispõem de 50% de toda a produção nacional (XIMENES, 2021). Atualmente, o Brasil se mantém na 4ª posição mundial dos maiores produtores de tilápia, com uma produção de 486.155 toneladas e que representa 60,6% de toda piscicultura nacional (PEIXE BR, 2021).

Nativa do continente africano, a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) foi introduzida no Brasil no ano de 1971 e sua produção intensiva vem se destacando devido ao seu rápido crescimento, resistência ao manejo e flexibilidade às mudanças ambientais (EMBRAPA, 2007; ALBINO *et al.*, 2020). Além disso, sua carne apresenta excelentes características sensoriais, tornando-a apreciada entre os consumidores e favorecendo sua produção, como ausência de espinhas em formato de “Y”, baixo teor de gordura, presença de ácidos graxos polinsaturados e carne branca de textura firme (PINHEIRO, 2019).

Devido ao aumento no consumo desta proteína animal, a piscicultura tem como principal objetivo atender à essa alta demanda, a fim de garantir uma maior segurança alimentar aos consumidores, proporcionando produtos de qualidade (ROCHA *et al.*, 2013). Apesar de suas excelentes características, o filé do pescado é um produto altamente perecível, com uma vida útil de, aproximadamente, 12 dias sob refrigeração adequada, de acordo com o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Após esse prazo, tem-se início uma série de fatores que levam a deterioração do pescado, como por exemplo: rápida instalação do rigor mortis, presença de microrganismos e autólise, devido à ação de proteases do músculo (BEATO, 2002).

Diante disso, é fundamental a realização de métodos para determinar a qualidade do pescado, sendo divididos em sensoriais, físico-químicos e microbiológicos. As análises químicas são importantes para a caracterização do valor nutricional dos alimentos, possibilitando identificar suas propriedades gerais e a qualidade do pescado durante o tempo de armazenamento,

identificando compostos que possam indicar deterioração do filé (EMBRAPA, 2009).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a composição bromatológica, perfil de ácidos graxos e lipoperoxidação de filés de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) sob refrigeração, em períodos diferentes pós processamento.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar os teores de proteína, glicogênio, lipídio e umidade no filé de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*);
- Analisar o perfil de ácidos graxos presentes no filé de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*);
- Analisar a lipoperoxidação no filé de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Pertencente à família Cichlidae, a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Figura 1) foi introduzida no Brasil em 1971, por meio do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), nos açudes do Nordeste e, posteriormente, distribuída para todo o país, se destacando, principalmente, nos estados das regiões Sul e Sudeste, a partir de 1990 (PROENÇA; BITTENCOURT, 1994; CASTAGNOLLI, 1996).

Figura 1 - Exemplar de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)



Fonte: Edino Camoleze (2019)

Nos últimos anos, o cultivo de tilápia vem ganhando destaque sendo, no Brasil e no mundo, a primeira e segunda espécie mais cultivada, respectivamente (FAO, 2018). Em 2020, o desempenho da tilápia foi o melhor da série histórica, quando comparada as outras espécies cultivadas (PEIXE BR, 2021). Isso se deve ao fato dessa espécie apresentar facilidade de reprodução, rápido crescimento, baixa conversão alimentar e alto ganho de peso (ARAUJO *et al.*, 2013).

Em condições adequadas, a tilápia-do-Nilo se reproduz naturalmente durante todo o ano, as fêmeas atingem a maturidade sexual em menos de seis meses, com peso mínimo de 100 g, antes de atingir seu peso comercial de, aproximadamente, 500 g, podendo desovar a cada 30 dias de 500 a 2.000 ovos por desova (SENAR, 2017).

Com hábito alimentar onívoro e facilidade em se adaptar à ingestão de rações comerciais e artesanais, se destaca entre os peixes mais cultivados no país devido as suas características marcantes (OLIVEIRA *et al.*, 2007; EMBRAPA, 2007). Sua carne branca de textura firme, ausência de espinhas intramusculares em formato de “Y” e a facilidade durante o processo de filetagem tornam a tilápia uma das espécies mais preferidas para o consumo da população (ARAUJO; COSTA, 2012; PROENÇA, 1994; SOUZA, 2002).

3.2 Qualidade do Pescado

O termo pescado refere-se a todos os organismos aquáticos que podem ser utilizados na alimentação humana, como peixes, crustáceos, moluscos e outros (GONÇALVES, 2011). Possui uma alta importância

nutricional, representando uma das principais fontes de proteínas, lipídios e aminoácidos essenciais na alimentação humana, além de ser utilizado em indústrias de óleos, farinha de peixe, rações, dentre outros produtos com alto valor comercial (SOARES *et al.*, 2014).

O pescado apresenta como principais componentes: água, variando de 64 a 90% da sua composição; proteínas, de 8 a 23%; gorduras, de 0,5 a 25%; resíduos minerais, de 1 a 2%; e carboidratos, menos de 1%; além de serem compostos por um alto teor de ácidos graxos polinsaturados (PUFAs) (ANDRADE, 2009; TACON; METIAN, 2013). Porém, sabe-se que características físico-químicas dos peixes dependem de diversos fatores, como espécie, sazonalidade, idade, peso e condições nutricionais (BEIRÃO *et al.*, 2004).

Estudos acerca da composição química do pescado, como proteínas, lipídios, umidade, são importantes para garantir que se tenha um produto de qualidade para o consumidor final, atendendo aos requisitos de regulamentos alimentícios e especificações comerciais (JIM *et al.*, 2017). De acordo com o tópico I do artigo 499, Decreto nº 9.013 de 29 de março de 2017, pescado ou produtos de pescado devem ser considerados impróprios para consumo humano, na forma como se apresentam, quando estiverem em mau estado de conservação e com aspecto repugnante.

Apesar de seu alto valor nutricional, a carne do pescado é considerada o alimento com maior potencial para deterioração e oxidação, muitas vezes devido ao manuseio e armazenamento incorreto, as quais aumentam de acordo com o aumento de dias de armazenamento (SAMPELS, 2014; EMIRE; GEBREMARIAM, 2009). O avanço da deterioração em pescados ocorre em consequência das combinações de alterações químicas, autolíticas e microbiológicas, porém a taxa de deterioração pode ser reduzida com o resfriamento ou congelamento da carne do pescado (EMIRE; GEBREMARIAM, 2009).

3.3 *Post-Mortem* do Pescado

As primeiras alterações que ocorrem no pescado estão relacionadas a

degradação do ATP (adenosina trifosfato) e o início do rigor mortis, iniciadas algumas horas após a morte do animal, sendo seu desenvolvimento influenciado pela temperatura, reserva de glicogênio e pH (RODRIGUES; SILVA, 2016). O processo de rigor mortis é caracterizado por apresentar três fases: pré-rigor, período em que se inicia o enrijecimento muscular; rigor pleno, estabelecimento do rigor mortis; e pós-rigor, período em que ocorre a perda da rigidez muscular (FONTENELE *et al.*, 2013).

Na fase pré-rigor, devido a perda de oxigenação, ocorre a glicólise anaeróbica, onde o glicogênio é convertido em ácido láctico, acarretando em queda do pH e degradação do ATP como fonte de energia (VEIGA FILHO e MESQUITA, 2018). Durante a fase de rigor mortis, a presença do ácido láctico e o baixo pH faz com que filamentos espessos de miosina e microfilamentos de actina se unam formando a actomiosina de forma irreversível, ocasionando a perda da extensibilidade dos músculos e, conseqüentemente, a perda da maciez da carne (PRICE; SCHWEIGERT, 1994; LAWRIE, 2005).

Em decorrência do baixo pH, tem-se a ativação das enzimas proteolíticas do músculo, denominadas de calpaínas e catepsinas, as quais são responsáveis pelas alterações post mortem, como a degradação da actomiosina, acarretando em amolecimento da carne, caracterizando a fase de pós-rigor (VEIGA FILHO; MESQUITA, 2018; ARAÚJO *et al.*, 2010).

A velocidade de instalação e intensidade do rigor mortis e de suas reações químicas envolvidas no processo é determinada pela temperatura de estocagem do pescado (RODRIGUES; SILVA, 2016). O resfriamento do filé do pescado é um importante método de conservação, pois, quando exposto a baixas temperaturas, as reações enzimáticas que ocorrem no tecido muscular são desaceleradas, evitando alterações nas características do filé e prolongando o tempo de prateleira do produto após o processamento (LIBRELATO; SHIKIDA, 2005; KUBITZA, 2000).

Os lipídios do tecido muscular são responsáveis, juntamente com os demais constituintes, pela palatabilidade e sabor agradável da carne. Porém, podem influenciar a sua qualidade, através da interação com outros componentes e pelas mudanças degradativas que sofrem após a morte (BAKIR

et al., 1993). Estas mudanças incluem lipólise e peroxidação dos ácidos graxos polinsaturados (ACKMAN; TAKEUCHI, 1986). Algumas das principais mudanças que ocorrem durante o processamento, distribuição e preparo final dos alimentos ocorrem devido à oxidação. Essa reação de deterioração está implicada nas alterações durante a estocagem de alimentos congelados, uma vez que este armazenamento não paralisa as reações oxidativas (SANT'ANA; MANCINI-FILHO, 2000). A oxidação nos pescados caracteriza-se pelo sabor e odor de ranço e até mesmo descoloração (KUBOTA; EMANUELLI, 2004) e a sua ocorrência é favorecida na presença de oxigênio, energia (aquecimento) e metais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 120 filés de tilápia-do-Nilo (Figura 2), resfriados e comercializados a granel em embalagens, provenientes do frigorífico comercial. Os filés foram distribuídos em 4 caixas de isopor com gelo (embalagem comercial) e transportados para a Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT) - UNESP, campus de Dracena, onde foram armazenados sob refrigeração adequada para a determinação dos parâmetros de qualidade. Ao final das análises, as amostras foram transportadas para a Faculdade de Engenharia (FEIS) - UNESP, campus de Ilha Solteira, armazenados em ultrafreezer até o momento das análises, para a determinação da concentração de glicogênio, lipídios e proteínas totais, além da avaliação da umidade, ácidos graxos e lipoperoxidação.

Figura 2 - Filé de tilápia-do-Nilo



Foto: Dados do próprio autor.

Os filés foram avaliados em 4 amostragens pós processamento: recebimento dos filés (T0), um dia antes da data de validade estabelecida pelo frigorífico (T1), dois dias após a data de validade (T2) e quatro dias após a data de validade (T3), correspondendo aos 4 tratamentos experimentais. As amostras de cada filé foram retiradas no mesmo local/posição para evitar uma possível variação em função do local de amostragem.

- **Concentração proteica:**

O teor proteico dos filés foi analisado pelo método colorimétrico de Lowry *et al.* (1951). Para tanto foi realizada uma prévia precipitação e solubilização das proteínas totais segundo método proposto por Milligan e Girard (1993). A concentração de proteínas foi calculada com base em uma curva padrão de albumina sérica bovina e apresentada em mg/g.

- **Glicogênio total:**

O glicogênio total dos tecidos foi extraído a partir do método de Bidinotto, Moraes e Souza (1997). A determinação de glicogênio dos tecidos foi feita pelo método colorimétrico de Dubois (1956). A concentração de glicogênio foi calculada com base em uma curva padrão de glicose e apresentada em nm glicose/g.

- **Lipídios totais:**

Os lipídios totais teciduais foram extraídos com uma mistura de clorofórmio:metanol:água (2:1:0,5) (FOLCH *et al.*, 1956) adaptada por Parrish (1998), e quantificados pelo método colorimétrico descrito por Frings *et al.* (1972). A concentração de lipídeos foi calculada com base em uma curva padrão de óleo de fígado de bacalhau, e apresentada em mg/g. O extrato lipídico total foi evaporado em atmosfera de nitrogênio para posteriores análises cromatográficas.

- **Ácidos graxos:**

A partir da metilação das amostras lipídicas (para formação dos metis

ésteres) pelo método de Kitson *et al.* (1996) que utiliza o cloreto de acetila e metanol como catalisadores da reação, os metis foram analisados em cromatografia gasosa, acoplada a um ionizador de chama (FID) (VARIAN GC 3900). A cromatografia gasosa foi realizada no Laboratório de Metabolismo e Reprodução de Organismos Aquáticos, pertencente a Universidade de São Paulo (USP), por meio do cálculo de tempo de retenção, utilizando-se um padrão de AGs com tempo de retenção conhecido (Supelco, 37 components) no programa Compass.

Para a análise dos AGs foi utilizada uma programação no cromatógrafo com as características descritas a seguir: a leitura foi iniciada a uma temperatura de 170 °C mantida por 1 minuto e em seguida por uma rampa de 2,5 °C/minuto, até atingir a temperatura final de 220 °C, que foi mantida por cinco minutos. O injetor e o detector foram mantidos a 250 °C. Foi utilizada uma coluna CP wax 52 CB, com espessura de 0,25 mm, diâmetro interno de 0,25 µm e 30 mm de comprimento, tendo o hidrogênio como o gás de arraste.

- **Umidade:**

A determinação da umidade nas amostras foi feita por gravimetria. Pesou-se 0,100 g de amostra úmida em placas de Petri em balança analítica. A amostra foi, então, armazenada em estufa a 60 °C até peso constante e pesada novamente. O cálculo foi feito utilizando-se:

$$\% \text{umidade} = (\text{peso úmido} - \text{peso seco}) * 100.$$

- **Lipoperoxidação:**

A determinação da lipoperoxidação foi realizada através do método de FOX (Ferrous Oxidation in Xylenol Orange) adaptado por Hermes-Lima *et al.* (1995). As amostras dos filés, separadas em músculo branco e músculo vermelho, foram homogeneizadas em metanol utilizando uma relação 1:9, centrifugadas por 5 minutos e, em seguida, adicionados os reagentes na ordem: 90 µL de FeSO₄, 35 µL de H₂SO₄, 35 µL de laranja de xilenol, 175 µL de H₂O milli-Q e 15 µL do sobrenadante.

As amostras foram cobertas e incubadas a temperatura ambiente por 1

hora e, posteriormente, lidas em espectrofotômetro a 580 nm. Por fim, foi adicionado hidroperóxido de cumeno (CHP) e a absorbância lida a 580 nm.

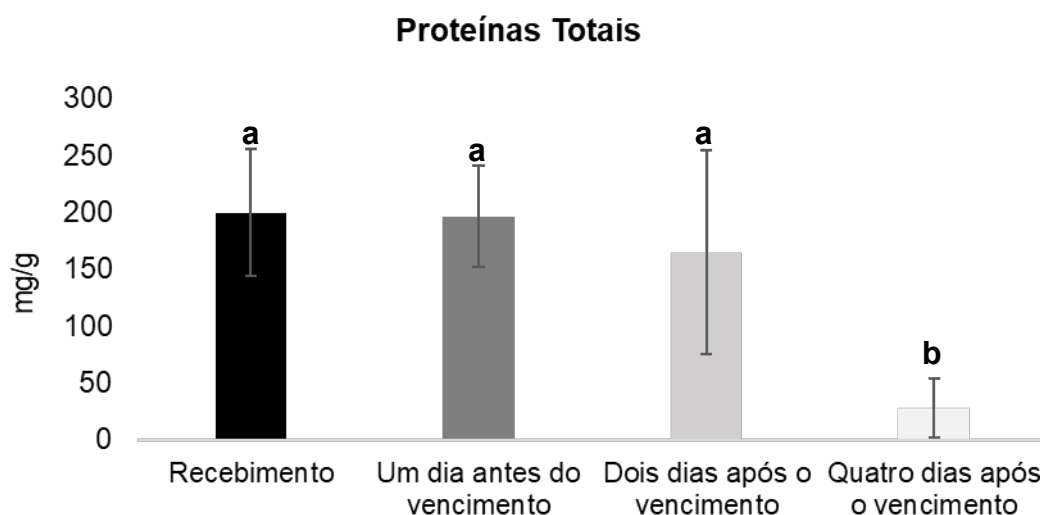
- **Análise estatística**

Todos os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA one way), através do software Sigma Stat 3.1 e posterior teste de comparação entre grupos experimentais ($\alpha = 5\%$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos para as concentrações proteicas mostraram que os filés avaliados nos seguintes momentos: recebimento dos filés ($199,76 \pm 56,16$ mg/g), um dia antes do vencimento estabelecidos pelo frigorífico ($196,33 \pm 44,84$ mg/g) e dois dias após o vencimento ($164,89 \pm 89,14$ mg/g); foram maiores comparados à do grupo coletado quatro dias após o vencimento ($27,90 \pm 26,42$ mg/g), com diferença estatisticamente significativa ($P < 0,001$) (Figura 3).

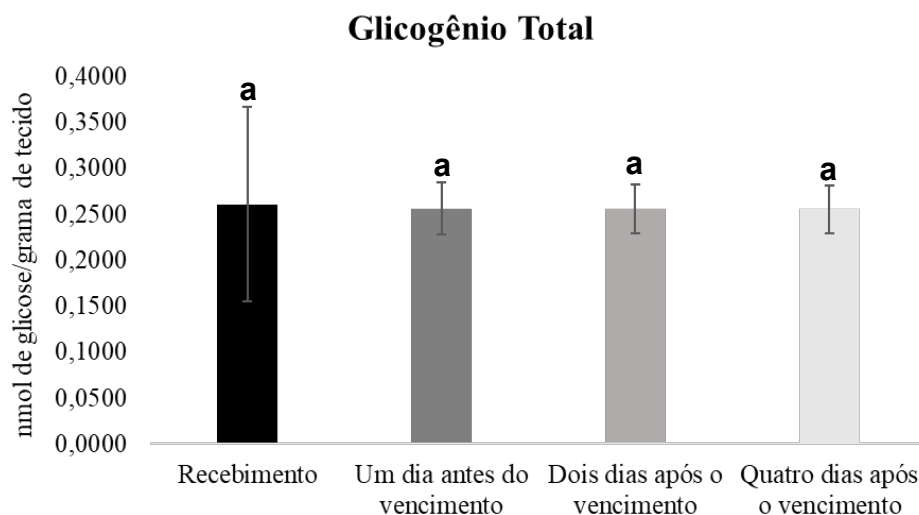
Figura 3 - Proteínas totais (mg/g) do tecido muscular (filés) de *Oreochromis niloticus* coletadas em diferentes momentos pós processamento.



Não foram observadas alterações ($P=0,356$) para glicogênio total nos diferentes tempos de armazenamento: recebimento dos filés ($0,26 \pm 0,11$ nmol

de glicose/g), um dia antes do vencimento ($0,26 \pm 0,03$ nmol de glicose/g), dois dias após o vencimento ($0,26 \pm 0,03$ nmol de glicose/g) e quatro dias após o vencimento ($0,26 \pm 0,03$ nmol de glicose/g) (Figura 4).

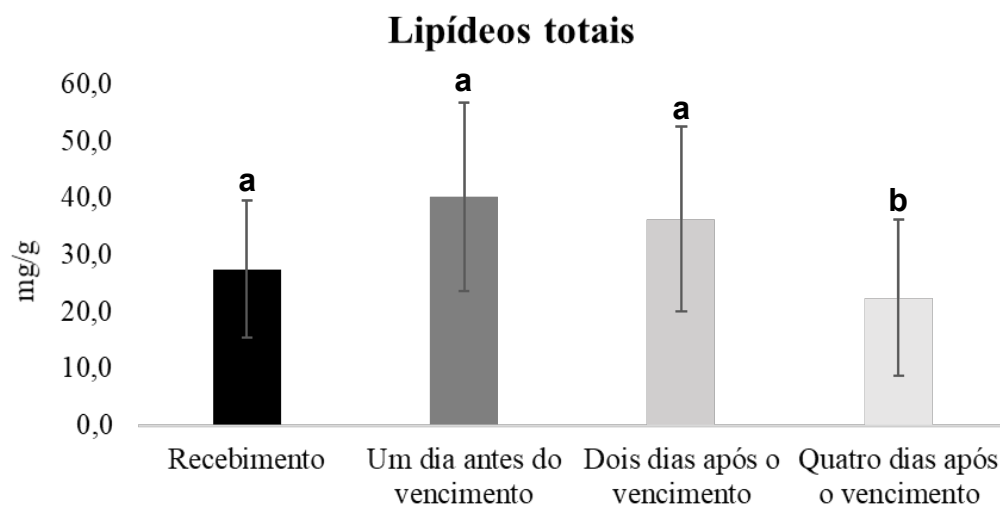
Figura 4 - Glicogênio (nmol de glicose/grama de tecido) do tecido muscular (filés) de *Oreochromis niloticus* coletadas em diferentes momentos pós processamento.



^{ab}Letras diferentes significam diferenças estatísticas ($P < 0,05$) em diferentes momentos pós processamento. Fonte: Elaborado pela autora.

A concentração de lipídeos totais (Figura 5) foi maior nos primeiros dias amostrados; recebimento dos filés ($27,4 \pm 12,1$ mg/g), um dia antes da data de validade ($40,1 \pm 16,5$ mg/g) e dois dias após a data de validade ($36,2 \pm 16,3$ mg/g) em comparação com quatro dias após a data de validade ($22,4 \pm 13,7$ mg/g), mesmo padrão observado para proteínas totais.

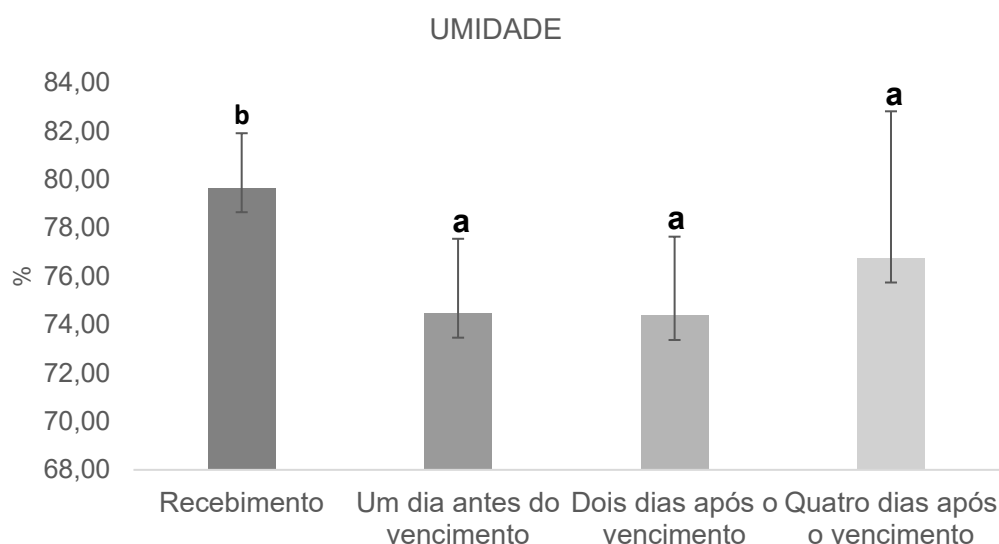
Figura 5 - Lipídeos totais (mg/g) do tecido muscular (filés) de *Oreochromis niloticus* coletadas em diferentes momentos pós processamento.



De acordo com o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), o processo de deterioração do pescado inicia-se após o prazo final de sua conservação, aproximadamente 12 dias, de acordo com o prazo de validade, e, com isso, ocorre a diminuição de proteínas e lipídios no filé. Essas informações são confirmadas pelos resultados apresentados nesse trabalho. Quatro dias após a data de vencimento estipulada pelo frigorífico, ou seja, treze dias de conservação, os valores de proteína e lipídio no músculo diminuíram consideravelmente. Franco e Landgraf (2008) ressaltam que a ação das enzimas leva à desintegração do filé, o que facilita a disseminação de microorganismos contaminantes. Já, para concentração de glicogênio total, quando mantidos a baixas temperatura, a reserva de glicogênio dos filés foi mantida sem muitas alterações, desde o recebimento dos filés até quatro dias após o vencimento.

Os valores relacionados à umidade (%) das amostras estão apresentados na Figura 6. Para o primeiro grupo (recebimento dos filés) os valores obtidos foram $79,6 \pm 2,3\%$, enquanto os demais grupos, os valores médios foram: um dia antes do vencimento ($74,5 \pm 3,1\%$), dois dias após o vencimento ($74,4 \pm 3,3\%$) e quatro dia após o vencimento ($76,8 \pm 6,1\%$). Na comparação entre os resultados, é possível observar uma diferença ($P < 0,001$) entre o primeiro grupo em relação aos demais grupos amostrados.

Figura 6 - Umidade (%) do tecido muscular (filés) de *Oreochromis niloticus* coletadas em diferentes momentos pós processamento.



A umidade é determinada gravimetricamente a partir de sua perda na amostra, após a realização da secagem em estufa com a temperatura e tempo adequados (GALLINA *et al.*, 2009). O filé do pescado é composto por cerca de 60 a 85% de umidade, variando de acordo com o estado nutricional do peixe, a espécie, época do ano e sexo (BRITTO *et al.*, 2014). Estudos realizados por Britto *et al.* (2014) com filé de viola (*Loricariichthys anus*), conservados a baixas temperaturas por 15 dias, mostraram que a média de peso seco foi de 78,67% de umidade, resultado semelhante aos deste trabalho, com média de 76,31%.

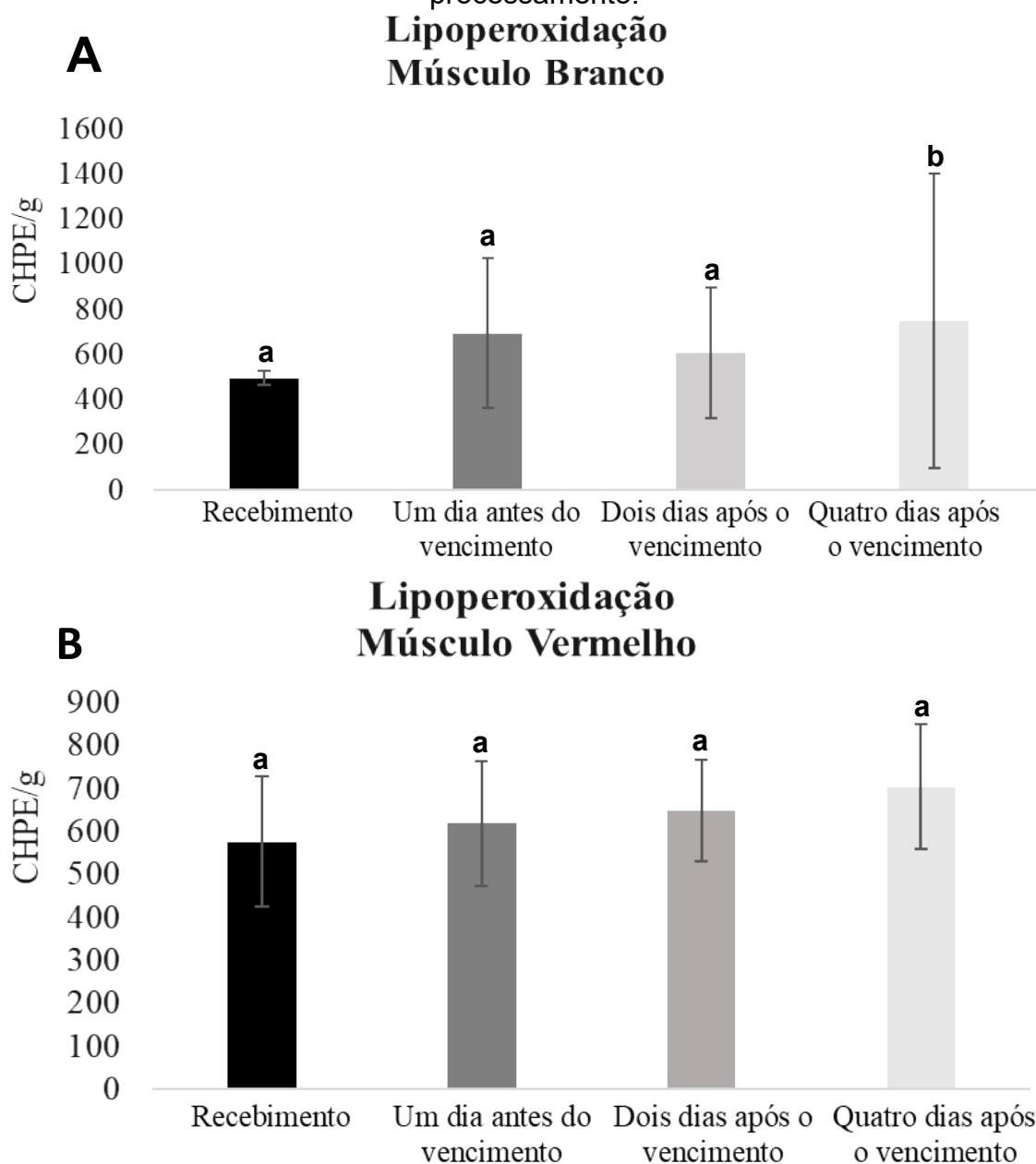
O teor de umidade em peixes, bem como o teor de lipídios totais, é considerado um fator importante quanto a qualidade do pescado, devido às chances de oxidação dos lipídios e deterioração do filé (VIANA *et al.*, 2013). Fatores estressantes fazem com que o oxigênio (O_2) presente no ambiente aeróbio se torne danoso ao sistema biológico, ou seja, gerando espécies reativas de oxigênio (EROs), tais como o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), o ânion superóxido (O_2^-) e o radical hidroxila ($HO\bullet$) que, em última instância, resultam em estresse oxidativo. Tais espécies reativas de oxigênio possuem um ou mais elétrons desemparelhados no seu orbital mais externo e

apresentam a característica de serem altamente reativos. EROs atacam e provocam modificações em estruturas celulares como lipídios, proteínas e DNA, oxidando-as e podendo inclusive levar à morte celular (HARRIS, 1992).

Sendo todas as biomoléculas suscetíveis à oxidação, a lipoperoxidação (LPO) das membranas celulares é um exemplo de lesão que pode ser promovida por EROs, principalmente a HO•. Radical hidroxila (HO•) atua como iniciador (R•) ao reagir com ácidos graxos polinsaturados, os quais compõem as membranas celulares de animais, formando um radical lipídico (L•): $LH + R\bullet \sim L\bullet$ (AYALA *et al.*, 2014). Ao contrário de sua molécula original, o radical lipídico gerado reage rapidamente em meio aeróbio, formando um radical peróxido que novamente retirará um hidrogênio de ácidos graxos adjacentes, resultando em um hidroperóxido e uma nova EROs.

Os dados de lipoperoxidação da musculatura branca e vermelha estão apresentados na Figura 7, e mostraram tendência de aumento de valores para o grupo coletado quatro dias após o vencimento (T3) em relação aos dias anteriores para o músculo branco, e inalteração para os valores avaliados na musculatura vermelha.

Figura 7 - Lipoperoxidação (CHPE/g) do tecido muscular branco (filés) (A) e vermelho (B) de *Oreochromis niloticus* coletadas em diferentes momentos pós processamento.



Weber (2007), avaliando a lipoperoxidação de filés de jundiá (*Rhamdia quelen*) submetidos à inclusão de 5% de óleo de soja ou arroz na dieta do jundiá, e a embalagem a vácuo, notou aumento do conteúdo de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS, índice de lipoperoxidação) nos filés dos peixes de ambas as dietas após 12 meses de armazenamento congelado, tanto nos filés embalados com ou sem vácuo. Tal observação parece coerente

com a aparente tendência de aumento de lipoperoxidação após resfriamento dos filés, porém em tempo maior do que o analisado no presente trabalho.

Na Tabela 1 estão apresentados os perfis de ácidos graxos totais dos filés de tilápia-do-Nilo coletados em diferentes momentos pós processamento. A nomenclatura de cada ácido graxo e sua classificação de acordo com o número de carbonos, grau de insaturação e posição da primeira insaturação seguiram as regras da IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). A análise do perfil de ácidos graxos do tecido permitiu avaliar a porcentagem de cada ácido graxo e, conseqüentemente, os principais agrupamentos: ácidos graxos saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) e polinsaturados (PUFA), e dentro destes os ácidos graxos ômega 3 (PUFAn3) e ômega 6 (PUFAn6). Fazendo-se uma análise da composição em ácidos graxos, foi possível observar alta prevalência de C16:0 e C18:0 como SFA com maior representatividade, C16:1 e C18:1 como MUFA prevalentes e C18:2n6 e C20:4n6 como principais PUFA.

Os lipídeos armazenados sob a forma de triacilgliceróis são a principal reserva energética rápida na maioria dos vertebrados (SHERIDAN, 1994). Em geral, esses compostos são formados por dois SFA ou MUFAs e uma cadeia central de PUFA. Assim, sabe-se que aproximadamente 80% da composição dos triacilgliceróis correspondem aos ácidos graxos saturados e monoinsaturados (BELL HENDERSON *et al.*, 1986), corroborando os resultados encontrados no presente trabalho, uma vez que a composição de ácidos graxos dos filés nos diferentes momentos pós processamento apresentou maiores porcentagens de SFA e MUFA e menores de PUFA (Tabela 1 e Figura 8).

Tabela 1 - Perfil de ácidos graxos (%) do tecido muscular (filés) de *Oreochromis niloticus* coletadas em diferentes momentos pós processamento (Média $\pm$ EPM).

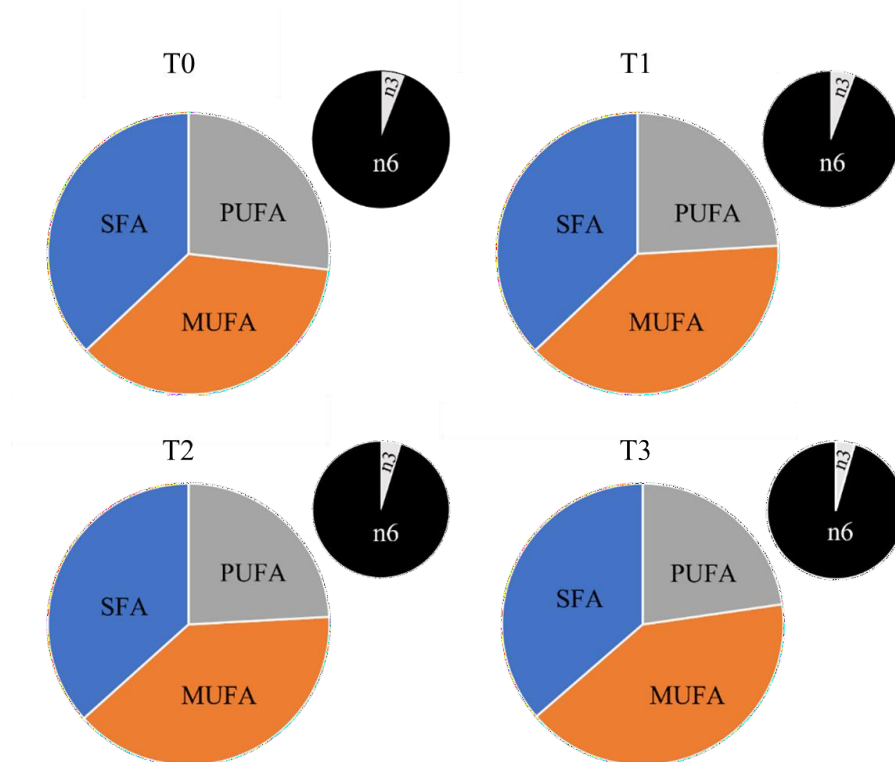
	T0	T1	T2	T3
C14:0	1,72 $\pm$ 0,09	1,96 $\pm$ 0,08	1,83 $\pm$ 0,12	2,08 $\pm$ 0,17
C16:0	22,52 $\pm$ 0,53	22,51 $\pm$ 0,54	22,60 $\pm$ 0,49	22,36 $\pm$ 0,53
C16:1	3,67 $\pm$ 0,16	3,80 $\pm$ 0,15	3,74 $\pm$ 0,15	3,94 $\pm$ 0,24
C18:0	8,14 $\pm$ 0,25	8,71 $\pm$ 0,32	8,45 $\pm$ 0,18	8,70 $\pm$ 0,28
C18:1	30,06 $\pm$ 0,74 ^b	32,07 $\pm$ 0,86 ^{ab}	32,48 $\pm$ 0,79 ^{ab}	33,68 $\pm$ 0,76 ^a
C18:2n6	13,56 $\pm$ 0,28 ^a	12,39 $\pm$ 0,40 ^{ab}	12,84 $\pm$ 0,24 ^{ab}	12,38 $\pm$ 0,35 ^b
C20:1	1,43 $\pm$ 0,09 ^b	1,65 $\pm$ 0,13 ^{ab}	1,64 $\pm$ 0,10 ^{ab}	1,90 $\pm$ 0,09 ^a
C20:2n6	1,37 $\pm$ 0,05	1,33 $\pm$ 0,07	1,29 $\pm$ 0,06	1,36 $\pm$ 0,10
C20:3n6	1,66 $\pm$ 0,08	1,50 $\pm$ 0,09	1,48 $\pm$ 0,10	1,69 $\pm$ 0,28
C20:4n6	5,33 $\pm$ 0,36 ^a	4,49 $\pm$ 0,44 ^{ab}	4,55 $\pm$ 0,50 ^a	3,42 $\pm$ 0,48 ^b
C22:1	1,01 $\pm$ 0,07	1,35 $\pm$ 0,12	1,37 $\pm$ 0,15	1,41 $\pm$ 0,18
C22:2n6	2,07 $\pm$ 0,18	1,69 $\pm$ 0,16	1,69 $\pm$ 0,16	1,48 $\pm$ 0,14
C23:0	4,01 $\pm$ 1,41	2,93 $\pm$ 0,35	2,88 $\pm$ 0,42	2,38 $\pm$ 0,32
SFA	37,04 $\pm$ 0,38	37,07 $\pm$ 0,57	36,64 $\pm$ 0,37	36,36 $\pm$ 0,39
MUFA	36,18 $\pm$ 0,86 ^b	38,86 $\pm$ 0,95 ^{ab}	39,22 $\pm$ 0,91 ^{ab}	40,93 $\pm$ 0,94 ^a
PUFA	26,78 $\pm$ 1,01	24,07 $\pm$ 1,24	24,14 $\pm$ 1,10	22,71 $\pm$ 1,12
PUFA n3	1,57 $\pm$ 0,16	1,37 $\pm$ 0,19	1,15 $\pm$ 0,17	1,01 $\pm$ 0,12
PUFA n6	25,21 $\pm$ 0,89	22,70 $\pm$ 1,08	23,00 $\pm$ 0,95	21,70 $\pm$ 1,01
<1%	3,44 $\pm$ 0,36	3,61 $\pm$ 0,42	3,17 $\pm$ 0,31	3,22 $\pm$ 0,45

^{ab}Letras diferentes significam diferenças estatísticas (P<0,05) em diferentes momentos pós processamento. Valores abaixo de 1% não foram considerados. SFA, MUFA, PUFA, PUFA n6 e PUFA n3, são as somatórias dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados, polinsaturados, cadeias de polinsaturados n6, cadeias de polinsaturados n3. Fonte: Elaborado pela autora.

De maneira geral, os ácidos graxos têm papel diferenciado no metabolismo dos vertebrados, e os fosfolípidos são importantes constituintes de membranas e funcionam como os principais precursores de prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos, enquanto os triacilgliceróis servem como depósitos para ácidos graxos que são catabolizados no metabolismo energético celular (NELSON; COX, 2011). Neste trabalho, optou-

se por analisar o perfil total dos ácidos graxos, sem separação de fosfolipídeos e triacilgliceróis.

Figura 8 - Representação gráfica das principais somatórias de ácidos graxos do tecido muscular (filés) de coletadas em diferentes momentos pós processamento.



SFA, MUFA, PUFA, PUFA_{n6} e PUFA_{n3}, são as somatórias dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados, polinsaturados, cadeias de polinsaturados n6, cadeias de polinsaturados n3. Fonte: Elaborado pela autora.

As somatórias mostraram alteração apenas para MUFA, com aumento da porcentagem desta classe de ácidos graxos nos filés quatro dias após o vencimento em relação aos animais coletados no dia do processamento ($p < 0,001$). Este aumento de MUFA parece ter sido guiado pelos aumentos de C18:1 e C20:1 na mesma comparação ($p = 0,010$ e $p = 0,001$, respectivamente). O aumento de MUFA foi compensado pela diminuição de dois PUFA individuais, C18:2n6 e C20:4n6, nos dois casos a diminuição de porcentagem foi observada nos filés coletados no quarto dia após vencimento em comparação com o dia do recebimento ($p = 0,011$ e $p = 0,07$, respectivamente).

Este padrão de diminuição de PUFA com aumento de MUFA foi observado em filés de truta armazenados congelados por 45 a 90 dias, com diminuição média de 25,3% de PUFA e aumento de 9,25% de MUFA (CHÁVEZ-MENDOZA *et al.*, 2014).

A redução de PUFA pode ser explicada por reações oxidativas e hidrolíticas que ocorrem durante o armazenamento. Yi-Chen *et al.* (2008) mostraram que longas cadeias de hidrocarbonetos com insaturação, vistas em PUFA, os tornam mais suscetíveis a reações hidrolíticas do que os SFA. Essa suscetibilidade a essas reações pode ser influenciada pelo alto teor de ácido linoleico, C18:2n6 (12%) encontrado nos filés frescos neste ensaio, e porque os filés não foram protegidos da luz e do oxigênio durante o armazenamento. Por este motivo, os PUFAs são os principais ácidos graxos envolvidos nos processos de oxidação (CHEN *et al.*, 2007).

6. CONCLUSÃO:

De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho, é possível concluir que o tempo de armazenamento sob refrigeração influencia na composição bromatológica, de ácidos graxos e lipoperoxidação no filé de tilápia-do-Nilo, principalmente após a data de validade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, F. R.; ALENCAR, S. B.; SOUZA, K. L. D.; TRINDADE, K. Reversão sexual de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de tratamento hormonal. **PesquisAgro**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 102 - 109, 2020.
- ANDRADE, G. Q.; BISPO, E. S.; DRUZIAN, J. I. Avaliação da qualidade nutricional em espécies de pescado mais produzidas no Estado da Bahia. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 721-726, out./dez. 2009.
- ACKMAN, R. G.; TAKEUCHI, T. Composition of fatty acids and lipids of smolting hatchery fed and wild atlantic salmon *Salmo salar*. **Lipids**, [S.l.], v. 21, p. 117, 1986.
- ARAUCO, L. R. R.; COSTA, V. B. Restrição alimentar no desempenho produtivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Comunicata Scientiae**, [S.l.], p. 134-138, 2012.
- ARAÚJO, D. A. F. V.; SOARES, K. M. P.; GÓIS, V. A. Características gerais, processos de deterioração e conservação do pescado. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 9, Ed. 114, Art. 771, 2010.
- ARAÚJO, N. G.; CORRREIA, J. L. A.; COSTA, G. N. S.; ANDRADE, R. B.; MAGNANI, M.; CAVALHEIRO, J. M. O. Caracterização do filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 53., 2013, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2013.
- AYALA, A. A.; MUÑOZ, M. F.; ARGÜELLES, S. Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. **Oxidative Medicine And Cellular Longevity**, [S.l.], v.1, n.1, 2014.
- AYROZA, L. M. S.; FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; SUSSEL, F. R. **Piscicultura no médio Paranapanema: situação e perspectivas**. Assis: [s.n.], 2008.
- BANDEIRA, M. G. A.; NASCIMENTO, J. S. Estudo prospectivo relativo à atividade da tilápia para a indústria de alimentos no período de 2006 a 2016. **Cadernos de Prospecção**, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 552, 2017.
- BAKIR, H. M.; MELTON, S. L.; WILSON, J. L. Fatty acid composition, lipids and sensory characteristics of qhite amur (*Ctenopharyngodon idella*) fed differentt diets. **Journal of food science**, [S.l.], v. 58, p. 90-95, 1993.
- BEIRÃO, L. H.; TEIXEIRA, E.; BATISTA, C. R. V.; SANTO, M. L. E.; DAMIAN, C.; MEINERT, E. M. Tecnologia pós-captura de pescado e derivados. In: POLLI, C. R. et al. **Aqüicultura: experiências Brasileiras**. Rio Grande do Sul: UESC., 2004. p. 407 – 442.

BELL HENDERSON, R. J.; SARGENT J. R. The role of polyunsaturated fatty acids in fish. **Comparative Biochemistry and Physiology**, [S.l.], v. 83B, n. 4, p. 711–719, 1986.

BIDINOTTO, P. M.; MORAES, G.; SOUZA, R. Hepatic glycogen and glucose in eight tropical freshwater teleost fish: A procedure for field determinations of microsamples. **Boletim Técnico - CEPTA**, Pirassununga, n. 10, p. 53–60, 1997.

BRITTO, A. C. P.; ROCHA, C. B.; TAVARES, R. A.; FERNANDES, J. M.; PIEDRAS, S. R. N.; POUEY, J. L. O. F. Rendimento corporal e composição química do filé da viola (*Loricariichthys anus*). **Cienc. Anim. Bras.**, Goiânia, v. 15, n. 1, p. 38-44, jan./mar. 2014.

CASTAGNOLLI, N. **Aquicultura para o ano 2000**. Brasília: CNPq, 1996. p. 95.

CHÁVEZ-MENDOZA, C. GARCÍA-MACÍAS, J. A.; ALARCÓN-ROJO, A. D.; ORTEGA-GUTIÉRREZ, J. A.; HOLGUÍN-LICÓN, C.; CORRAL-FLORES, G. Comparison of fatty acid content of fresh and frozen fillets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) Walbaum. **Food/Feed Science and Technology**, [S.l.], v. 57, p. 103-109, 2014.

CHEN, Y. C.; NGUYEN, J.; SEMMENS, K.; BEAMER, S.; JACZYNSKI, J. Physicochemical changes in ω -3 enhanced farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) muscle during refrigerated storage. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 104, p. 1143- 1152, 2007.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. T.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, [S.l.], v. 28, p. 350–356, 1956.

EMIRE, S. A.; GEBREMARIAM, M. M. Influence of frozen period on the proximate composition and microbiological quality of Nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus*). **Journal of Food Processing and Preservation**, [S.l.], v. 34, n. 4, p. 743-757, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Produção de tilápia**: mercado, espécie, biologia e recria. Teresina: [s.n.], 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Métodos para análise de pescado**. Teresina: [s.n.], 2009.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture**: opportunities and challenges. Roma: [s.n.], 2018.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE, G. H. S. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, [S./], v. 226, p. 497–509, 1956.

FONTENELE, R. M. M.; SANTOS, E. S.; MOTA, S. Índice de rigor mortis de tilápias do Nilo abatidas de diferentes formas após cultivo em esgoto doméstico tratado. **Conexão Ciência e Tecnologia**, [S./], v. 7, n. 2, p. 61-72, 2013.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. p. 182.

FRINGS, C. S.; FENDLEY, T. W.; DUNN, R. T.; QUEEN, C. A Improved determination of total serum lipids by the sulfo-phospho-vanillin reaction. **Clinical chemistry**, [S./], v. 18, p. 673–4, 1972.

GALLINA, D. A.; ROGALSKY, A. D.; ALVES, A. T. S. Comparação de métodos para determinação do extrato seco total em doce de leite pastoso. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, [S./], v. 64, n. 370, p. 10-13, set/out, 2009.

GERMANO, M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 2. ed.. São Paulo: Varela, 2003.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado**: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Ateneu, 2011. p. 608.

HARRIS, E. D. Regulation of antioxidant enzymes. **The FaseB Journal**, [S./], 6, p. 2675-2683, 1992.

HERMES-LIMA, M.; WILLMORE, W. G.; STOREY, K. B. Quantification of lipid peroxidation in tissue extracts based on Fe (III) xylene orange complex formation. **Free Radical Biology and Medicine**, [S./], v. 19, n. 3, p. 271-280, 1995.

JESUS, R. S.; LESSI, E.; TENUTA-FILHO, A. Estabilidade química e microbiológica de "minced fish" de peixes amazônicos durante o congelamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S./], v. 21, p. 144-148, 2001.

JIM, F.; GARAMUMHANGO, P.; MUSARA, C. Comparative analysis of nutritional value of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus), Nile tilapia, meat from three different ecosystems. **Journal of Food Quality**, [S./], v. 2017, 2017.

KITSON, F. G.; LARSEN, B. S.; MCEWEN, C. N. Gas chromatography and mass spectrometry: a practical guide. New York, **Academic Press**, [S./], p. 632, 1996.

KUBOTA, E.H.; EMANUELLI, T. Processamento do pescado. *In*: BALDISSEROTO, B.; RADUNZ NETO, J. (org). **Criação de Jundiá**. Santa Maria: UFSM, 2004. Cap. 11, p.201-222.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 3. ed. Oxford: Pergamon Press, , 2005. p. 45.

LIBERATO, F. R.; SHIKIDA, S. A. R. L. Segurança alimentar: um estudo multidisciplinar de qualidade do filé de tilápia comercializado no município de Toledo – PR. **Revista do Grupo de Pesquisa em Agronegócio e Desenvolvimento Regional (GEPEC) da UNIOESTE**, [S./], v. 9, n. 2, 2005.

LOWRY, O. H.; ROSEBROUGH, N. J.; FARR, A. L.; RANDALL, R. J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. **The Journal of Biological Chemistry**, [S./], v. 193, p. 265-275, 1951.

MACARI, S. **Desenvolvimento de formulação de embutido cozido à base de Tilápia-do-Nilo**. 2007. 111 f.Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. *In*: **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. cap. 14. p. 405-480.

MILLIGAN, C. L., GIRARD, S. S. Lactate metabolism in rainbow trout. **The Journal of Experimental Biology**, [S./], v. 180, p. 175–193, 1993.

MINOZZO, M. G. **Processamento e conservação do pescado**. Curitiba: Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia - Paraná - Educação a Distância,, 2011.

NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de bioquímica de Lehninger. 7. ed. [S. L.]: Artmed, 2018. 1312 p.

OETTERER, M. **Processamento de surimi**: conhecimento das técnicas de obtenção e de controle da qualidade do produto para a introdução na indústria brasileira: Projeto Programa de Cooperação Internacional CNPq/JAICA. Brasília: CNPq; 1998.

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

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

OLIVEIRA, P. R.; JESUS, R. S.; BATISTA, G. M.; LESSI, E. Avaliação sensorial, físico-química e microbiológica do pirarucu (*Arapaima gigas*,

Schinz 1822) durante estocagem em gelo. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 67-74, jan./mar. 2014.

PACHECO-AGUILAR, R.; LUGO-SÁNCHEZ, M. E.; ROBLES-BURGUEÑO, M. R. Postmortem biochemical and functional characteristic of monterey sardine muscle stored at 0°C. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 1, p. 40- 47, 2000.

PARRISH, C. C. Lipid biogeochemistry of plankton, settling matter and sediments in Trinity Bay, Newfoundland. II. Lipid classes. **Organic Geochemistry**, [S.l.], v. 29 (5-7-7 pt 2), p. 1531-1545, 1998.

PEIXE BR. **Anuário peixe BR da piscicultura 2020**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2020. p. 12-14.

PEIXE BR. **Anuário peixe BR da piscicultura 2021**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2021. p. 12-15.

PINHEIRO, Y. C. **Avaliação física de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2019. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia de Aquicultura) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

PRICE, M. C.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la carne e de los productos carnicos**. Espanha: Acribia, 1994. p. 581.

PROENÇA, C. E. M. D.; BITTENCOURT, P. R. L. Manual de piscicultura tropical. IBAMA, Brasília: Brasil, 1994. p. 196.

ROCHA, F. A. G. ARAÚJO, L. O.; ALVES, K. S.; DANTES, L. Í. S.; SILVA, R. P.; ARAÚJO, M. F. F. Estafilococos coagulase positivos em filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) comercializados no mercado modelo Nerival Araújo, Currais Novos/ RN. **HOLOS**, Currais Novos-RN, n. 29, v. 1, 2013.

ROCHA, C. M. C. D.; RESENDE, E. K. D.; ROUTLEDGE, E. A. B.; LUNDSTEDT, L. M. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 48, n. 8, p. 4-6, 2013.

RODRIGUES, T. P.; SILVA, T. J. P. Caracterização do processo de rigor mortis e qualidade da carne de animais abatidos no Brasil. **Arquivos de Pesquisa Animal**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 1-20, 2016.

SAMPELS, S. The effects of storage and preservation technologies on the quality of fish products: A review. **Journal of food processing and preservation**, [S.l.], v. 39, n. 6, p. 1206-1215, 2014.

SANT'ANA, L. S.; MANCINI-FILHO, J. Influence os addition of antioxidants in vivo on the fatty acid composition of fish fillets. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 68, p. 175-178, 2000.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). Piscicultura: reprodução, larvicultura e alevinagem de tilápias. Brasília: [s.n.], 2017. p. 8-9. (Coleção SENAR, v. 2).

SHERIDAN, M. A. Regulation of lipid metabolism in poikilothermic vertebrates. Comparative. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry**, [S.l.], v. 107, p. 495-508, 1994.

SILVA, G. F.; MACIEL, L. M.; DALMASS, M. V.; GONÇALVES, M. T. Tilápia-do-Nilo: criação e cultivo em viveiros no estado do Paraná. Curitiba: GIA – Aquicultura, Meio Ambiente e Desenvolvimento, , 2015. p. 290.

SOARES, K. M. P.; GONCALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, [S.l.], v. 71, n. 1, p. 1-10, 2012.

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A.; SOUZA, L. B. Qualidade microbiológica de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o armazenamento em gelo. **Ciência Rural**, [S.l.], v. 44, p. 2273-2278, 2014.

SOUZA, F. O. Estudo do efeito da relação macho/fêmea em desova natura e dosagem de 17- alfa metiltestosterona na reversão sexual de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) linhagem Tailandesa. 2001. 50 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2001. p. 45.

SOUZA, M. L. R. Comparação de Seis Métodos de Filetagem, em Relação ao Rendimento de Filé e de Subprodutos do Processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l.], v. 31, n. 3, p. 1076-1084, 2002.

TACON, A. G. J.; METIAN, M. Fish matters: Importance of aquatic foods in human nutrition and global food supply. **Rev. Fish. Sci.**, [S.l.], v. 21, p. 22–38, 2013.

VEIGA FILHO, I. L.; MESQUITA, E. F. M. Aminas Biogênicas em pescado: ocorrência, relevância e detecção. **Semioses Inovação Desenvolvimento e Sustentabilidade**, [S.l.], v. 12, n. 3, p. 115-141, 2018.

VIANA, Z. C. V.; SILVA, E.; FERNANDES, G. B.; SANTOS, V. L. C. S. Composição centesimal em músculo de peixes no litoral do estado da Bahia/Brasil. **Rev. Ciênc. Méd. Biol.**, Salvador, v.12, n.2, p.157-162, mai./ago. 2013.

XIMENES, L. F. Produção de pescado no Brasil e no nordeste brasileiro. **Caderno Setorial ETENE: Nordeste**, [S.l.], v. , n. 150, 2021.

WEBER, J. Estabilidade lipídica de filés de jundiá (*Rhamdia quelen*). 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

YI-CHEN, C. H.; NGUYEN, J.; SEMMENS, K.; BEAMER, S.; JACZYNKI, J. Chemical changes in omega-3 enhanced farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during abusive-temperature storage. **Food Control**, [S.l.], v.19, p. 599- 608, 2008.