

Avaliação química, física e microbiológica de filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração

Chemical, physical and microbiological of Nile Tilapia fillets (*Oreochromis niloticus*), kept under refrigeration

Evaluación química, física y microbiológica de filetes de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantenidos en refrigeración

Recebido: 03/03/2022 | Revisado: 11/03/2022 | Aceito: 24/03/2022 | Publicado: 30/03/2022

Angela Dulce Cavenaghi Altemio

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3000-8869>
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
E-mail: angelaaltemio@ufgd.edu.br

Guilherme Leonel Machado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4023-3522>
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
E-mail: guilherme_neves8@hotmail.com

Érica Santos Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7114-6291>
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
E-mail: ericasantos5555@gmail.com

Kellen Aparecida Leandro da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4860-0040>
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
E-mail: kellenleandra4@gmail.com

Nathália Beatriz Cirilo Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2943-9773>
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
E-mail: nathi_cirilo@hotmail.com

Stefania Perez Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3091-3081>
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
E-mail: stefania.medeiros@hotmail.com

Resumo

A qualidade dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) armazenados sob temperatura de refrigeração de -1 °C e 4 °C foi avaliada através das análises físicas e químicas (pH, atividade de água e cor instrumental) e microbiológicas (contagem de *Staphylococcus coagulase* positiva, detecção de *Salmonella spp.* e Contagem de *E. coli*), com o objetivo de determinar o tempo para sua comercialização. Os filés foram doados por abatedouro da região da grande Dourados – MS. As análises seguiram foram conduzidas de acordo com métodos oficiais. No 12º dia houve aparecimento de odor desagradável e muco na superfície nos filés armazenamento entre 0 a 4,5 °C. Atividades de águas maiores que 0,95 e valores de pH maiores que 5,2, os produtos devem ser armazenados a temperatura ≤ 5°C. Os filés se apresentaram mais claros no início e mais escuros no final. No final do período a intensidade de vermelho aumentou na parte branca (PB) nas duas temperaturas (-1°C e 4°C), o mesmo ocorreu na linha de sangue (LS) a -1°C, não evidenciado a 4°C. A intensidade de amarelo aumentou nas regiões analisadas (PB e LS). As amostras atenderam a legislação brasileira em termos microbiológicos. Conclui-se que a vida útil de filés armazenados a 4 °C é até no máximo 11 dias e abaixo de - 1 °C até 20 dias.

Palavras-chave: Atividade de água; Valor de pH; Parâmetros de cor; Vida útil.

Abstract

The quality of Nile Tilapia fillets (*Oreochromis niloticus*) stored under refrigeration temperatures of -1 °C and 4 °C was evaluated through physical and chemical analyzes (pH, water activity and instrumental color) and microbiological (*Staphylococcus* positive coagulase, detection of *Salmonella spp.* and *E. coli* count), with the objective of determining the time for its commercialization. The fillets were donated by a slaughterhouse in the greater Dourados region - MS. The analyzes followed were conducted according to official methods. In the 12th day an unpleasant odor and mucus appeared in the surface of the fillets that were stored in temperatures between 0 to 4.5°C. The water activity was higher than 0.95 and pH values got higher than 5.2, because of these factors the products should be stored at the temperature of ≤ 5°C. By the end of the analysis time there was an increased red intensity in the white part (PB) in

both temperatures (-1°C and 4°C), and the same effect happened in the line of blood (LS) at -1°C, but it was not evidenced at 4°C. The intensity of yellow was also increased in the analyzed regions (PB and LS). The samples met the Brazilian legislation in terms of microbiological standards. It is concluded that the shelf life of fillets stored at 4°C is up to a maximum of 11 days and the products stored below -1°C is up to 20 days.

Keywords: Water activity; pH value; Color parameters; Shelf life.

Resumen

Se evaluó la calidad de filetes de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) almacenados a temperaturas de refrigeración de -1 °C y 4 °C mediante pruebas físicas y químicas (pH, actividad de agua y color del instrumental) y microbiológicas (recuento de Staphylococcus coagulasa positivo, detección de Salmonella spp. y conteo de E. coli), con el objetivo de determinar el momento para su comercialización. Los filetes fueron donados por un matadero de la región del Gran Dourados - MS. Los análisis seguidos se realizaron de acuerdo con los métodos oficiales. El día 12 había un olor desagradable y mucosidad en la superficie de los filetes almacenados entre 0 y 4,5 °C. Actividades de agua superiores a 0,95 y valores de pH superiores a 5,2, los productos deben almacenarse a una temperatura ≤ 5°C. Los filetes eran más claros al principio y más oscuros al final. Al final del período, la intensidad del rojo aumentó en la parte blanca (BP) a ambas temperaturas (-1°C y 4°C), lo mismo ocurrió en la línea de sangre (LS) a -1°C, no evidenciándose a 4°C. La intensidad del amarillo aumentó en las regiones analizadas (PB y LS). Las muestras cumplieron con la legislación brasileña en términos microbiológicos. Se concluye que la vida útil de los filetes almacenados a 4 °C es hasta un máximo de 11 días y por debajo de -1 °C hasta 20 días.

Palabras clave: Actividad del agua; Valor pH; Parámetros de color; Vida útil.

1. Introdução

A produção de pescado pode ser feita de duas formas, por meio da pesca extrativa que consiste na retirada do peixe do seu ambiente natural e a aquicultura, baseada no cultivo de organismos aquáticos em um espaço delimitado e controlado. A aquicultura possui grande relevância econômica produtiva estando à frente da piscicultura, carcinicultura, malacocultura, ranicultura, algicultura e outras produções com menor valor comercial (Schulter & Vieira Filho, 2017).

A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um peixe de água doce, introduzida no Brasil na década de 70, como uma alternativa de fonte alimentícia para pessoas de baixa renda que buscavam proteína de origem animal, no nordeste brasileiro (Côa *et al.*, 2017).

A produção brasileira da Tilápia, em 2021, atingiu a marca de 534.005 toneladas, apresentando um crescimento em relação de 9,8% em relação ao ano de 2020 com (486.255t). Com estes dados da produção da Tilápia, representou cerca de 63,5% da produção nacional de peixes de cultivo no país, mas o que mais chama atenção que a espécie está presente em todas as regiões do país, mesmo com maior ou menor relevância (Medeiros, 2021).

O Mato Grosso do Sul está entre os 5 maiores produtores de Tilápia do país e tem como objetivo atender as necessidades do seu principal comprador, os Estados Unidos. No estado, a produção em 2020 foi de 29.090 toneladas (Medeiros, 2021). O levantamento da Associação Brasileira de Piscicultura (PeixeBR), mostra que ano a ano que a cadeia produtiva mante a média de crescimento de 5,6% desde o ano de 2014, ano de criação da PeixeBr que também teve início o da apuração de dados estatísticos sobre a piscicultura brasileira pela associação (Medeiros, 2021).

A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) encontra-se no comércio varejista como uma excelente opção de consumo, por ser um alimento nutritivo, seguro, fresco e capaz de garantir segurança microbiológica. Entretanto, na etapa de filetagem, processo no qual o filé de pescado é produzido, ocorre um grande risco de contaminação microbiológica, se tornando um ponto crítico de controle (Carbonera *et al.*, 2011).

Devido às questões físicas e o elevado teor de água presente nos pescados, estes são os mais passíveis de sofrer alterações enzimáticas, oxidativas e microbiológicas, tornando-se um produto altamente perecível. A principal causa de contaminação é a atividade microbiana que pode ser evitada com a refrigeração adequada, desta forma, a vida de prateleira do produto consegue ser prolongada e a taxa de contaminação dos microrganismos, responsáveis pela deterioração do pescado, diminui (Bartolomeu *et al.*, 2011).

A qualidade microbiológica da Tilápia depende dos procedimentos, que vão desde a captura do pescado, até o consumidor. A questão sanitária está relacionada à correta higienização dos manipuladores, utensílios e locais de distribuição. Para garantir melhor conservação do produto, em questão de higiene e segurança, a temperatura próxima do 0°C é ideal para manter a qualidade sensorial e microbiológica e conseqüentemente aumentar a vida útil do pescado (Bartolomeu *et al*, 2011).

A venda de filés de Tilápia em mercados públicos e feiras ao ar livre são um grande problema atual, já que o alimento fica exposto nas embalagens sem refrigeração adequada e sem proteção contra sujidades e insetos. A falta de higiene ambiental e no manuseio do produto acarreta sérios riscos à saúde dos consumidores (Moura *et al*, 2018).

Para melhor conservação do alimento, evitando o desenvolvimento de microrganismos é recomendado mantê-lo em baixas temperaturas, entretanto, em contrapartida, a baixa temperatura gera um crescimento médio para bactérias psicrófilas e psicrofílicas, esses grupos bacterianos conseguem se desenvolver em temperaturas menores e colocam a qualidade do alimento em risco (Costa, 2019).

O valor nutricional do pescado varia de acordo com a textura da carne, da composição química, nível de deterioração, características sensoriais e de fatores relacionados aos métodos de captura e beneficiamento. Conhecer estas características são de extrema importância para padronizar os produtos, contribuindo no acompanhamento de processos industriais e seleção de equipamentos para otimização econômico-tecnológica (Simões *et al.*, 2007).

A carne branca da Tilápia possui um sabor característico, textura firme e sem espinha em Y. A sua comercialização é feita principalmente em forma de filé, com grande aceitação e demanda, porém apresentam em sua filetagem grandes perdas, chegando a 70% de resíduos.

Dentre as inúmeras metodologias para determinar a qualidade do pescado, os parâmetros físico-químicos são os mais utilizados para avaliar o filé de tilápia no tempo entre a captura e o abate, como por exemplo, a variação do pH pode influenciar diretamente a capacidade de retenção de água, também a colorimetria, mostra o estado físico do músculo e aparência influenciam na comercialização (Pinheiro, 2019).

Diante do exposto, neste estudo avaliou-se a qualidade dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) armazenados sob temperatura de refrigeração de -1 °C e 4 °C, através das análises físicas e químicas (pH, atividade de água e cor instrumental), microbiológicas (contagem de *Staphylococcus coagulase* positiva, detecção de *Salmonella spp.* e Contagem de *E. coli*) e avaliação sensorial (teste de aceitação e intenção de compra dos filés de forma virtual), com o objetivo de determinar o tempo para sua comercialização.

2. Materiais e Métodos

2.1 Matéria-prima

A matéria-prima consiste em filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com média de 200 gramas cada, doadas por uma empresa localizada região da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, e que foram separados em quatro lotes, com 100 unidades, sendo dois lotes para temperatura de armazenamento a -1,0 °C e dois para 4 °C. Essas amostras foram acondicionadas em caixas de isopor com géis de gelo e transportadas para o Laboratório de Análises da UFGD, onde dois lotes permaneceram armazenados em B.O.D à -1 °C e duas a 4 °C.

2.2 Aferição da Temperatura

A temperatura foi aferida a cada 24hs utilizando um termômetro do tipo espeto, nos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a -1 °C e 4 °C, em triplicada, durante o armazenamento.

2.3 Atividade de Água (Aw)

A atividade de água (Aw) dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a -1 °C e 4 °C foi realizada em triplicata, utilizando o equipamento AquaLab CX-2- série 3, da marca Decagon Devices Inc., com temperatura da amostra 25,0 °C (± 1), durante o armazenamento.

2.4 Valor de pH

Os valores de pH dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a -1 °C e 4 °C foram determinados pelo método descrito por (AOAC, 1995), utilizando um medidor portátil de pH, modelo HI99163 – Hanna Instruments, em triplicata, durante o armazenamento.

2.5 Análise Microbiológica

Para as avaliações microbiológicas dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a -1 °C e 4 °C foram realizados os testes para contagem de *Escherichia Coli* (AOAC, 2019), contagem *Staphylococcus coagulase* positiva (ISO, 2018) e detecção de *Salmonella* spp (AFNOR, 2011). As amostras foram encaminhadas para análise no Laboratório A3Q localizado na cidade de Cascavel-PR, a cada 3 dias durante o armazenamento.

2.6 Cor instrumental

A cor das amostras dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a -1 °C e 4 °C foram avaliadas por meio de um colorímetro (Chroma Meter CR-410, Konica Minolta, Japão). Antes de iniciar a análise, o equipamento foi calibrado com as cores branco padrão. No sistema CIELab, foram determinados os valores de L* que representa a luminosidade da cor, com variações desde 0 = preto até o 100 = branco; o a* pode ter valores positivos (vermelho) ou negativos (verde) e o b* pode ter valores positivos (amarelo) ou negativos (azul) (Oliveira, 2009). A análise nos filés foi realizada nos dois lados dos filés, que foi ainda subdividido em parte branca (PB) com seis repetições e na linha de sangue (LS) com cinco repetições, conforme Figura 1, a cada 24 horas, durante o armazenamento.

Figura 1. Região onde foram realizadas a análise de cor nos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).



Fonte: Autoria própria.

Também foram calculados a saturação ou cromaticidade (C), e o ângulo hue (h°), através das Equações 1 e 2. Devido ao grande número de amostras, optou-se por fazer a média dos valores de a*, b* para a parte branca (PB) e linha de sangue (LS) dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a -1 °C e 4 °C.

$$\text{Cromaticidade: } (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \text{ (Equação 1)}$$

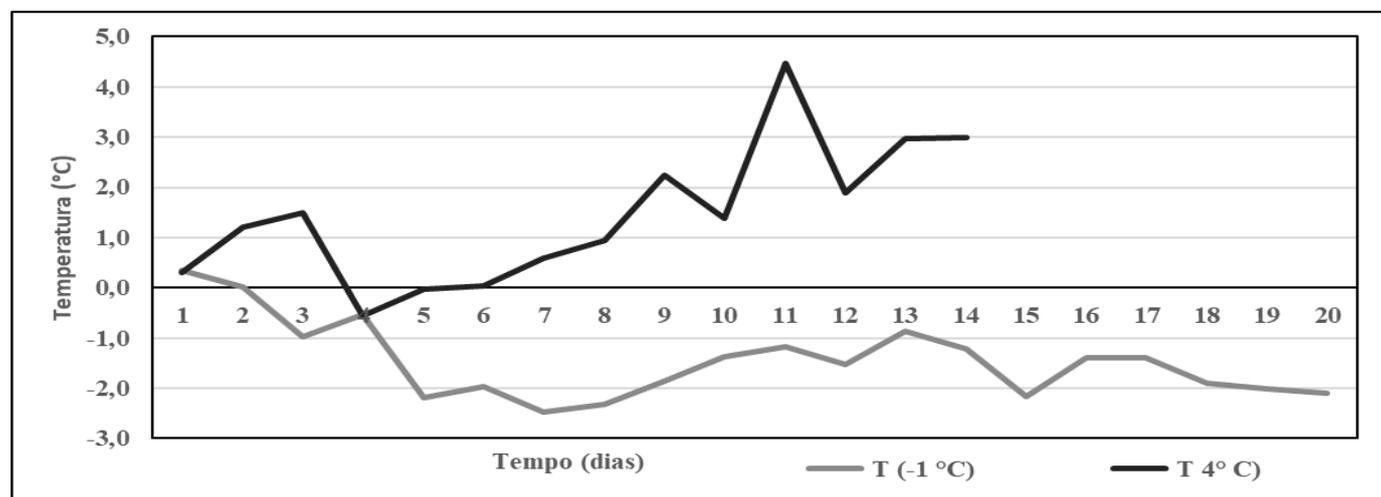
$$\text{Ângulo Hue: } \tan^{-1} b^*/a^* \text{ (Equação 2)}$$

3. Resultados e Discussão

3.1 Aferição da temperatura (°C)

Um dos fatores determinantes da vida de útil do pescado é a temperatura de estocagem, que deve ser observada desde a captura até a temperatura final no ponto de comercialização (Neiva, 2002). Neste sentido foi realizado o acompanhamento da temperatura dos filés diariamente conforme apresentada na Figura 2.

Figura 2. Valores médios da temperatura dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a -1 °C e 4 °C.



Fonte: Autoria própria.

Os valores médios das temperaturas dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos a 4 °C, somente ultrapassou este valor no 11° dia (Figura 2) que foi de 4,5 °C.

Mesmo mantendo temperaturas que variaram de -0,6 °C a 4,5 °C, no 9° dia foi observado o aparecimento de início de odor desagradável e um pouco de muco na superfície dos filés, podendo ser atribuído a presença de *Pseudomonas*, que produzem muco superficial, além de odores e sabores desagradáveis (Guahyba, 2003).

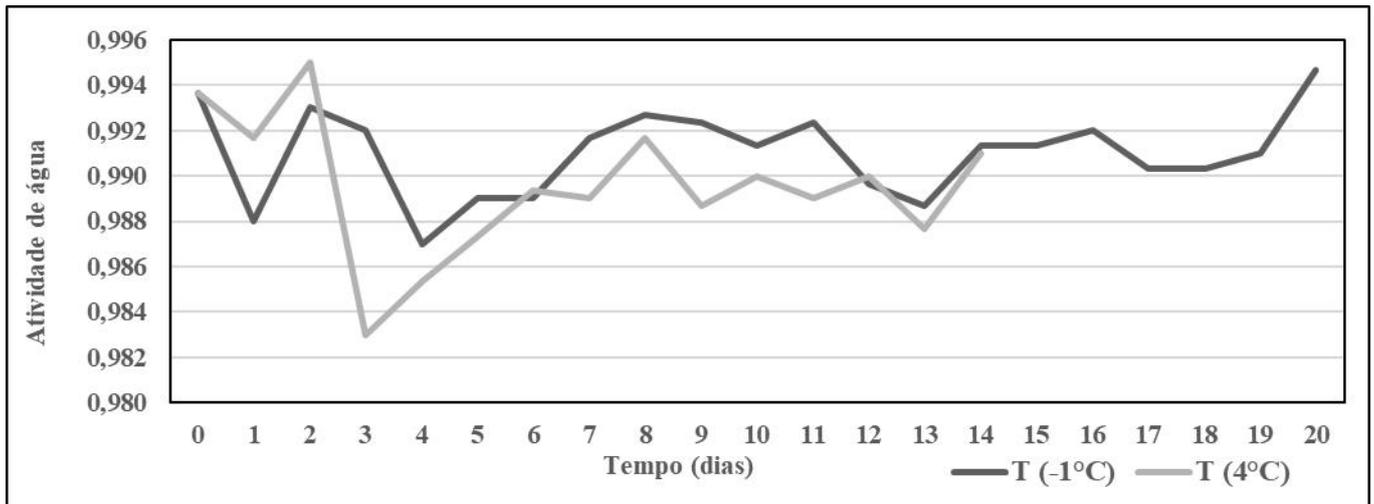
Os filés foram mantidos sob refrigeração por mais dois dias, conforme Figura 2, e as temperaturas variaram de 1,9 °C no 12° dia a 3,0 °C no 14° dia, quando foram descartados, devido ao forte odor de putrefação e muito muco na superfície.

Pode-se observar ainda pela Figura 2 que os filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foram mantidos durante 20 dias, em temperatura de armazenamento em torno de -1 °C, que variou entre -2,5 a 0,4 °C, sem aparecimento de odor desagradável ou muco superficial.

3.2 Atividade de Água (Aw)

A Figura 3 apresenta os valores médios da atividade de água dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a -1 °C e 4 °C.

Figura 3. Atividade de água dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a -1 °C e 4 °C.



Fonte: Autoria própria.

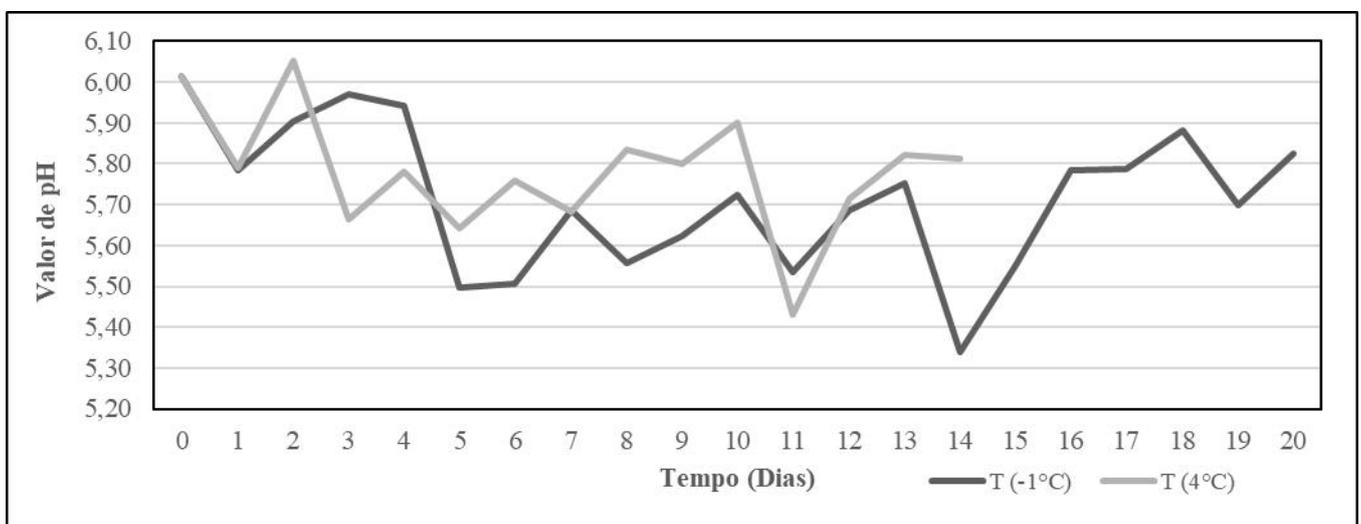
Pela Figura 3 pode-se observar que a atividade de água variou ao longo da vida útil, com valores que variaram de 0,995 a 0,983, esta variação é explicada pela não padronização do peso da amostra, que ao descongelar para fazer a análise perde mais ou menos água.

Estes valores encontram-se dentro da faixa de alimentos que apresentam atividade de água ótima para o crescimento microbiano, pois são ligeiramente inferiores a 1 (Franco e Landgraf, 2004), sendo considerado como um produto com alto teor de umidade (Simões, 2007), portanto sendo necessário manter os filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em temperatura baixas para garantir a qualidade do produto e segurança alimentar dos consumidores. Valores de atividade altos também foram relatados por Souza (2005) e Simões (2007).

3.3 Valor de pH

A Figura 4 apresenta os valores médios dos pH dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a -1 °C e 4 °C.

Figura 4. Valores dos pH dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a -1 °C e 4 °C.



Fonte: Autoria própria.

Pela Figura 4 pode-se observar que os valores médios dos pH variaram de 6,05 a 5,34, apresentaram diferenças significativas ($p < 0,5$) entre os dias. Para esta faixa de valores de pH, os filés entram na classificação de produto perecível, sendo necessário utilizar métodos de conservação para manter a qualidade, que no presente estudo foi a refrigeração. Pode-se observar pela Figura 4 que a temperatura de armazenamento que foram de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, não influenciou na variação do valor de pH.

Conforme o RIISPOA (Regulamento de inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, o valor de pH da porção muscular interna do pescado é $< 6,5$ e para pescado congelado no máximo 7,0 (Brasil, 2017), portanto de acordo com a Figura 4 pode-se afirmar que os filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) atenderam a legislação ao longo do período avaliado. Fonseca et al (2013) avaliaram filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) armazenados a temperatura de $1 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 15 dias e encontraram valores de pH médios de 6,6, outros autores também relataram valores semelhantes para filés de Tilápia (Souza et al. 2004; Socco et al. 2005; Ferreira et al. 2007; Cipriano et al. 2013).

3.4 Avaliações microbiológicas

A Tabela 1 apresenta os resultados das avaliações microbiológicas dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tabela 1. Resultados da contagem de *E. coli* e *Staphylococcus coagulase positiva*, detecção de *Salmonella spp* dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tempo (dias)	Temperatura de armazenamento ($-1\text{ }^{\circ}\text{C}$)			Temperatura de armazenamento ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$)		
	<i>E.coli</i>	<i>Staphylococcus coagulase positiva</i>	<i>Salmonella spp</i>	<i>E.coli</i>	<i>Staphylococcus coagulase positiva</i>	<i>Salmonella spp</i>
0	1×10^1	1×10^1	Ausência	1×10^1	1×10^1	Ausência
3	1×10^1	1×10^1	Ausência	1×10^1	4×10^1	Ausência
5	1×10^1	1×10^1	Ausência	1×10^1	1×10^1	Ausência
8	1×10^1	1×10^1	Ausência	1×10^1	1×10^1	Ausência
11	1×10^1	$1,5 \times 10^3$	Ausência	1×10^1	1×10^1	Ausência
14	1×10^1	1×10^1	Ausência	1×10^1	1×10^1	Ausência
16	1×10^1	1×10^1	Ausência	1×10^1	1×10^1	Ausência
18	1×10^1	1×10^2	Ausência			
20	1×10^1	1×10^1	Ausência			
21	1×10^1	1×10^1	Ausência			

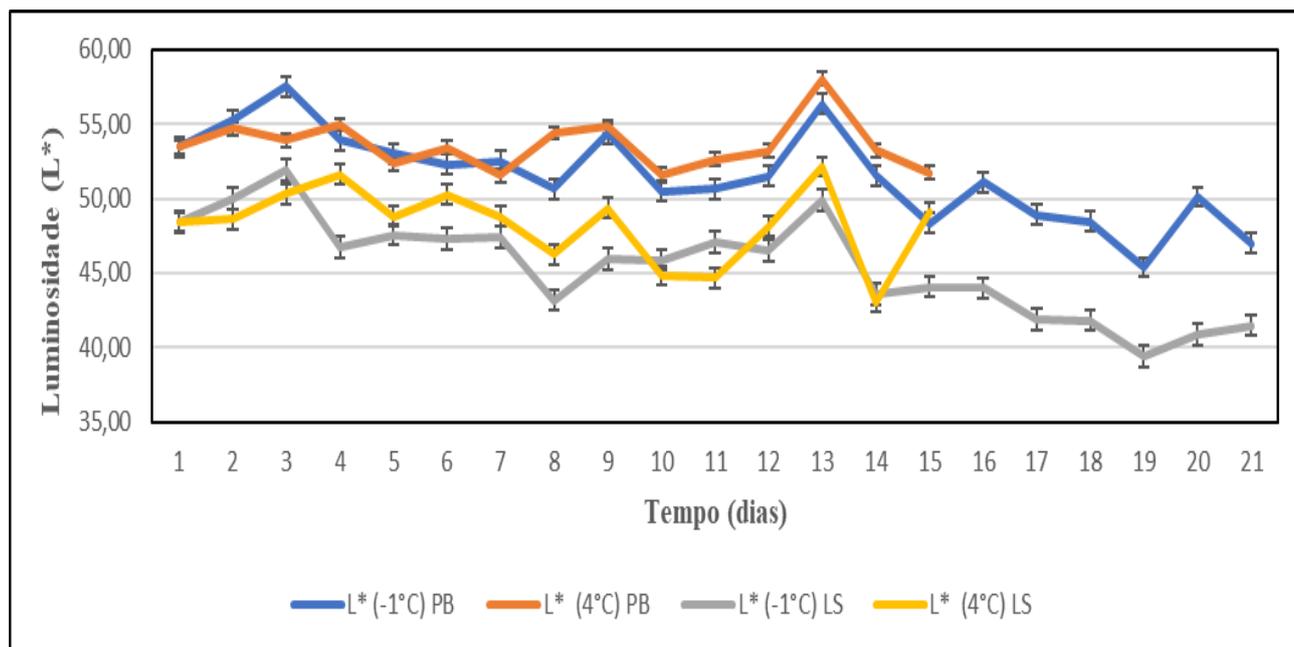
Fonte: Autoria própria.

Os resultados foram analisados de acordo com a RDC 60 de 2019, estabelece os limites consideráveis aceitáveis para consumo humano de carne de pescado resfriados ou congelados, sendo o valor máximo para contagem de *E. coli* é de 10^1 para produto cru (que é o caso do presente estudo) e para *Staphylococcus coagulase positiva* é 10^3 , e para detecção de *Salmonella* é ausência. Pela Tabela 1 pode-se observar que a contagem de *E.coli* e *Salmonella spp* atenderam a legislação brasileira a RDC 60 (2019), e em relação a contagem de *Staphylococcus coagulase positiva* somente não atendeu em três dias de coletas que foram no 11° e 18° dias a temperatura de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e no 3° dia na de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, estes resultados podem estar associados a boas práticas de manipulação durante o abate e filetagem, bem como na coleta das amostras. Pelas análises destes microrganismos que a RDC 60 (2019) estabelece não foi possível determinar o fim da vida útil dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.5 Cor instrumental

A Figura 5 apresenta os valores médios do parâmetro Luminosidade (L^*) dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante o armazenamento, dados analisados para as porções da parte branca e da linha de sangue, conforme Figura 1, descrito na metodologia.

Figura 5. Valores médios do parâmetro Luminosidade (L^*) dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), parte branca (PB) e linha de sangue (LS), mantidos sob refrigeração a $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante o armazenamento.

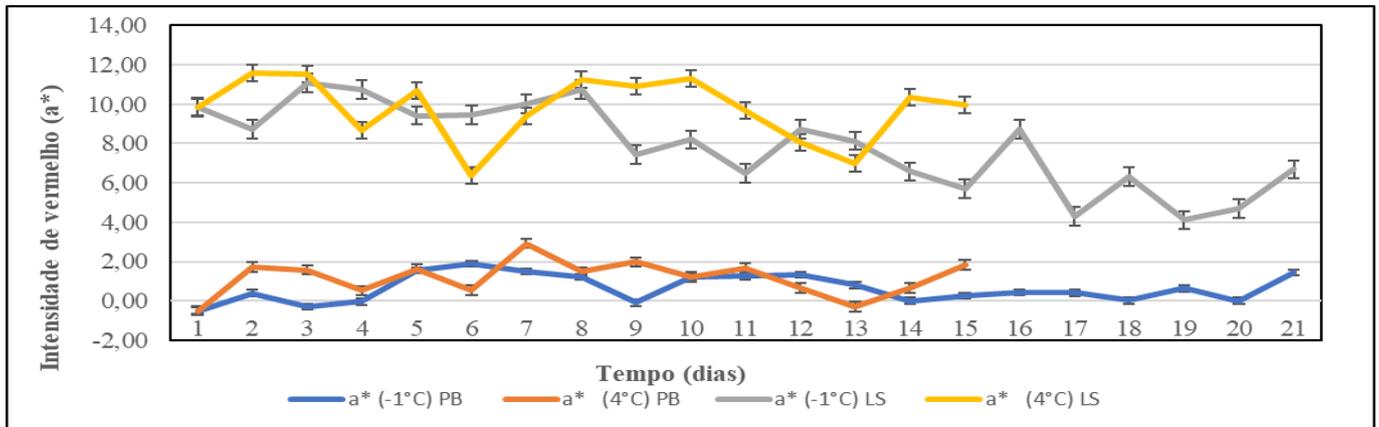


Onde $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ são as temperaturas de armazenamento. PB: Parte Branca da carne do filé de Tilápia e LS é a linha de sangue.
Fonte: Autoria própria.

O parâmetro Luminosidade (L^*) varia de 0 (preto) a 100 (branco), produzindo valores altos (cor clara) e baixos (cor escura). Observa-se pela Figura 5 que L^* na parte branca dos filés tiveram valores próximos nas duas temperaturas analisadas ($-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $4\text{ }^{\circ}\text{C}$), o mesmo ocorreu com a linha de sangue, com variações ao longo do tempo, porém com redução, demonstrando que as amostras eram mais claras no início e mais escuras no final. Este escurecimento está relacionado com a perda do frescor. Pela Figura 5 pode-se observar que parâmetro Luminosidade (L^*) analisado na parte branca (PB) dos filés armazenados a $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ obtiveram um valor mínimo de 45,38 ao máximo de 57,51, com média de 51,57, portanto com tendência de cor mais clara. Na linha de sangue (LS) variou de 39,42 a 51,89, com média de 45,67, tendendo a cor mais escura (Figura 6). Para os filés armazenados à $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, para a parte branca (PB) foi de 51,54 a 53,61, com média de 48,29 (Figura 5), e na linha de sangue (LS) de 43,03 a 52,15, com média de 48,29, ambos com tendência a cor escura.

A Figura 6 apresenta os valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (a^*) dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante o armazenamento, dados analisados para as porções da parte branca e da linha de sangue, conforme Figura 1, descrito na metodologia.

Figura 6. Valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (a^*) dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), parte branca (PB) e linha de sangue (LS), mantidos sob refrigeração a $-1\text{ }^\circ\text{C}$ e $4\text{ }^\circ\text{C}$, durante o armazenamento.

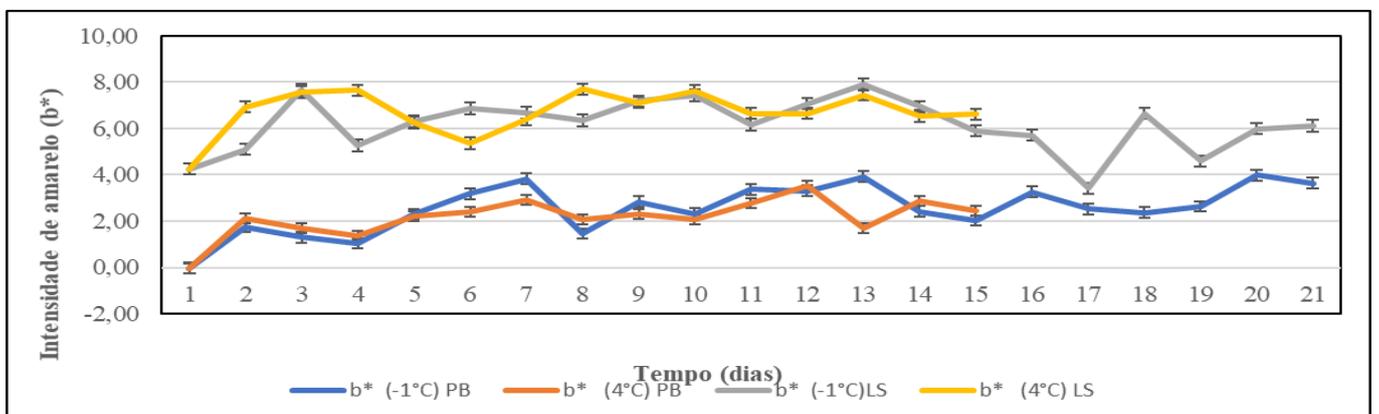


Onde $-1\text{ }^\circ\text{C}$ e $4\text{ }^\circ\text{C}$ são as temperaturas de armazenamento. PB: Parte Branca da carne do filé de Tilápia e LS é a linha de sangue. Fonte: autoria própria.

A intensidade de vermelho (a^*) varia de -60 (verde) a +60 (vermelho). Pode-se observar na Figura 6 que a^* na parte branca e linha de sangue dos filés tiveram valores próximos nas duas temperaturas analisadas ($-1\text{ }^\circ\text{C}$ e $4\text{ }^\circ\text{C}$), com variações ao longo do tempo, com aumento no final na região parte branca ($-1\text{ }^\circ\text{C}$ e $4\text{ }^\circ\text{C}$) e linha de sangue ($-1\text{ }^\circ\text{C}$) dos filés, não ocorrendo na linha de sangue ($4\text{ }^\circ\text{C}$), na qual os valores finais ficaram próximos aos iniciais. Pela Figura 6 pode-se observar que parâmetro a^* analisado na parte branca (PB) dos filés armazenados a $-1\text{ }^\circ\text{C}$ obtiveram valores que variaram de -0,50 a 1,90, com média de 0,64, valores estes na transição entre o verde ao vermelho. Na linha de sangue (LS) variou de 4,11 a 11,07, com média de 7,91, tendendo ao vermelho (Figura 6). Para os filés armazenados à $4\text{ }^\circ\text{C}$, para a parte branca (PB) foi de -0,50 a 2,91, com média de 1,18 (Figura 6), e na linha de sangue (LS) de 6,40 a 11,60, com média de 9,78, a tendência foi semelhante a encontrada para os filés armazenados na temperatura $-1\text{ }^\circ\text{C}$.

A Figura 7 apresenta os valores médios do parâmetro intensidade de amarelo (b^*) dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a $-1\text{ }^\circ\text{C}$ e $4\text{ }^\circ\text{C}$, durante o armazenamento, dados analisados para as porções da parte branca e da linha de sangue, conforme Figura 1, descrito na metodologia.

Figura 7. Valores médios do parâmetro intensidade de amarelo (b^*) dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), parte branca (PB) e linha de sangue (LS), mantidos sob refrigeração a $-1\text{ }^\circ\text{C}$ e $4\text{ }^\circ\text{C}$, durante o armazenamento.



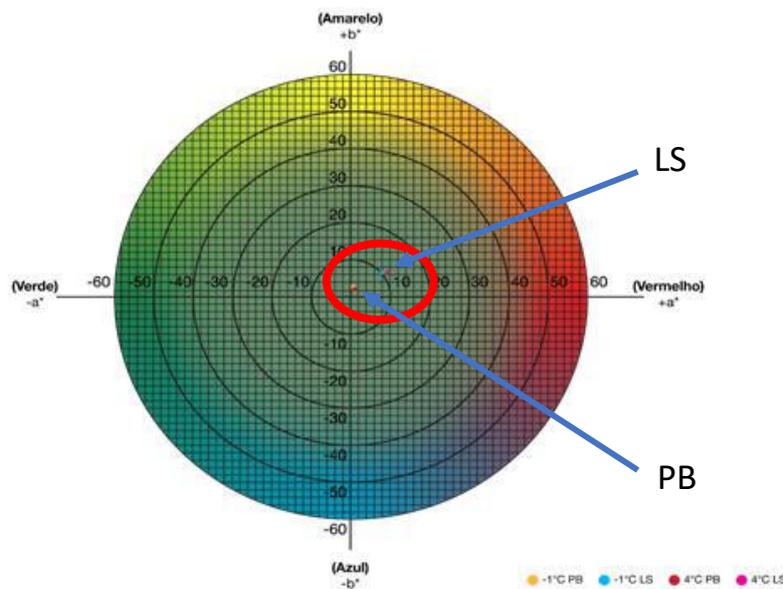
Onde $-1\text{ }^\circ\text{C}$ e $4\text{ }^\circ\text{C}$ são as temperaturas de armazenamento. PB: Parte Branca da carne do filé de Tilápia e LS é a linha de sangue. Fonte: autoria própria.

A intensidade de amarelo (b^*) varia de -60 (azul) a +60 (amarelo). Ao analisar de modo geral a Figura 7 observa-se que os valores de b^* para na parte branca dos filés obtiveram valores menores do que os da linha de sangue nas duas temperaturas de armazenamento, e com valores maiores que os iniciais. Pela Figura 7 pode-se observar que parâmetro b^* analisado na parte branca (PB) dos filés armazenados a $-1\text{ }^\circ\text{C}$ obtiveram valores que variaram de -0,02 a 3,99, com média de 2,55. Na linha de sangue (LS) variou de 3,42 a 7,92, com média de 6,17 (Figura 7). Para os filés armazenados à $4\text{ }^\circ\text{C}$, para a parte branca (PB) foi de -0,02 a 3,54, com média de 2,16 (Figura 7), e na linha de sangue (LS) de 4,25 a 7,71, com média de 6,72, a tendência foi semelhante a encontrada para os filés armazenados na temperatura $-1\text{ }^\circ\text{C}$. Pelos valores médios encontrados, nas duas temperaturas de armazenamento, para a parte branca e linha de sangue tiveram tendência ao amarelo, demonstrando que ocorreu oxidação do pigmento mioglobina, principalmente na linha de sangue.

Resultados semelhante para os parâmetros de cor foram encontrados por Fonseca et al. (2013) ao avaliar a cor de filés durante 15 dias de armazenamento à $1\text{ }^\circ\text{C}$

A Figura 8 apresenta o diagrama de cromaticidade com a localização do valor médios de a^* , b^* , L^* , C e h° dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a $-1\text{ }^\circ\text{C}$ e $4\text{ }^\circ\text{C}$, durante o armazenamento, dos dados analisados para as porções da parte branca (PB) e da linha de sangue (LS),

Figura 8. Diagrama de cromaticidade dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantidos sob refrigeração a $-1\text{ }^\circ\text{C}$ e $4\text{ }^\circ\text{C}$, durante o armazenamento.



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 8 está representado a média dos valores da cor, pois devido ao grande número de dados ao longo do armazenamento, e por não ter ocorrendo variações grandes nos valores de a^* e b^* . Pode-se observar que a cor (valor médio) das amostras analisadas dos filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na parte branca (PB), mantidos sob refrigeração a $-1\text{ }^\circ\text{C}$ e $4\text{ }^\circ\text{C}$. ficaram próximas e o mesmo ocorreu com a parte da linha de sangue (LS).

4. Conclusões

Levando em consideração a temperatura dos filés durante o armazenamento, pelo aparecimento de odor desagradável e muco na superfície recomenda-se que o tempo máximo de armazenamento a temperaturas médias entre 0 a 4,5 °C seja de 11 dias e até 20 dias para temperaturas médias entre -2,5 a -1,0 °C. Estas temperaturas são as encontradas em pontos de vendas e nos refrigeradores domésticos, portanto este tempo de armazenamento serve como orientação aos mesmos, para que o consumidor final receba produtos seguros.

Os valores médios de atividade de água foram maiores que 0,95 e os de pH maiores que 5,2, portanto devem ser armazenados a uma temperatura $\leq 5^{\circ}\text{C}$, pois são considerados de fácil deterioração.

As amostras atenderam a legislação brasileira em termos microbiológicos. Pelas características organolépticas dos filés observadas durante o armazenamento, como o muco e o odor desagradável sugere-se que seja avaliados as bactérias aeróbias mesófilas e psicotróficas para determinar a vida útil através da avaliação microbiológica, pois não foi possível definir através dos microrganismos estabelecidos pela RDC 60 de 2019.

Os filés se apresentaram com maior luminosidade (L^*), no início do armazenamento, portanto mais claros e mais escuros no final, nas duas regiões (parte branca e linha de sangue) analisadas e nas duas temperaturas (-1 °C e 4 °C), demonstrando que ocorre perda do frescor durante o armazenamento.

A intensidade de vermelho (a^*) variou ao longo do tempo, com aumento no final nas regiões parte branca nas duas temperaturas de armazenamento (-1 °C e 4 °C) e linha de sangue a -1 °C, não ocorrendo na linha de sangue (4 °C), devido a oxidação na presença de oxigênio.

Os valores de intensidade de amarelo (b^*) aumentaram nas regiões analisadas (parte branca e linha de sangue) dos filés nas duas temperaturas de armazenamento (-1 °C e 4 °C), devido a diminuição da luminosidade (L^*).

Sugere-se que para trabalhos futuros devido as conclusões acima mencionadas possam utilizar temperatura maior que 4 °C e menor que 7 °C, pois são bastantes comuns de serem encontradas nos pontos de comercialização e incluir a avaliação das bactérias aeróbias mesófilas e psicotróficas

Referências

- AFNOR. (2011). *Validation B10 12/32-10/11 VIDAS UP Salmonella (SPT) PE MB 087*.
- AOAC. (2019) *Official Methods of Analysis*.991.14. 21st.
- Bartolomeu, D. A. F. S. *et al.* (2011). Contaminação microbiológica durante etapas de processamento de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Archives of Veterinary Science*. 16(10), 21-30.
- Brasil. (2017). Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. regulamento-de-inspeção-industrial-e-sanitária.
- Carbonera, N. *et al.* (2007). Análise de perigos e pontos críticos de controle no processamento de filés congelados de tilápia (*Oreochromis niloticus*).
- Cipriano, O., H. L. *et al.* (2013). Shelf life of air and modified atmosphere-packaged fresh tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets stored under chilled and superchilled conditions. *Food Sci. Nutr.* 1:130-140.
- Côa, F. *et al.* (2017) Registro da tilápia-do-nilo no rio Mandira, Cananéia, Estado de São Paulo. *Rev. B. Inst. Pesca*, 43(1), 87-91.
- Costa, J.F. (2019) Acompanhamento da vida útil de Tilápias (*Oreochromis Niloticus*) mantidas em gelo, através de abordagem de variáveis microbiológicas, químicas e sensoriais. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 69f.
- Ferreira, M. W. *et al.* (2004). Perfil de ácidos graxos de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) In: XIX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Recife 2004. Anais. Recife.
- Fonseca. G. G. *et al.* (2013). Influence of treatments in the quality of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets. *Food Science & Nutrition*; 1(3): 246-253.
- Franco, B.D.G.M., & Landgraf, M. F. (2004). Microbiologia dos Alimentos. Editora Atheneu, 182p.
- Guahyba, A.S. (2003). Microrganismos deteriorantes. Centro Universitário – UNIVATES, Lajeado, RS.
- ISO. (2018). NF EN ISO 6888-1 :1999 /Amd 2:2018.

Medeiros, F. (2021). *Anuário do peixe (2021)*. Anuário 2021 – Peixe BR da piscicultura.

Moura, C. M. C. *et al.* (2018) Avaliação da qualidade microbiológica de filés de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e do gelo e a interação dos fatores após armazenagem. *Rev. Medicina Veterinária (UFRPE)*, 12(1), 10-16.

Pathare, P. B. *et al.* (2013). Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food Bioprocess Technol.* 6,36–60.

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

SEBRAE. (2014). Criação de tilápias em tanques escavados. SEBRAE.

Simões, M. R. *et al.* (2007). Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 27(3)608-613.

Soares, K. M. P. *et al.* (2014). Qualidade microbiológica de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o armazenamento em gelo. *Rev. Ciência Rural*, 44.

Socco, M. C. H. *et al.* (2005). Effects of modified atmosphere and vacuum on the shelf-life of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets. *Braz. J. Food Technol.* 8:7–15.

Schulter, E. P. *et al.* (2017). Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

Souza, M. L. R. *et al.* (2004). Smoking process of whole eviscerated and fillet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): organoleptic characteristics, proximate composition and losses during processing. *Rev. Bras. Zootec.* 33:27–36.

Veras, G. C. *et al.* (2014) Efeito do fotoperíodo sobre a composição do filé de juvenis de Tilápia Do Nilo. *Rev. Cienc. anim. bras.*, 15(2),168-173.