

QUALIDADE FÍSICA E SENSORIAL DA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) CULTIVADA EM AMBIENTE DE ÁGUA DOCE E SALGADA¹

L. O. S. REBOUÇAS^{2*}, J. P. V. FIGUEIREDO², A. C. N. MESQUITA², J. SANTOS JÚNIOR², A. P. P. ASSIS²,
M. C. S. CAMPÊLO², J. B. A. SILVA², P. O. LIMA²

¹Recebido em 23/11/2016. Aprovado em 17/05/2017.

²Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, Brasil.

*Autor correspondente: lucaslosr@gmail.com

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar as características físicas e sensoriais da tilápia (*Oreochromis niloticus*), cultivada em ambiente de água doce e salgada. Para atestar a qualidade microbiológica das amostras foi determinado o número mais provável de coliformes a 35°C e 45°C, detecção de *Staphylococcus* spp. e *Salmonella* sp. Para a avaliação física, foram verificados o potencial hidrogeniônico (pH), cor, textura, perda de peso por cocção (PPC) e capacidade de retenção de água (CRA). A análise sensorial foi realizada com 30 provadores treinados, de ambos os sexos e foram avaliados os atributos de cor, sabor, odor, textura e suculência. Houve diferença significativa de pH entre os dois tratamentos ($P>0,05$), bem como CRA e textura. Com relação a cor (L^* , a^* e b^*), os resultados apresentaram uniformidade. Nas análises microbiológicas, as amostras apresentaram resultados inferiores aos estabelecidos pela legislação vigente, estando próprias para o consumo. Nos parâmetros sensoriais, não houve diferenças significativas no sabor, odor, suculência e textura, diferindo apenas a cor. O cultivo da tilápia em ambiente de água salgada proporciona maior pH, capacidade de retenção de água, textura e menor peso por cocção em relação ao cultivo da tilápia em água doce. As características sensoriais de sabor, odor, textura e suculência são semelhantes, no entanto, os provadores preferem a tilápia cultivada em água salgada (comparação pareada).

Palavras-chave: análise sensorial, peixe, salinidade.

PHYSICAL AND SENSORY QUALITY OF TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) REARED IN FRESHWATER AND SALTWATER ENVIRONMENTS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the physical and sensory characteristics of tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in freshwater and saltwater environments. The microbiological quality of the samples was evaluated by determination of the most probable number of coliform bacteria at 35°C and 45°C and by the detection of *Staphylococcus* spp. and *Salmonella* sp. For physical evaluation, the pH, color, texture, cooking loss, and water-retention capacity (WRC) were determined. Sensory analysis was performed by 30 trained tasters of both sexes and the following attributes were evaluated: color, flavor, odor, texture, and juiciness. There was a significant difference in pH between the two treatments ($P>0.05$), as well as in WRC and texture. The findings were uniform in terms of color (L^* , a^* and b^*). The results of microbiological analysis were lower than those established by the current legislation, with the samples being adequate for consumption. No significant differences were observed in the sensory parameters, except for color. Rearing tilapia in a saltwater environment resulted in greater pH and WRC, better texture, and less cooking losses than freshwater-reared tilapia. The sensory characteristics flavor, odor, texture and juiciness are similar, but tasters prefer saltwater-reared tilapia (paired comparison).

Keywords: sensory analysis, fish, salinity.

INTRODUÇÃO

A tilápia (*Oreochromis sp.*) foi introduzida no Brasil em meados do século passado com caráter experimental, porém, apenas em 1971 foi implementado pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) um programa oficial de produção de alevinos para povoamento dos reservatórios públicos do Nordeste (TAVARES e PALHARES, 2011). Segundo KUBITZA (2011), a espécie está entre as mais produzidas no mundo, e no Brasil a produção passou de 12 mil toneladas em 1995, para 133 mil toneladas em 2009.

No Brasil, especificamente na região Nordeste, o cultivo da tilápia está sendo uma alternativa ao cultivo do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*), devido ao surto da mancha branca que tem devastado grandes áreas de cultivo e abalando o setor, carcinicultores viram no cultivo da tilápia uma alternativa à crise.

Como a tilápia é considerada uma espécie rústica, tolerando grandes variações de salinidade, está sendo comum a ocupação de áreas destinadas à produção de camarão por cultivos de tilápia. A infraestrutura instalada para o cultivo do camarão pode ser também, utilizada em cultivos consorciados (policultivo de camarão e tilápia) ou mesmo em monocultivo de tilápias, com mínimas adaptações nos viveiros ou no manejo de cultivo (KUBITZA, 2011; CANDIDO *et al.*, 2006).

Um dos principais parâmetros do cultivo relacionados ao sabor do pescado é a salinidade, onde espécies cultivadas em ambientes de água doce têm menos sabor característico à pescado que as cultivadas em água salgada, devido a pressão osmótica ser menor nas espécies de água doce. Existindo assim menores quantidades de componentes extratáveis de baixo peso molecular responsáveis pelo sabor, como os aminoácidos livres que são solúveis em água ou na saliva no momento da mastigação, influenciando em um sabor mais intenso e característicos (MADRID, 2011). Além disso, culturalmente existe uma maior preferência por peixes de água salgada, devido a presença de sabores (*off flavor*) descritos pelos consumidores como sabor de “terra” ou “mofo” comum nos peixes de água doce. No entanto, vários estudos mostram que a presença de *off flavor* do tipo “terra” e “mofo” está relacionado com a qualidade da água onde os peixes habitam (MILLER *et al.*, 1999; PERSSON, 1984).

As características específicas do ambiente de cultivo, como salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, promovem o surgimento de várias

espécies de actinomicetos e cianobactérias sintetizadoras de 2-metilisborneol (MIB) e geosmina (GEO), compostos que alteram negativamente o sabor e o odor de filés de peixes que passam a apresentar os sabores descritos anteriormente (MILLER *et al.*, 1999).

Mediante o exposto, o objetivo do estudo foi comparar as características físicas e sensoriais de tilápias cultivadas em ambientes de água doce e água salgada.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 30 tilápias (*Oreochromis niloticus*) oriundas de dois cultivos comerciais distintos, sendo 15 tilápias cultivados em água doce (salinidade 0 ppm) em sistemas de tanque-rede, e 15 tilápias cultivados em água salgada (salinidade 30 ppm) em viveiros escavados de sistema consorciado com camarão, ambos da cidade de Apodi, RN. Os peixes utilizados, em ambos os cultivos, possuíram o mesmo período de cultivo (6 meses) e a dieta fornecida foi a mesma, com ração comercial indicada para a espécie e comumente utilizada pelos produtores da região. Após a despesca, os peixes foram padronizados com peso aproximado de 1 kg, abatidos através de choque térmico, acondicionados em caixas isotérmicas com gelo na proporção 1:1 (gelo/peixe) e transportados ao Laboratório de Análises Sensoriais e Instrumentais de Carnes, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, para realização das análises.

A verificação da qualidade microbiológica do produto a ser ofertado nos sistemas, foram realizadas análises microbiológicas utilizando a metodologia proposta pela Instrução Normativa 62/ 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003) para identificar a presença de *Staphylococcus spp.*, Coliformes a 35°C e 45°C e *Salmonella sp.* Os resultados das análises microbiológicas foram expressos em UFC/g para *Staphylococcus spp.* e em NMP/g para Coliformes a 35°C e 45°C.

O potencial hidrogeniônico (pH) foi realizado em triplicata por meio de potenciômetro digital (HANNA©) acoplado a um eletrodo de penetração. A medida da cor foi realizada em triplicata utilizando-se o espectrofotômetro portátil (MINOLTAC©), programado com o sistema CIELab, onde foram mensurados, os parâmetros, L* correspondente à luminosidade, a* ao teor de vermelho e b* ao teor de amarelo (SANTOS *et al.*, 2008).

Para determinar a capacidade de retenção de água (CRA), 0,5g da tilápia foi colocado em papéis filtro circulares e dispostos entre duas placas de vidro sob um peso de 5 kg durante 5 minutos, logo após a CRA foi determinada e expressa em porcentagem através da diferença de peso (inicial e final) (HAMM, 1960). Para perda de peso pós cocção (PPC) as amostras foram mantidas em temperaturas de 4°C durante 24 horas, logo após pesadas em amostras de aproximadamente 30 gramas, embaladas individualmente em folhas de papel alumínio, dispostos em um *grill* pré-aquecido à 170°C até atingir 80°C no centro geométrico das amostras, que foi verificada com auxílio de termômetro digital de penetração. Logo após a cocção às amostras foram secas com auxílio de papel toalha e a PPC determinada e expressa em porcentagem através da diferença de peso (inicial e final) (WARRIS, 2003).

A força de cisalhamento foi medida por meio de um texturômetro (TA-XT-125), acoplado ao dispositivo Warner-Bratzler (HDP/WBV), o qual expressa a força em kgf/cm². Foram utilizadas as mesmas amostras da determinação da PPC, e sua avaliação foi realizada em triplicata.

Para a análise sensorial, cada amostra foi padronizada em aproximadamente 20 gramas e codificada com três letras aleatórias (MEILGAARD *et al.*, 1991). Durante a análise, cada amostras de tilápia foi embalada em papel alumínio e em seguida passaram pelo processo de cocção em *grill* até atingir 75°C em seu interior. As amostras foram servidas em pratos descartáveis, acompanhadas de bolacha cream cracker e água mineral. Participaram do teste 30 provadores treinados, de ambos os sexos, com idade variando entre 23 a 49 anos. Os provadores avaliaram as 2 amostras servidas de forma aleatória, os quais foram orientados a limpar o paladar entre uma amostra e outra, para diminuir a interferência entre as análises. Foram analisados os aspectos qualitativos, como os atributos de sabor, odor, cor, textura e suculência e aceitação global. Para os registros dos julgamentos, foi utilizada uma

escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde para cada aspecto avaliado da ficha de avaliação era preenchida com notas de 1 a 9, sendo 1 referente a desgostei muitíssimo e 9 gostei muitíssimo. Para analisar a preferência dos consumidores pelas amostras foi realizado um teste de comparação pareada.

Foi observado a normalidade e homocedasticidade dos dados das análises físicas e sensoriais, e em seguida foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste t ao nível de 5% de significância, com o auxílio do programa SISVAR 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade microbiológica é imprescindível em uma análise sensorial. Para tanto, foi realizado uma análise microbiológica prévia nas amostras para garantir a segurança dos provadores (Tabela 1).

Os padrões microbiológicos sanitários de alimentos são regulados pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) na Resolução RDC N° 12 de 2 de janeiro de 2001. Observou-se que todas as amostras analisadas estiveram dentro dos limites propostos pela legislação vigente para pescado fresco para Coliformes a 45°C e *Salmonella* sp. No que diz respeito às análises de Coliformes a 35° e 45° C, foram observados valores iguais (< 3) para todas as amostras, sendo este valor inferior ao estabelecido pela legislação brasileira (5x10) (Brasil, 2001). Verificou-se ausência de *Salmonella* sp., em todas as amostras, conforme estabelecido, uma vez que a legislação exige ausência de *Salmonella* sp. a cada 25 g de produto como requisito de segurança alimentar para o pescado (BRASIL, 2001). Não foi encontrado *Staphylococcus* spp. em nenhuma amostra analisada. Deste modo, os resultados evidenciaram a manipulação adequada na captura, processamento e exposição em condições adversas quanto ao tempo/temperatura e a qualidade das

Tabela 1. Análise microbiológica de tilápias (*Oreochromis niloticus*), provenientes do cultivo em água doce e água salgada

Cultivo	Coliformes à 35°C (NMP/g)	Coliformes à 45°C (NMP/g)	<i>Staphylococcus</i> spp. (UFC/g)	<i>Salmonella</i> sp.
Água doce	< 3	< 3	< 1,0 x 10 ¹	Ausente
Água salgada	< 3	< 3	< 1,0 x 10 ¹	Ausente

amostras de tilápia que posteriormente foram servidas na análise sensorial.

Os resultados das análises físicas nas amostras *in natura* nos dois tratamentos pode ser verificado na Tabela 2. O pH das amostras de tilápia cultivada em água doce obtiveram média inferior às cultivadas em água salgada ($P < 0,05$). Segundo SOARES e GONÇALVES (2012), o tempo entre a captura e o abate pode influenciar no pH do animal, pois quanto mais rápido o abate menor o nível de glicogênio utilizado, consequentemente haverá maior acúmulo de ácido láctico, produzido por via anaeróbica, baixando os valores do pH. No presente estudo, as amostras de tilápia cultivada em água doce foram provenientes de cultivo em tanque-rede, onde ocorre um maior estresse na despesca ocorrido pelo maior tempo entre captura e abate, devido à distância dos tanques-rede ao galpão de processamento, explicando os valores mais baixos de pH.

Tabela 2. Análises físicas de tilápias (*Oreochromis niloticus*), provenientes do cultivo em água doce e em água salgada

Parâmetro	Cultivo	
	Água doce	Água salgada
pH	5,91 ± 0,00 b	6,22 ± 0,05 a
L*	53,33 ± 2,46 a	53,99 ± 3,20 a
a*	-0,39 ± 3,15 a	-0,62 ± 0,93 a
b*	4,91 ± 5,39 a	9,10 ± 2,82 a
CRA (%)	53,00 ± 1,00 b	59,67 ± 2,08 a
PPC (%)	29,00 ± 1,61 a	24,67 ± 1,79 b
FC (kgf/cm ²)	1,45 ± 0,09 b	1,92 ± 0,06 a

L*: luminosidade; a*: coordenada vermelho/verde; b*: coordenada amarelo/azul; CRA: capacidade de retenção de água; PPC: peso pós cocção; FC: força de cisalhamento.

Valores seguidos de mesma letra nas linhas não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste de Student (média ± DP, n=3).

A capacidade de retenção de água (CRA) é diretamente influenciada pelo pH do músculo. Segundo CARNEIRO *et al.* (2013), com o aumento do pH no músculo as proteínas se afastam do seu ponto isoelétrico, resultando em aumento da carga líquida negativa e, consequentemente, aumento da repulsão eletrostática entre elas, que favorece a retenção de água no produto. Este comportamento foi observado no presente trabalho, em que as amostras de tilápia cultivada em água salgada, na qual tiveram pH superior, também demonstraram maior CRA ($P < 0,05$).

Na perda de peso pós-cocção (PPC), as amostras de água doce demonstraram maior perda após a cocção (29,00%) ($P < 0,05$), corroborando com os resultados de SIMÕES *et al.* (2007). A perda de peso pós-cocção é influenciada pela capacidade de retenção de água, quanto maior a CRA menor será a PPC das amostras (BOUTON *et al.*, 1971). Segundo FREIRE *et al.*, (2016), relataram que no processo de cocção várias características são alteradas, como os teores de gordura e umidade, influenciando no rendimento final.

Em relação a textura, foi possível observar que a tilápia cultivada em água salgada apresentou maior força de cisalhamento do que a tilápia cultivada em água doce, em que foi necessário uma maior aplicação de força para o corte. Segundo BAINY *et al.* (2015), a textura está diretamente ligada ao pH, quanto menor o pH mais rígida será a carne, pois com a acidez do pH ocorre a desnaturação das proteínas, diminuindo a capacidade de retenção de água, resultando em uma carne mais rígida. Tal comportamento não foi identificado em nosso estudo, em que as amostras de tilápia cultivada em água doce que obtiveram um menor valor de pH, foi caracterizada por ser uma carne mais macia.

Não houve diferença significativa nos parâmetros de cor (L*, a* e b*) entre tilápia cultivada em água doce ou salgada ($P > 0,05$). Os valores de luminosidade (L*) foram em média 53,33, o teor de vermelho (a*) de -0,39 a -0,62, e o teor de amarelo (b*) entre 4,91 a 9,10, semelhantes aos encontrados por LIMA *et al.* (2015) em tilápias da mesma espécie cultivadas em tanques-rede.

Os perfis sensoriais para as amostras analisadas estão apresentados na Figura 1, mostrando que a tilápia cultivada em água salgada teve médias nos atributos sensoriais superiores a tilápia cultivada

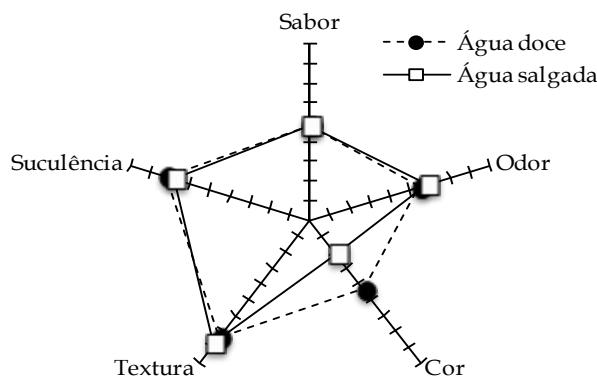


Figura 1. Análise sensorial de tilápias (*Oreochromis niloticus*), provenientes do cultivo em água doce (AD) e água salgada (AS).

em água doce, embora tenha sido observado diferenças significativas no atributo cor. Foi observada semelhança no sabor, odor, textura e succulência ($P>0,05$), no entanto, na cor houve diferença significativa ($P<0,05$), a tilápia de água salgada obteve maior nota comparada a tilápia de água doce (Tabela 3).

Tabela 3. Análise sensorial de tilápias (*Oreochromis niloticus*), provenientes do cultivo em água doce e em água salgada

Características	Cultivo	
	Água doce	Água doce
Sabor	4,82 ± 2,29 a	4,82 ± 2,38 a
Odor	5,46 ± 2,65 a	5,90 ± 2,60 a
Cor	4,36 ± 2,09 a	2,15 ± 1,65 b
Textura	7,39 ± 1,62 a	7,78 ± 0,95 a
Suculência	7,21 ± 1,87 a	6,78 ± 2,14 a
Aceitação global	6,25 ± 1,55 a	6,95 ± 0,75 a

Valores seguidos de mesma letra nas linhas não diferem significativamente ($P>0,05$) pelo teste de Student (média ± DP, n=30).

Segundo BIATO (2005), tanto o pescado cultivado em água doce como o cultivado em água salgada, são muito suscetíveis à absorção de substâncias químicas presentes em seu ambiente, no entanto, essa absorção é mais acentuada em pescado de água doce, pela maior permeabilidade através das brânquias. O autor ainda relatou que substâncias provenientes das elevadas taxas de arraçoamento e decomposição algal (como a Geosmina) podem causar alterações no gosto e odor. Entretanto, no presente trabalho as amostras de tilápia de água doce e salgada foram semelhantes no sabor e odor ($P>0,05$).

Em relação a preferência dos consumidores, no teste de comparação pareada, 64% dos provadores preferiram tilápia cultivada em água salgada e 36% dos provadores preferiram tilápia cultivada em água doce (Figura 2). BARBOSA (2008) comparando a aceitação sensorial do filé de tilápia com dois outros filés comerciais de peixes de água salgada (merluza e badejo) demonstrou boa aceitação, onde o filé de tilápia mostrou equivalência aos filés de badejo e merluza quanto à aceitação sensorial.

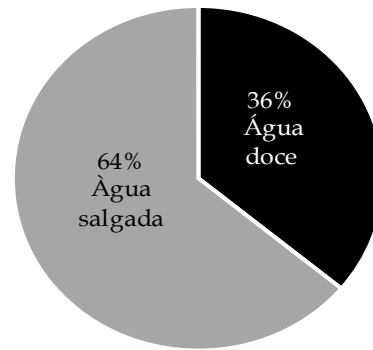


Figura 2. Preferência dos provadores para tilápia cultivada em água doce ou água salgada (comparação pareada).

CONCLUSÃO

O cultivo da tilápia em ambiente de água salgada proporciona maior pH, capacidade de retenção de água, textura e menor peso por cocção em relação ao cultivo da tilápia em água doce. As características sensoriais de sabor, odor, textura e succulência são semelhantes, no entanto, os provadores preferem a tilápia cultivada em água salgada (comparação pareada).

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Análise Instrumental e Sensorial (LANIS) e ao Laboratório de Produtos de Origem Animal (LIPOA) da Universidade Federal Rural do Semiárido.

REFERÊNCIAS

- BAINY, E.M.; BERTAN, L.C.; CORAZZA, M.L.; LENZI, M.K. physical changes of tilapia fish burger during frozen storage. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v.33, p.155-160, 2015. <https://doi.org/10.5380/cep.v33i2.47171>
- BARBOSA, A.C.B.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; AFFONSO, P.R.A.M.; CARNEIRO, J.C.S.; ROCHA, L.G.; CARNEIRO, J.D.S. Desempenho e avaliação sensorial de duas linhagens de tilápia do Nilo. *Revista Científica de Produção Animal*, v.10, p. 50-59, 2008.
- BIATO, D.O. *Deteção e controle do off flavor em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio*

- de depuração e defumação.** 2005. 105p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, 2005. <https://doi.org/10.11606/d.11.2005.tde-19052005-141438>
- BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R. Effects of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. **Journal of Food Science**, v.36, p.435-439, 1971. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1971.tb06382.x>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial [da] União**, Brasília-DF, 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. Seção 1, nº7-E. p.45-53. 10 jan. 2001.
- CANDIDO, A.S.; MELO JÚNIOR, A.P.; SANTOS, C.H.D.A.; COSTA, H.J.M.S.; IGARASHI, M.A. Policultivo do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) com tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.9, p. 9-14, 2006.
- CARNEIRO, S.C.; MARSICO, E.T.; RIBEIRO, R.O.R.; CONTE JÚNIOR, C.A.; ALVARES, T.S.; JESUS, E.F.O. Studies of the effect of sodium tripolyphosphate on frozen shrimp by physicochemical analytical methods and Low Field Nuclear Magnetic Resonance (LF 1H NMR). **LWT - Food Science and Technology**, v.50, p. 401-407, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.09.009>
- FREIRE, B.C.F.; SOARES, K.M.P.; COSTA, A.C.A.A.; SOUZA, A.S.; SILVA, L.K.C.; GÓIS, V.A.; BEZERRA, A.C.D.S.; GOMES H.A.N. Qualidade de camarão (*Litopenaeus vannamei*) minimamente processado. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.10, p.10-15, 2016. <https://doi.org/10.21708/avb.2016.10.2.5543>
- HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research Cleveland**, v.10, p. 435-443, 1960.
- KUBITZA, F.O. Cultivo de tilápia no Brasil: origens e cenário atual status atual e as tendências da tilapicultura no Brasil. **Revista Panorama da Aquicultura**, v.21, p.1019, 2011.
- LIMA, D.P.; FUZINATTO, M.M.; ANDRETTO, A.P.; BRACCINI, G.L.; MORI, R.H.; MENDONÇA, S.N.T.G.; OLIVEIRA, C.A.L.; VARGAS, L. Physical, chemical and microbiological quality of fillets and mechanically separated meat, and sensory evaluation of fillets of Nile Tilapia treated with homeopathic product. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v.9, p. 738-744, 2015. <https://doi.org/10.5897/ajpp2015.4318>
- MADRID, R.M. ¿Se puede modificar el sabor del pescado? **Infopesca Internacional**, v.48, p.19-24, 2011.
- MEILGAARD, G.; CIVILLE, V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 2end. Boca Ratón: CRC Press, 1991.
- MILLER, D.; CONTE, E.D.; SHEN, C.Y.; PERSCHBACHER, P.W. Colorimetric approach to cyanobacterial oof-flavor detection. **Water Science Technology**, v.40, p.165-169, 1999. [https://doi.org/10.1016/s0273-1223\(99\)00553-3](https://doi.org/10.1016/s0273-1223(99)00553-3)
- PERSSON, P.E. Uptake and release of environmentally occurring odorous compounds by fish. **Water Research**, v.18, p.1263-1271, 1984. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(84\)90031-9](https://doi.org/10.1016/0043-1354(84)90031-9)
- SIMÕES, M.R.; RIBEIRO, C.F.A.; RIBEIRO, S.C.A.; PARK, K.J.; MURR, F.E.X. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p.608-613, 2007. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612007000300028>
- 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. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.2289-2300, 2012. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n6p2289>
- TAVARES, G.C.; PALHARES, M.M. Epidemiologia, diagnóstico e controle das principais bacterioses que afetam a tilapicultura no Brasil. **Revista veterinária e zootecnia em Minas**, v.12, p.34.39, 2011.
- WARRIS, P.D. **Ciência de la Carne**. Acribia: Zaragoza, 2003.