

## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 22/09/2023.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP –CAUNESP**

**Efeito do AQUATE MQ<sup>MT</sup> no desempenho  
produtivo e qualidade do filé de tilápia-do-  
Nilo (*Oreochromis niloticus*) produzida em  
tanque-rede**

**Marcio Kazuaki Kishimoto**

Zootecnista

**JABOTICABAL – SÃO PAULO**

**2022**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP –CAUNESP**

**Efeito do AQUATE MQ<sup>MT</sup> no desempenho  
produtivo e qualidade do filé de tilápia-do-  
Nilo (*Oreochromis niloticus*) produzida em  
tanque-rede**

**Marcio Kazuaki Kishimoto**

**Orientador: Prof. Dr. Leonardo Susumu Takahashi**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-graduação em  
Aquicultura como parte das  
exigências para a obtenção do  
título de Mestre em Aquicultura.

**JABOTICABAL – SÃO PAULO**

**2022**

K61e Kishimoto, Marcio Kazuaki  
Efeito do AQUATE MQ<sup>MT</sup> no desempenho produtivo e qualidade do filé de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) produzida em tanque-rede / Marcio Kazuaki Kishimoto. – – Jaboticabal, 2022  
41 p. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2022

Orientador: Leonardo Susumu Takahashi

Banca examinadora: Dariane Beatriz Enke, Rodrigo Yukihiro Gimbo

Bibliografia

1. Minerais na nutrição animal. 2. Controle de qualidade. 3. Tilápia-do-Nilo. I. Título. II. Jaboticabal-Centro de Aquicultura.

CDU 639.3.43

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP  
Campus de Jaboticabal/SP - Karina Gimenes Fernandes - CRB 8/7418

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA TESE:** Efeito do AQUATE MQ no desempenho produtivo e qualidade do filé de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) produzida em tanque-rede

**AUTOR:** MARCIO KAZUAKI KISHIMOTO

**ORIENTADOR:** LEONARDO SUSUMU TAKAHASHI

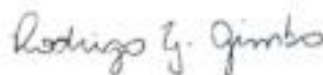
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AQUICULTURA, pela Comissão Examinadora:



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



Profa. Dra. DARIANE BEATRIZ SCHOFFEN ENKE (Participação Virtual)  
Curso de Engenharia de Pesca / FCAVR/Unesp, Registro-SP



Prof. Dr. RODRIGO YUKIHIRO GIMBO (Participação Virtual)  
Universidade Nilton Lins, Centro Universitário Nilton Lins, Manaus-AM

Jaboticabal, 22 de setembro de 2022

## EPÍGRAFE

*“Mesmo que vocês parem no caminho e se acovardem, vocês não vão parar o  
fluxo do tempo, não fiquem tristes pelo fato de que nós todos estamos  
alcançando o fim.”*

**Rengoku Kyojuro- Demon Slayer**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a todos envolvidos nessa trajetória ao longo dos dois anos. Pessoas que de alguma forma me ajudou a crescer tanto pessoalmente como profissionalmente.

A minha família, em especial meus pais Lúcia e Maurício que me apoiaram e deram confiança em minha trajetória, confiando no meu propósito. A minha irmã Yumi por me entender e me dar dias de alegria e felicidade sempre!!

Karen D. Prada ao amor da minha vida, por me apoiar, escutar, chorar, rir e ser a pessoa que estava em todos os momentos mais importantes de alegria e tristeza. “Aonde um mimi for o outro vai junto “

Equipe do laboratório de tilapicultura do Centro de Aquicultura da Unesp - CAUNESP Jaboticabal, pelo apoio nas coletas e auxílio durante esse tempo. Aos amigos que fiz durante esse tempo na cidade de Jaboticabal, Thaise Mota, Thayse Michielin, Pietra Malumbres e Luiz Fernando.

República Canekão - Jaboticabal lugar que me acolheu durante o período do mestrado. A república Éter na mente - Dracena por me acolher e ser meus companheiros também em momentos mais cruciais e decisivos, durante a época de graduação e final do mestrado. Para todos os moradores desses lugares, a irmandade e carinho irão sempre permanecer.

Gabriela Carli e Paulinho Tahara por me acompanhar nas coletas e análises do projeto, ser minha amiga, escutar sobre a vida e me acompanhar durante dia a dia de análises no laboratório e passar os perrengues junto.

Piscicultura R-Fish do grupo Realiza de Uberlândia-MG por ter aberto as portas para a realização do projeto e em especial ao Luiz, José Humberto e ao André Bernardino e equipe da piscicultura.

A Carol Vasconcelos e Luciana Lacerda, por acompanhar o projeto e ajudar a desenvolver a ideia.

A Thayna Garcia (Na-dela) por me acompanhar e ser amiga pra todas as horas.

Ao Prof. Leonardo Takahashi, pelo apoio, paciência e orientação acadêmica.

À empresa Alltech pela doação do aditivo Aquate MQ<sup>MT</sup>.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Enfim deixo meus sinceros obrigado a todos que me ajudaram nessa trajetória.

Obrigado!

## RESUMO

Micronutrientes são essenciais aos peixes, atuam de forma direta e indireta no metabolismo, e conforme disponibilizados na dieta em doses e combinações diferentes podem alterar a homeostase metabólica dos peixes, refletindo no desempenho produtivo e qualidade do pescado. O presente estudo teve como objetivo avaliar a suplementação dietética de um blend de microminerais orgânicos (Zn, Fe, Cu, Mn, Se e Cr), glucomananas, mananas e ácido docosahexaenóico (DHA) no desempenho zootécnico e análises físico-químicas de filés da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) produzidas em tanque-rede. Foram avaliados dois níveis de inclusão do Aquate MQ<sup>MT</sup> (0,0 e 1,5%) e dois períodos de alimentação (7 e 15 dias) anteriores ao abate. Após o período de alimentação com as dietas experimentais, foram coletados aleatoriamente 60 exemplares de tilápia-do-Nilo previamente distribuídos em 20 tanque-rede. Nessa captura foi realizada a biometria dos peixes, e em seguida a retirada dos filés. Após a filetagem os filés foram armazenados em sacos plásticos, mantidos sobre refrigeração em caixas de isopor com gelo e transportados para realização das análises de qualidade. Foram avaliados o desempenho produtivo e variáveis físico-químicas da qualidade de filés, como: *cooking loss*, capacidade de retenção de água, *drip loss*, potencial hidrogênico, rendimento de filé, textura, lipoperoxidação na musculatura branca e vermelha e concentração de bases nitrogenadas voláteis. Os resultados foram submetidos a ANOVA, tendo como fatores os níveis de Aquate MQ<sup>MT</sup> e períodos de alimentação, seguido pelo teste de Tukey. Com a inclusão de 1,5% do Aquate MQ<sup>MT</sup> houve diferença ( $p < 0,05$ ) no peso final ( $1,91 \pm 0,14$  kg), no ganho de peso diário ( $11,32 \pm 1,25$  g), mas sem diferença ( $p > 0,05$ ) na taxa de crescimento específico. Nas variáveis de qualidade do filé foram observadas diferenças ( $p < 0,05$ ) no *cooking loss* ( $14,11 \pm 1,51\%$ ), na capacidade de retenção de água ( $82,98 \pm 4,12\%$ ) e no *drip loss* ( $2,97 \pm 1,22\%$ ), para o potencial hidrogênico (pH) ( $6,46 \pm 0,11$ ) e na concentração de bases nitrogenadas voláteis ( $12,71 \pm 1,63$ ) não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ). Analisando tais resultados, podemos concluir que a estratégia pré-abate teve resultado positivo melhorando a qualidade físico-química do filé e desempenho zootécnico da tilápia-do-Nilo.

**Palavras-chave:** suplementação, qualidade do filé, minerais, nutrientes *Oreochromis niloticus*.

## ABSTRACT

Micronutrients are fish, directly and indirectly in the metabolism of fish, contributing to the diet with doses and different qualities of metabolism can change quality homeostasis, reflecting on productive performance and fish quality. The study aimed to evaluate the supplementation of organic dietary microminerals (Zn, Fe, Cu, Mn, Se and Cr), glucomannans, mannans and docosahexaenoic acid (DHA) on the zootechnical and physicochemical performance of hilt tilapia fillets (*Oreochromis niloticus*) is sent in a net-tank. There were two levels of inclusion of Aquate MQMT (0.0 and 1.5%) and two feeding periods (7 and 15 days) prior to slaughter. After the experimental feeding period, 60 previously disclosed Nile specimens were randomly sent as a tank. In this capture, the biometrics of the fish were performed, and then the files were removed. filleting the plastics were stored in bags, the material on the vehicle in hold boxes and transported to make the quality ice pieces. They were the productive performance and physico-chemical variables of fillet quality, such as: cooking loss, water yield capacity, water yield loss, drip loss, texture, white and red musculature chemistry and base concentration. volatile nitrogen. The results were provided by ANOVA, factoring in Aquate MQMT levels and feeding periods, followed by Tukey's test. With the inclusion of 1.5% of Aquate MQMT, there was a difference ( $p < 0.05$ ) in the final weight ( $1.91 \pm 0.14$  kg), in the daily weight gain ( $11.32 \pm 1.25$  g), but no difference ( $p > 0.05$ ) in the specific growth rate. In the fillet quality variables, differences ( $p < 0.05$ ) were observed without loss of cooking ( $14.51 \pm 1\%$ ), in the ability to evaluate water ( $82.98 \pm 4.12\%$ ) and without loss of cooking. ( $2.97 \pm 1.22\%$ ), for the hydro potential (pH) ( $6.46 \pm 0.11$ ) and in the concentration of volatile nitrogenous bases ( $12.71 \pm 1.63$ ) no differences were observed ( $p > 0.05$ ). Analyzing these results, it was possible to achieve a positive pre-result strategy to improve the chemical quality of the fillet and the zootechnical performance of the Nile quality.

**Keywords:** supplementation, fillet quality, minerals, nutrients *Oreochromis niloticus*.

## **1. INTRODUÇÃO**

A produção mundial de pescado alcançou em 2018 aproximadamente 179 milhões de toneladas, sendo o setor que mais cresceu comparado a outros setores de produção de alimentos (FAO et al., 2020). O Brasil produziu em 2021, 802.930 toneladas, como mostra o levantamento da Associação Brasileira da Piscicultura (PEIXE BR, 2020). O Brasil apresenta um grande potencial para a prática da piscicultura, possuindo como características: clima favorável, mão de obra abundante, crescimento do pescado e espécies nativas que apresentam resultados interessantes no desempenho zootécnico (TROMBETA et al., 2020).

A produção de peixes no Brasil tem passado ao longo do tempo por uma série de mudanças e adaptações à novas tecnologias, que tem garantido um ganho de rentabilidade econômica e produtividade (BRABO et al., 2016; CARDOSO et al., 2016; PENHA et al., 2018). O setor de produção de pescado tenta aperfeiçoar os sistemas de produção, aliando-se com pesquisas científicas, abertura de linhas de crédito e melhor entendimento da legislação ambiental (SILVA, 2008).

A tilápia-do-Nilo possui inúmeras características, como resistência a doenças e pragas, adaptabilidade de cultivo, tolerância a temperaturas de 12 a 36°C, bom desempenho zootécnico e rápido ciclo de reprodução, sabor leve e suave na carne e baixo teor de gordura (SENAR, 2018). Sendo também destaques a textura firme, ausência de espinhos intramusculares e carne branca (SOUZA e MARANHÃO, 2001).

O pescado é reconhecido como um ótimo alimento devido a sua alta qualidade e quantidade de proteínas, aminoácidos essenciais, além de vitaminas, minerais e ácidos graxos essenciais (ômega 3), notoriamente também é conhecido por vários benefícios como redução de níveis inflamatórios, diminuição de doenças vasculares, entre outras (SARTORI e AMANCIO, 2012). A intensificação da aquicultura e o constante crescimento levou ao uso de dietas balanceadas que atendam às exigências nutricionais do organismo. Nos atuais sistemas de criação dos peixes, a alimentação natural não consegue atender as exigências nutricionais, sendo necessário o fornecimento de alimento exógeno como uma dieta balanceada, (CYRINO et al., 2010).

Os peixes, assim como os animais terrestres necessitam de minerais, proteínas e fontes de energia para um bom crescimento e desenvolvimento (LOVELL, 1991). No Brasil existem muitas pesquisas relacionando o efeito nutricional de minerais em dietas para peixes, reforçando a necessidade de uma pesquisa mais aprofundada sobre nutrição mineral e os benefícios zootécnicos. Sendo assim um desafio na piscicultura é associar a nutrição animal, para atender as exigências nutricionais dos peixes e apresentar ao consumidor um produto com elevado padrão de qualidade.

## **6. CONCLUSÃO**

A inclusão do Aquate MQ™ em dietas como estratégia de alimentação pré-abate com o nível de inclusão de 1,5% Aquate MQ™ no período de 7 e 15 dias, apresentou resultado positivo contribuindo na qualidade físico-químicos dos filés de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), assim como desempenho zootécnico, sendo que os melhores resultados foram na suplementação por 15 dias.

## 7. REFERÊNCIAS

- AHMED, A.R., JHA, A.N., DAVIES, S.J. The efficacy of chromium as a growth enhancer for mirror carp (*Cyprinus carpio* L): an integrated study using biochemical, genetic, and histological responses. **Biol. Trace Elem. Res.** 148, 187–197, 2012.
- ALVES, L. R. **Qualidade de carne suína**. 1. efeito do gene halotano sobre a deposição de gordura intramuscular. 2. efeito da suplementação com minerais no pré-abate. 2011. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Uberlândia, Universidade de Uberlândia, Uberlândia, 2011.
- ANDREWS, S. R.; SAHU, N. P.; PAL, A. K.; KUMAR, S. Haematological modulation and growth of *Labeo rohita* fingerlings: effect of dietary mannan oligosaccharide, yeast extract, protein hydrolysate and chlorella. **Aquaculture research** , v. 41, n. 1, p. 61-69, 2009
- BAKER, J. T. P. Histological and electron microscopical observations on copper poisoning in the winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*). **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v. 26, p. 2785-2793, 1969.
- BELTRÁN, J. A.; JAIME, I.; SANTOLARIA, P.; SAÑUDO, C.; ALBERTI, P.; RONCALÉS, P. Effect of stress-induced high post-mortem pH on protease activity and tenderness of beef. *Meat Sci.*, v. 45, n. 2, p. 201-207, 1997.
- BEVERIDGE, Malcolm CM. **Cage aquaculture**. John Wiley & Sons, 2008.
- BELADA, M.C.R. e CAMPOS, M.A.P. 1991 Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada. **Ciênc.Tecnol. Aliment.**, 11: 5-3
- BONKOVSKY, H.L. Iron and liver. **American Journal of Medical Sciences**, v.301, p. 31-43, 1991.
- BOIAGO, M.M. **Microminerais complexados a moléculas orgânicas sobre aspectos produtivos e qualitativos da carne de frangos de corte criados sob condições de estresse térmico**. 71f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.
- BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHORSE, W.R. Effects of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. **Journal of Food Science**, v.36, p.435-439. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1971.tb06382.x>, 1971.
- BRABO, M.F. et al. Viabilidade econômica da piscicultura em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Tucurí, Estado do Pará. **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2013.

BRABO, M. F., PEREIRA, L. F. S., FERREIRA, L. A., COSTA, J. W. P., CAMPELO, D. A. V., VERAS, G. C. (2016). A cadeia produtiva da aquicultura no Nordeste paraense, Amazônia, Brasil. **Informações Econômicas**, 46(4), 16-26, 2016.

BURGER, J. Fishing, fish consumption, and awareness about warnings in a university community in central New Jersey in 2007, and comparisons with 2004. **Environmental Research**, 108(1): 107-116, 2008.

BURR, G.; HUME, M.; NEILL, W. H.; GATLIN III, D. M. Effects of prebiotics on nutrient digestibility of a soybean-meal-based diet by red drum *Sciaenops ocellatus* (Linnaeus). **Aquaculture Research**, v. 39, n. 15, p. 1680-1686, 2008.

CASTRO, D. A. D. **Perdas de água em file de pescado do Pantanal**, 2007.

CAMILLI, Giorgio; TABOURET, Guillaume; QUINTIN, Jessica. The complexity of fungal  $\beta$ -glucan in health and disease: effects on the mononuclear phagocyte system. **Frontiers in immunology**, v. 9, p. 673, 2018.

CARDOSO, A. S., EL - DEIR, S. G., CUNHA, M. C. C. **Bases da sustentabilidade para atividade de piscicultura no semiárido de Pernambuco**. Interações, 17(4), 645 – 653 ,2016.

CARMO, J.L.; FERREIRA, D.A.; SILVA JÚNIOR, R.F.; SOUZA SANTOS, R.M.; SOUZA CORREIA, E. Crescimento de três linhagens de tilápia sob cultivo semi-intensivo em viveiros. **Revista Caatinga**, v.21, n.2, p.20-26, 2008.

CARVALHO, Edmir Daniel; CAMARGO, André Luiz Scarano; ZANATTA, Augusto Seawright. Desempenho produtivo da tilápia do Nilo em tanques-rede numa represa pública: modelo empírico de classificação. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1616-1622, 2010.

CONTE, L. **Produtividade econômica da tilapicultura em gaiolas na região sudoeste do estado de São Paulo: Estudos de casos**. São Paulo. 59p. (Dissertação de Mestrado em Agronomia. Universidade de São Paulo), 2002.

CARRIQUIRIBORDE, P., HANDY, R.D., DAVIES, S.J. Physiological modulation of iron metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low and high iron diets. **Journal of Experimental Biology**, v.207, p.75–86, 2004.

CHIRANJIB, D.B.; KUMAR, K.P.S. A potential medicinal importance of zinc in human health and chronic disease. **International Journal of Pharmacy and Biomedical Sciences**, v.1, n.1, p.5-11, 2010.

CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. -São Paulo: TecArt, 533p, 2004.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, J. A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 68-87. Do peso corporal. *Acta Scientiarum* 23, 897-901, 2010.

DEVLIN, T.M. **Manual de bioquímica com correlações químicas**. 4 ed, 1007p. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

DIMITROGLOU, A.; MERRIFIELD, D. L.; MOATE, R.; DAVIES, S. J.; SPRING, P.; SWEETMAN, J.; BRADLEY, G. Dietary mannan oligosaccharide supplementation modulates intestinal microbial ecology and improves gut morphology of rainbow trout, (Walbaum). **Journal of animal science** 2009, v. 87, n. 10, p. 3226-3234. EKNATH, A. E.; HULATA, G. Use and exchange of genetic resources of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Reviews in Aquaculture** 1, 197–213, 2009.

DOS SANTOS, Sâmela Keila Almeida et al. Microalga *Schizochytrium* sp. em Rações para Tilápia do Nilo. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 7, p. 75-79, 2015.

FAO. Fishstat plus: Universal Software for Fishery Statistical Time Series, Version .2.3. **FAO** Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistical Unit, Rome, 2011.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture, 2020**.

FAO. -Fishstat plus: Universal Software for Fishery Statistical Time Series, Version .2.3. **FAO** Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistical.

FERNANDEZ, F.; HINTON, M.; GILS, B. V. Dietary mannan-oligosaccharides and their effect on chicken caecal microflora in relation to *Salmonella Enteritidis* colonization. **Avian Pathology** v. 31, n. 1, p. 49-58, 2002.

FERREIRA ALA, MATSUBARA LS. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **RAMB**. 1997; 43(1):61-8.

FLETCHER, D. L. **Broiler breast meat color variation, pH and texture**. **Poultry Science**, v.78, p.1323-1327, 1999.

FOGAÇA, F. O protagonismo do Brasil na produção mundial de pescado. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária** (Embrapa), 2020.

FRASCÁ-SCORVO, C. M.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B. **Comportamento alimentar do matrinxã (*Brycon cephalus*) no período de temperaturas mais baixas**. *Bol. Inst. Pesca*, 27:1-5, 2001.

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 Veterinária Brasileira**, v.10, p.10-15. <https://doi.org/10.21708/avb.2016.10.2.5543>, 2016.

FUJIMOTO, R. Y.; CASTRO, M. P.; MATINS, M. L.; MORAES, F. R.; MONFORT, K. C. Parâmetros sanguíneos de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg,1887), alimentados com dietas suplementadas com cromo trivalente em duas densidades de estocagem. **Acta Science**, v. 29, p. 465-471, 2008.

FURUYA, W. M.; FUJII, K. M.; SANTOS, L. D.; SILVA, T. S. C.; SILVA, L. C. R.; SALES, P. J. P. Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa (MG), v. 37, n. 9, p. 1517-1522, 2008.

FURUYA, W. M. Tabelas brasileiras para nutrição de Tilápias. 21. ed. Toledo: GFM, 100 p, 2010.

GANGULY, S.; DORA, K. C.; SARKAR, S.; CHOWDHURY, S. Supplementation of prebiotics in fish feed: a review. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.23, n. 2, p. 195-199, 2013.

GATLIN III, D. M. Principles of fish nutrition. **Southern Regional Aquaculture Center**, v. 5003, p. 1-8, 2010.

GERMAN, D. P. **Food acquisition and digestion | Digestive Efficiency**. [s.l.] Elsevier Inc. v. 3,2011.

GRAM, L; HUSS, H. H. **Microbiological spoilage of fish and fish products**. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 33, p. 121–13, 1996.

GOES, E. S. R.; LARA, J. A. F.; GASPARINO, E.; GOES, M. D.; ZUANAZZI, J. D. G.; LOPERA-BARRERO, N. M.; RODRIGUEZ, M. P. R.; CASTRO, P. L.; RINEIRO, R. P. Effects of transportation stress on quality and sensory profiles of Nile tilapia fillets. **Scientia Agricola**, v. 75, n. 4, p. 321-328, 2018.

GOES, E. S.R.; GOES, M.D.; CASTRO, P.L.; LARA, J.A.F.; VITAL, A.C.P.; RIBEIRO, R.P. Imbalance of the redox system and quality of tilapia fillets subjected to pre-slaughter stress. **Plos One**, p.1-15, 2019.

GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; KLEEMAN, G. K.; ROCHA, D. F. Efeitos da suplementação da fitase sobre a disponibilidade aparente de Mg, Ca, Zn, Cu, Mn e Fe em alimentos vegetais para Tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2155-2163, 2005.

GONÇALVES, G. S. **Digestibilidade e Exigência de Lisina, Proteína e Energia em Dietas para Tilápia do Nilo**. Jaboticabal; 2007. 98p. Dissertação (Doutorado) – Centro de Aquicultura da Unesp-CAUNESP da Unesp-CAUNESP, Universidade Estadual Paulista, 2007.

- HAMM, R. **Biochemistry of meat hydration**. **Advanced Food Research**, v. 10, p. 33-36, 1960.
- HAMRE, K.; BJØRNEVIK, M.; ESPE, M.; CONCEIÇÃO, E. C.; JOHANSEN, J.; SILVA, J.; HILLESTAD, M.; PRABHU, A. J.; TAYLOR, J. F.; TOCHER, D. R. Dietary micronutrient composition affects fillet texture and muscle cell size in Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture Nutrition**, p.1-9, 2020.
- HARRIS, W.S. 1999 Nonpharmacologic treatment of hypertriglyceridemia: focus on fish oils. **Clin. Cardiol.**, 22(suppl. II): 40-43.
- HAYS, V. W.; SWENSON, M. J. Minerais. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. *Dukes fisiologia dos animais domésticos*. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, p.471-487, 1996.
- HERMES-LIMA, M.; WILLMORE, W. G.; STOREY, K. B. Quantification of lipid peroxidation in tissue extracts based on Fe (III) xylenol orange complex formation. **Free Radical Biology & Medicine**, v.19, p.271-280, 1995.
- HISANO, H.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FREIRE, E. S.; GONÇALVES, G. S.; FERRARI, J. E. C. Zinco e levedura desidratada de álcool como pró-nutrientes para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Animal Sci. J.**, v.26, n.2, p.171-179, 2004.
- HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Sci. Barking**, v. 49, p. 447-457, 1998.
- HONIKEL, K. O. **The water binding of meat**. **Fleischwirtsch**, v. 67, p. 1098-1102, 1987.
- HUSS, H. H. **Assurance of seafood quality**. Rome: FAO. 169 p. (FAO Fisheries Technical Paper, 334), 1994.
- JIANG Z-Y, WOOLLARD ACS, WOLFF SP. Lipid hydroperoxide measurement by oxidation of Fe<sup>2+</sup> in the presence of xylenol Orange - Comparison with the TBA assay and an iodometric method. **Lipids**, v.26, p.853-856, 1991
- JOBLING, M. **Fish Bioenergetics**. London, UK: Chapman & Hall, 1994.
- JOBLING, M. Are modifications in tissue fatty acid profiles following a change in diet the result of dilution? Test of a simple dilution model. **Aquaculture**, v.232, p. 551-562, 2004.
- JUSTI, K. C. et al. The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. **Food Chemistry**, v.80, p.489-493, 2003.
- KINSELLA, J.E. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. **Am. J. Clin. Nutr.**, 52: 1-28, 1990.
- KOOHMARIE, M. et al. Postmortem proteolysis in *Longissimus muscle* from beef lamb and carcasses. **Journal of Food Science**, v.69, p.617-624, 1991.

LAKSHMANAN, P.T.; ANTONY, P.D.; GOPAKUMAR, K. Nucleotide degradation and quality changes in mullet (*Lisa corsula*) and pearsport (*Eetroplus suratensis*) in ice and at ambient temperatures. **Food Control**, v. 6, p. 277-283, 1996.

LALL, S. P. The minerals. In: Fish Nutrition. J.E. Halver and R.W. Hardy (eds.), 3rd edition. **London: Academic Press**. p. 259-308, 2002.

LAM, Ka-Lung; CHEUNG, Peter Chi-Keung. Non-digestible long chain beta-glucans as novel prebiotics. **Bioactive carbohydrates and dietary fibre**, v. 2,n. 1, p. 45-64, 2013.

LAWRIE, R. A. Ciência da carne. 3. ed. Oxford: Pergamon Press, 2005. 451p

LIN, D.S.; CONNOR, W.E.; WOLF, D.P.; NEURINGER, M.; HACHEY, D. L. Unique lipids of primatespermatozoa: demosterol and docosahexaenoicacid. **J. Lipid Res.**, 34: 491-49, 1993.

LIN, Y. -H.; SHIE, Y. -Y.; SHIAU, S. -Y. Dietary copper requirements of juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*. **Aquaculture**, v. 274, p.161-165, 2008.

LIU, T., WEN, H., JIANG, M., YUAN, D., GAO, P., ZHAO, Y., WU, F., LIU, W. Effect of dietary chromium picolinate on growth performance and blood parameters in grass carp fingerling, *Ctenopharyngodon idellus*. **Fish Physiol. Biochem.** 36, 565–572, 2010.

LOVELL, R.T. Nutrition of aquaculture species. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 4193 – 4200, 1991.

LOVELL, T. Dietary Requirements. In: NUTRITION and feeding of fish. 2. ed. **Auburn: Kluwer Academic Publishers**,p. 61-68, 1998.

LOVELL, R. T,Diet and Fish Husbandry. In: Fish Nutrition. 3. ed. New York: **Elsevier Science**, 2002.

MACEDO-VIÉGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.) **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: TecArt. Cap.14, p.405-480, 2004.

MACIEL, E.D.S.; SAVAY-DA-SILVA, L.K.; VASCONCELOS, J.S.; SONATI, J.G.; GALVÃO, J.A.; LIMA, L.K.F.D.; OETTERER, M.Relationship between the price of fish and its quality attributes: a study within a community at the University of São Paulo, Brazil. **Food Science and Technology**, 33(3): 451-456, 2013.

MARCHI, J. F. **Desenvolvimento e avaliação de produtos à base de polpa e surimi produzidos a partir de tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus***. 85 f, 1997.

MARCHI, J. F. **Desenvolvimento e avaliação de produtos à base de polpa e surimi produzidos a partir de tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus***, 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

MAYSER, P.; MROWIETZ, U.; ARENBERGER, P.; BARTAK, P.; BUCHVALD, J.; CRISTHOPHER, E.; JABLONSKA, S.; SALMOHOFER, W.; SCHILL, W.B.; KRAMER, H.J.; SCHLOTZER, E.; MAYER, K.; SEEGER, W.; GRIMMINGER, F. Omega-3 fatty acid-based lipid infusion in patients with chronic plaque psoriasis: results of a double-blind, randomized, placebo-controlled, multicenter trial. *J. Am. Acad. Dermatol.*, 38: 421, 1998.

MENDONÇA, B. S.; CASETTA, J.; LEWANDOWSKI, V. Fatores que afetam o consumo de peixe no Brasil. **Anais do II Simpósio em Produção Sustentável e Saúde Animal**, 101-104, 2017.

MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **R. Bras. Zootec.**, v. 40, p. 352-357, 2011.

MEHRIM, A.I. Physiological, biochemical and histometric responses of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) by dietary organic chromium (*chromium picolinate*) supplementation. **J. Adv. Res.** 5, 303–310, 2014.

MOAZENZADEH, K.; ISLAMI, H. R.; ZAMINI, A.; SOLTANI, M. Quantitative dietary copper requirement of juvenile *Siberian sturgeon*, *Acipenser baerii*, and effects on muscle composition and some enzymatic activities. **Aquaculture Nutrition**, p.1-11, 2020.

MORAES, A.M.; SEIFFERT, W.Q.; TAVARES, F.; FRACALLOSSI, D.M. Desempenho zootécnico de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, com diferentes rações comerciais. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.3, p.388-395, 2009.

Miguel, J. S. D. C. **Efeito de microminerais orgânicos no crescimento e qualidade do filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**, 2020.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient Requirements of Fishes. Washington, **DC: National Academy of Sciences**, 1993.

NAVARRO, R.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de energia digestível da dieta sobre o desempenho de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) em fase pós-larval. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.1, p.109-114, 2007.

NEURINGER, M.; CONNOR, W.E.; LINS, D.S.; BARSTAD, L.; LUCK, S. Biochemical and functional effects of prenatal and postnatal omega-3 fatty acid deficiency on retina and brain in rhesus monkeys. **Proc. Natl. Acad. Sci., USA**, 83: 4021-4025, 1986.

NICOLAIDES, N.; WOODALL, A. H. Impaired pigmentation in chinook salmon fed diets deficient in essential fatty acids. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.78, p.431-437, 1962.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of fish and shrimp. Washington: National Academic Press. p. 164-184, , 2011.

NG, W. K.; HANIM, R. Performance of genetically improved Nile tilapia compared with red hybrid tilapia fed diets containing two protein levels. **Aquaculture Research**, v. 38, n. 9, p. 965–972, 2007.

OLIVEIRA, A. P. A.; NUNES, R. C.; RONE, M. N. B.; STRINGHINI, J. H.; RUFINO, L. M.; FARIAS, L. A. Desempenho e avaliação da carcaça em suínos alimentados com rações de terminação com fitase associada à retirada de microminerais, vitaminas e fósforo inorgânico. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 4, 2010.

OFSTAD, R., KIDMAN, S., MYKLEBUST, R., & HERMANSSON, A. M. Liquid holding capacity and structural changes during heating of fish muscle: cod (*Gadus morhua* L.) and salmon (*Salmo salar*). **Food Structure**, 12, 163–174, 1993.

OFSTAD, R.; KIDMAN, S.; MYKLEBUST, R.; OLSEN, R. L.; HERMANSSON, A. M. Liquid-holding capacity and structural changes in comminuted salmon (*Salmo salar*). Muscle as influenced by pH, salt and temperature. **LWT-Lebensmittelwissenschaft und Technologie**, v. 28, p. 329-339, 1995.

OLSEN, Y. Lipids and essential fatty acids in aquatic food webs: what can freshwater ecologists learn from mariculture. In: ARTS, M. T., WAINMAN, B. C. **Lipids in freshwater ecosystems**, cap. 8, p.161- 202, 1998.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. Cultivo de peixes em tanques-rede. 3ªed. Jundiaí: **Eduardo A. Ono**, 112p, 2003.

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

PÁDUA, D. M. C. **Apontamentos de Piscicultura**. Goiânia: UCG, 2000. 277p.

PAN, L. et al. Effects of dietary manganese on growth and tissue manganese concentrations of juvenile gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 14, n. 5, p. 459-463, 2008.

PARTRIDGE, G. J.; LYMBERY, A. J. Effects of manganese on juvenile mullet (*Argyrosomus japonicus*) cultured in water with varying salinity implications for inland mariculture. **Aquaculture**, v. 290, p. 311-316, 2009.

PAULSEN, S.M.; ENGSTAD, R.E.; ROBERTSEN, B. Enhanced lysozyme production in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) macrophages treated with yeast

$\beta$ -glucan and bacterial lipopolysaccharide. **Fish and Shellfish Immunology**, v.11 p.23-37. DOI: 10.1006/fsim.2000.0291,2001.

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

PENHA, I. C. S., SILVA, H. M. L., MENDES, K. F. M., SILVA, F. B. A.; ASSIS, A. S. Piscicultura de água doce, utilizando o tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818), como espécie principal (Belém-PA). **Revista Valore**, 3(1), 9-19.

PEIXE BR. **Anuário peixe BR da piscicultura 2020**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2018. p.138. Pechova, A., Pavlata, L., 2007. Chromium as an essential nutrient: a review. *Vet. Med.* 52, 1–18,2,2018.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FRACALOSS, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSS, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (ED.). **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. Editado por José Eurico P. Cyrino (et al.)** -- São Paulo: TecArt. p. 75-170, 2004.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; FURUYA, W.M.; QUINTEROPINTO, L.G. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, v.26, n.3, p.329-337, 2004.

PICKLER, Eduardo; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. DESENVOLVIMENTO E POTENCIAL DA TILAPICULTURA NO BRASIL. **Brazilian Review of Economics & Agribusiness/Revista de Economia e Agronegócio**, v. 16, n. 2, 2018.

PIEDRAS, S. R. N.; MORAES, P. R. R.; ISOLDI, L. A.; POUEY, J. L. O. F.; RUTZ, F. Comparação entre o selênio orgânico e o inorgânico empregados na dieta de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 171 - 174, 2005.

PIERRE, B. D. S. **Efeito da suplementação de microminerais orgânicos em dietas para juvenis de tilápia-do-Nilo**, 2020.

PRESTIFILIPPO, J. P.; FERNÁNDEZ-SOLARI, J.; MOHN, C.; DE LAURENTIIS, A.; MCCANN, S.M.; DEES, W.; RETTORI, V. Effect of manganese on luteinizing hormone-releasing hormone secretion in adult male rats. **Toxicological Sciences**, v. 97, n.1, p. 75-80, 2007.

RAYMOND, L. J.; RALSTON, N. V. C. Mercury: selenium interactions and health implications. *Seychelles Medical and Dental Journal*, **Special Issue**, v. 7, n. 1, 72-77, 2004.

REZA, A.; ABDOLMAJID, H.; ABBAS, M.; ABDOLMOHAMMAD, A. K. Effect of dietary prebiotic inulin on growth performance, intestinal microflora, body composition and hematological parameters of juvenile beluga, *Huso huso*

(Linnaeus, 1758). **Journal of the World Aquaculture Society** 2009, v. 40, n. 6, p. 771-779, 2009.

RODRIGUES, RÔMULO; MEURER, FÁBIO; BOSCOLO, WILSON ROGÉRIO. Aditivos en la nutrición de peces. **Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA**, v. 7, n. 2, p. 228-236, 2015.

ROSEIN, G. E. et al. Oxidação de proteínas por oxigênio singlete: mecanismos de dano, estratégias para detecção e implicações biológicas. **Química Nova, São Paulo**, v.29, n.3, p.563-568, mai./jun. 2006

ROÇA, R. Propriedades Da Carne. Botucatu, 2005.

RUFF, N. et al. Distribution of  $\alpha$ -tocopherol in fillets of turbot (*Scophthalmus maximus*) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), following dietary  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation. **Aquaculture Nutrition**, v.10, p.75-81, 2004.

SÁ, M. V. C.; PEZZATO, M. M.; BARROS, M. M.; PADILHA, P. M. Apparent absorption of zinc from supplemental inorganic and organic sources to Nile tilapia *Oreochromis niloticus* juveniles. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 36, p. 375-383, 2005.

SÁ, M. V. C.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; PADILHA, P. M. Optimum zinc supplementation level in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* juvenile diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 238, p. 385-401, 2004.

SADO, R. Y.; BICUDO, Á. J. D. A.; CYRINO, J. E. P. Feeding dietary mannan oligosaccharides to juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, has no effect on hematological parameters and showed decreased feed consumption. **Journal of the world Aquaculture Society**, v. 39, n. 6, p. 821-826, 2008.

SANCHEZ, M. S. S., PESSINI, J. E., MORO, E. B., RODRIGUES, M. L., Boscolo, W. R., & Signor, A. Complexo mineral e vitamínico em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo. **Boletim de Indústria Animal**, 74(3), 148-155, 2017.

SARTORI, A. G. de O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, SP, v. 19, n. 2, p. 83–93. DOI: 10.20396/san.v19i2.8634613, 2012.

SATOH, S.; TSUKIOKA, T.; KIRON, V.; WATANABE, T.; FUJITA, S. Bioavailability of amino acid-chelated and glass-embedded manganese to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), fingerlings. **Aquaculture Research**, v. 32, p. 18- 25, 2001. SIGURGISLADOTTIR, S.; HAFSTEISSON, H.; JONSSON, A.; LIE, O.; NORTVEDT, R.; THOMASSEN, M.; TORRISSEN, O. Textural properties of raw salmon fillets as related to sampling method. **Journal of Food Science**, v. 64, n. 1, p. 199-104, 1999.

- SILVA, Maria de Lourdes Corradi da et al. Caracterização química de glucanas fúngicas e suas aplicações biotecnológicas. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p.85-92, 2006
- SILVA, E. C. S. Avanços no cultivo de espécies carnívoras. **PUBVET**, v.2, n.20, Art 234, mai, 2008.
- SEBRAE – SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Criação de tilápias em tanques escavados**. Natal: Sebrae, 2014.
- SEBRAE. **Aquicultura no Brasil – Série de estudos mercadológicos**. 2015
- SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR. **Piscicultura: criação de tilápias em viveiros escavados**. SENAR. 120 p, il. – (Coleção SENAR), 2018.
- SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. G. Sea food quality and safety. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 71, n. 1, p. 1-10, 2012.
- SOUZA, P.H.M.; SOUZA NETO, M.H.; MAIA, G.A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 37(2): 127-135, 2003.
- SOUZA, M. L. R.; MARANHÃO, T. C. F. 2001. **Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função Unit**, Rome, 2011.
- STEFFENS, W. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. **Aquaculture**, Amsterdam, v.151, p.97–119, 1997.
- SUAREZ-MAHECHA, H. et al. Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.28, n.1, p.101-110, 2002.
- SCHWARZ, K. K.; FURUYA, W. M.; NATALL, M. R. M.; GAUDEZ, M. C.; LIMA, P. A. G. Mananoligossacarídeo em dietas para larvas de tilápia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2634-2640, 2011.
- SUTTON, A.H. Polyphosphate treatment of Cod muscle. In Freezing and Irradiation, (R. Kreuzer, ed.), 1969.
- SHIAU, S. Y.; NING, Y. C. Estimation of dietary copper requirements of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Animal Science**, v. 77, p. 287-279, 2003.
- SHIAU, S.Y., LIANG, H.S, Carbohydrate utilization and digestibility by tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*, are affected by chromic oxide inclusion in the diet. **J. Nutr.** 125, 976–982,1995.

SHIAU, S.Y., SHY, S.M., Dietary chromic oxide inclusion level required to maximize glucose utilization in hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Aquaculture** 161, 357–364, 1998.

TEIXEIRA, R. N. G. et al. Piscicultura em tanques-rede. Área de Informação da Sede-Col Criar Plantar **ABC 500P/500R Saber** (INFOTECA-E), 2009.

**The state of world fisheries and aquaculture:** opportunities and challenges. Rome: FAO, 2016. 243 p.

TOCHER, D.R. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. **Reviews in Fisheries Science**, v.11, n.2, p.107-184, 2003.

TORRECILLAS, S.; MAKOL, A.; CABALLERO, M. J.; MONTERO, D.; ROBAINA, L.; REAL, F.; IZQUIERDO, M. S. Immune stimulation and improved infection resistance in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 23, n. 5, p. 969-981, 2007.

Trombeta, T. D., Silva, W., Zarzar, C. A., & Reis, B. P. Caracterização produtiva e análise do ambiente institucional da piscicultura em Monte Alegre -Pará. **Brazilian Journal of Development**, 6(2), 5473- 5497, 2020.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. Selenium. In: The mineral nutrition of livestock. 3. ed. **Midlothian-UK: CABI Publishing**, p. 421-475, 1999.

WATANABE, T.; KIRON, V.; SATOH, S. Trace minerals in fish nutrition. **Aquaculture**, v. 151, n. 1–4, p. 185–207, 1997.

WEBSTER, C. D.; LIM, C. **Minerals Dietary Nutrients, Additives, and Fish Health:** Wiley Online Books. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781119005568.ch9>, 2015.

WILEY, J. e SONS Bailey's Industrial Oil and Fat Products. In: SWERN, D. Ed. **Structure and composition of fats and líos**. v.1, 841p, 1979.

WEBSTER, C. Minerals and fish health. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E SAÚDE DE PEIXES, 2., Botucatu, SP. 2º **Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes 18 (Anais) Botucatu:** Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, p. 21-34, 2007.

WILDING, P.; HEDGES, N.; LILLFORD, P. Salt-induced swelling of meat: the effect of storage time, pH, ion-type and concentration. **Meat Science**, Barking, v.18, p. 55 – 75, 1986.

ZUANAZZI, J. S. G.; LARA, J. A. F.; GOES, E. S. R.; ALMEIDA, F. L. A.; OLIVEIRA, C. A. L.; RIBEIRO, R. P. Anoxia stress and effect on flesh quality and gene expression of tilapia. **Food Science And Technology**, v. 39, n. 1, p.195-202, 2018.