

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 27/08/2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CÂMPUS DE DRACENA

EFEITO DE MICROMINERAIS ORGÂNICOS NO
CRESCIMENTO E QUALIDADE DO FILÉ DE TILÁPIA
(Oreochromis niloticus)

Juliana Samila de Castro Miguel

Zootecnista

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CÂMPUS DE DRACENA

EFEITO DE MICROMINERAIS ORGÂNICOS NO
CRESCIMENTO E QUALIDADE DO FILÉ DE TILÁPIA
(*Oreochromis niloticus*)

Juliana Samila de Castro Miguel

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Susumu Takahashi

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

2020

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

M588e

Miguel, Juliana Samila de Castro.


Efeito de microminerais orgânicos no crescimento e qualidade do filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*). / Juliana Samila de Castro Miguel. -- Dracena: [s.n.], 2020.

72 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2020.

Orientador: Leonardo Susumu Takahashi

1. Nutrição. 2. Metabolismo. 3. Minerais. 4. Qualidade. 5. Pescado. I. Título.



Bibliotecário Fábio Sampaio Rosas
CRB 8/6665

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Dracena



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

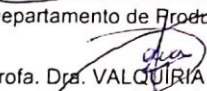
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITO DE MICROMINERAIS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO E QUALIDADE DO FILÉ DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)

AUTORA: JULIANA SAMILA DE CASTRO MIGUEL

ORIENTADOR: LEONARDO SUSUMU TAKAHASHI

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


Prof. Dr. LEONARDO SUSUMU TAKAHASHI
Departamento de Produção Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena


Profa. Dra. VALQUÍRIA CAÇÃO CRUZ-POLYCARPO
Departamento de Produção Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena


Dr. DENILSON BURKERT
Departamento de Aquicultura / APTA - ALTA PAULISTA - ADAMANTINA/SP

Dracena, 26 de fevereiro de 2020

DADOS CURRICULARES DO ALUNO

JULIANA SAMILA DE CASTRO MIGUEL –Filha de Amilton Rogério Alves Miguel e Cássia Aparecida de Castro Miguel, nascida em Guararapes-SP em 08/03/1994. Ingressou em 2012 na Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena (UNESP-FCAT), no município de Dracena-SP, concluiu sua graduação em Zootecnia em 2017. No ano de 2018, ingressou no programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia Animal na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – UNESP Campus de Dracena, sendo que em fevereiro do ano de 2020 submeteu sua dissertação à banca examinadora.

EPÍGRAFE

“É preciso que eu suporte duas ou três larvas se quiser conhecer as borboletas.

Dizem que são tão belas.”

Antoine de Saint-Exupéry

DEDICATÓRIA

Dedico:

A Deus, minha família, aos meus avós Argeu e Cida e Professora Maria Luiza Poatti
(*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus. Sem ele jamais teria chegado onde estou. Obrigada por ter me fortalecido e me tornado quem sou. A você devo tudo, obrigada pelo amor incondicional nas horas mais difíceis.

À minha Família, em especial a meus pais Cassia e Amilton que depositaram confiança em mim nesta jornada. Serei eternamente grata. Essa vitória é de vocês. Obrigada por realizar meus sonhos e obrigada por cada luta para me manter e me ensinar a nunca desistir e sempre ter esperança de dias melhores. Minha eterna gratidão. À minhas irmãs Bruna e Daniele, obrigada por todo apoio. Mesmo longe se fizeram presentes em minha vida. Ao meu sobrinho João Victor, obrigada por me apresentar o amor puro e verdadeiro e entender, mesmo sendo criança a minha ausência. Amo vocês.

À Flávia pelo companheirismo em todo esse período. Obrigada por todo apoio e amor incondicional, permitindo que eu não desistisse e me tornasse mais forte a cada dia. Em dias difíceis estive ao meu lado me motivando, essa vitória também é sua. Obrigada por todos os momentos vividos. Ainda teremos muitas histórias para viver, te amo.

Ao Prof. Adj. Leonardo Susumu Takahashi, agradeço pela confiança depositada em mim, pelo apoio, paciência, amizade, dedicação e pelo conhecimento transmitido. Sem dúvidas aprendi muito com você em orientação acadêmica e pessoal. Obrigada por contribuir com o meu desenvolvimento. Você é meu exemplo a ser seguido, minha gratidão.

À equipe do Laboratório de Nutrição e Metabolismo Animal (GAUD), agradeço por todo apoio e amizade que construímos, sem a ajuda de vocês essa pesquisa não sairia do papel. Obrigada por me recepcionar tão bem e me ensinar a trabalhar em equipe.

À Professora Luiza (*in memoriam*), obrigada por despertar em mim o interesse em seguir no mestrado. Você plantou a semente antes de partir e os nossos frutos

foram colhidos. Gratidão por fazer parte na minha história, tive o imenso prazer em te conhecer nessa vida. Que a nossa amizade prevaleça para sempre.

Agradeço imensamente aos professores Patrícia Luz, Leonardo Zanetti e Cristiana Andrighetto pela ajuda prestada durante as análises. Vocês foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho, obrigada.

À minha segunda família República MinaMora. Obrigada pelo acolhimento durante esses anos, desde a graduação. Serei eternamente grata pelos momentos vividos. Foram inúmeras histórias que jamais esquecerei. Desejo toda sorte do mundo para cada uma de vocês. Minha eterna gratidão.

À minha amiga Polyana, por toda amizade nesse período, que nunca mediu esforços para me ajudar. Você foi essencial para a realização dessa pesquisa. Agradeço a Deus por cruzar nossos caminhos. Sua amizade foi um presente. Muita sorte em sua caminhada.

Aos funcionários da Unidade que sempre tiveram dispostos a ajudar, principalmente na construção do Laboratório de Aquicultura. Vocês são exemplos de profissionais.

Aos amigos Ivan Aranha e Paulinho Tahara, obrigada pela ajuda durante o experimento.

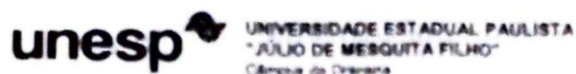
À empresa Alltech pela doação do aditivo.

Agradeço por fim a todas as pessoas que de alguma maneira possam ter me ajudado a trilhar esse caminho.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Obrigada!

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA EM USO DE ANIMAIS (CEUA)



Comissão de Ética no Uso de Animais

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada "Efeito de microminerais orgânicos no crescimento e qualidade do filé de tilápia – *Oreochromis niloticus*." (Effects of organic microminerals on productive performance and quality filet of tilapia – *Oreochromis niloticus*), registrada com o nº 05/2019.R1 – CEUA, sob a responsabilidade do(a) Prof(a). Dr(a). **Leonardo Susumu Takahashi** – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de **pesquisa científica** – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena, em reunião de **18/04/2019**.

Dracena, 18 de abril de 2019



Prof. Dra. Sirelei Aparecida Maestá
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - DTA

Rod. Cris. João Ribeiro de Barros, km 651- Bairro das Antas – CEP: 17900-000 – Dracena/SP - Brasil
Tel. (18) 3821-8200 – www.dracena.unesp.br - academico@dracena.unesp.br

EFEITO DE MICROMINERAIS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO E QUALIDADE DO FILÉ DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)

RESUMO- Os microminerais possuem papéis importantes no metabolismo animal, participam de funções fisiológicas, crescimento, desenvolvimento e saúde em peixes. O objetivo deste estudo foi avaliar a suplementação da dieta com microminerais orgânicos no desempenho produtivo e qualidade do filé de juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*). Foram formuladas 3 dietas práticas isoprotéicas e isoenergéticas com três níveis de inclusão (0,0; 1,0 e 1,5%) de um *blend* de microminerais orgânicos composto por: ferro, zinco, manganês, cobre, selênio e cromo. Foram realizados dois experimentos distintos, um com alimentação durante período pré-abate (7 dias) e outro, durante período longo de alimentação (30 dias). Em cada um dos experimentos, foram utilizados 120 juvenis em fase de terminação com peso médio de 360,6 g, distribuídos aleatoriamente em 12 caixas de 1000 L em um sistema de circulação fechado. Foram avaliados parâmetros da qualidade do filé no período pré-abate (7 dias): potencial hidrogeniônico (pH), rendimento de filé, cor, perdas de peso cozimento (*cooking loss*), perdas de peso por descongelamento (*drip loss*) e capacidade de retenção de água (CRA). As análises no após período de 30 dias de alimentação, foram as mesmas do período pré-abate com adição de: parâmetros de desempenho produtivo (ganho de peso, conversão alimentar e taxa de crescimento específico), textura do filé, oxidação lipídica (TBARS), concentração de bases voláteis totais (BVT), concentração de nitrogênio não protéico (NNP) e composição centesimal do filé. O delineamento experimental dos experimentos foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos correspondentes aos três níveis de inclusão do *blend* de microminerais orgânicos (0,0; 1,0 e 1,5%) e quatro repetições. Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Duncan (5%) através do software estatístico SAS, versão 9.2. Após a alimentação pré-abate, nas variáveis de rendimento de filé, cor, *cooking loss*, e CRA não foram observadas diferenças ($p < 0,05$). No *drip loss* e pH foram observadas diferenças ($p < 0,05$). Os peixes que receberam a dieta controle (0,0%), apresentaram maior *drip loss* quando comparado com os outros tratamentos que não difeririam entre si. O menor pH foi observado nos peixes que receberam o tratamento de 1,5%. Para período de 30 dias de alimentação, não foram observadas diferenças ($p < 0,05$) no pH, rendimento de filé, cor, textura, *cooking loss*, CRA, oxidação lipídica (TBARS) e composição centesimal dos files. No *drip loss*, BVT e NNP foram observadas diferenças ($p < 0,05$), os peixes que receberam a dieta controle (0,0%) apresentaram maiores médias nestas variáveis, quando comparado aos outros tratamentos mas sem diferenças entre si. Conclui-se que o *blend* de microminerais orgânicos em ambos períodos de alimentação (7 e 30 dias), melhorou atributos de qualidade no filé de tilápia do Nilo, e que pode ser atribuído a presença de microminerais que protegem e atuam contra o estresse oxidativo resultando em menor dano celular.

Palavras-chave: nutrição, metabolismo, minerais, qualidade, pescado.

EFFECT OF ORGANIC MICROMINERALS ON GROWTH AND FILLET QUALITY OF TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

ABSTRACT-Microminerals play important roles in animal metabolism participate in physiological functions, growth, development and health in fish. The aim of this study was to evaluate the dietary supplementation with organic microminerals in the productive performance and quality of the tilapia (*Oreochromis niloticus*) juvenile fillet. A 120 juveniles were used in the finishing phase with an average weight of 360.6 g, randomly distributed in 12 boxes of 1000 L in a closed circulation system. 3 practical isoproteic and isoenergetic diets were formulated with three levels of inclusion (0.0, 1.0 and 1.5%) of a blend of organic minerals composed of: iron, zinc, manganese, copper, selenium and chromium. Two different experiments were carried out, one with feeding during the pre-slaughter period (7 days) and the other, during a long feeding period (30 days). In each of the experiments, 120 juveniles were used in the finishing phase with an average weight of 360.6 g, randomly distributed in 12 boxes of 1000 L in a closed circulation system. Parameters of fillet quality in the pre-slaughter period (7 days) were evaluated: hydrogen potential (pH), fillet yield, color, *cooking loss*, weight loss by defrosting (*drip loss*) and retention capacity of water (CRA). The analyzes in the period after 30 days of feeding were the same as in the pre-slaughter period with the addition of: production performance parameters (weight gain, feed conversion and specific growth rate), fillet texture, lipid oxidation (TBARS), concentration of total volatile bases (BVT), concentration of non-protein nitrogen (NNP) and centesimal composition of the fillet. The experimental design of the experiments was completely randomized, with three treatments corresponding to the three levels of inclusion of the blend of organic micro minerals (0.0, 1.0 and 1.5%) and four replications. The results were subjected to analysis of variance (ANOVA), and the means compared by the Duncan test (5%) using the SAS statistical software, version 9.2. After pre-slaughter feeding, in the variables of fillet yield, color, *cooking loss*, and CRA, no differences were observed ($p < 0.05$). Differences in *drip loss* and pH ($p < 0.05$) were observed. The fish that received the control diet (0.0%), presented greater *drip loss* when compared to other treatments that would not differ from each other. The lowest pH was observed in fish that received the 1.5% treatment. For a 30-day feeding period, there were no differences ($p < 0.05$) in pH, fillet yield, color, texture, *cooking loss*, CRA, lipid oxidation (TBARS) and centesimal composition of the files. In the *drip loss*, BVT and NNP differences were observed ($p < 0.05$), the fish that received the control diet (0.0%) presented higher averages in these variables, when compared to other treatments but without differences between them. It is concluded that the blend of organic micro minerals in both feeding periods (7 and 30 days), improved quality attributes in the Nile tilapia fillet, and that it can be attributed to the presence of micro minerals that protect and act against oxidative stress resulting less cell damage.

Keywords - nutrition, metabolism, minerals, quality, *Oreochromis niloticus*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ingredientes e composição centesimal das dietas experimentais.	37
Tabela 2 - Concentração de oxigênio dissolvido (OD), temperatura, pH e concentração de amônia total na água dos tanques de tilápia do Nilo alimentadas com <i>blend</i> de microminerais orgânicos.	40
Tabela 3 - Rendimento (RND) e potencial hidrogeniônico (pH) de filé de tilápias do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentadas com a inclusão do <i>blend</i> de microminerais orgânicos durante 7 dias.	41
Tabela 4 - Análises físicas de filés de tilápias do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) após alimentação de 7 dias com <i>blend</i> de microminerais orgânicos.	42
Tabela 5 - Médias de cor em filés de tilápias do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) após alimentação por 7 dias em níveis de inclusão do <i>blend</i> de microminerais orgânicos.	45
Tabela 6 - Composição centesimal das dietas experimentais com inclusão de microminerais orgânicos.....	56
Tabela 7 – Parâmetros físico-químicos da água dos tanques com detilápia do Nilo alimentadas com <i>blend</i> de microminerais orgânicos.....	61
Tabela 8 - Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar (CA) e consumo de ração de tilápias alimentadas com o <i>blend</i> de microminerais orgânicos durante 30 dias.	62
Tabela 9 - Potencial hidrogeniônico (pH) e rendimento (RND) de filé de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentadas com <i>blend</i> de microminerais orgânicos durante 30 dias.....	63
Tabela 10 - Cor e textura de filés de tilápia do Nilo alimentadas por 30 dias em níveis de inclusão do <i>blend</i> de microminerais orgânicos.	64
Tabela 11 - Resultados de análises físicas em filés de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) após alimentação de 30 dias com <i>blend</i> de microminerais orgânicos.....	65
Tabela 12 - Médias de indicadores de frescor em filés de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) após alimentação de 30 dias com <i>blend</i> de microminerais orgânicos no período de armazenamento dos filés por 20 dias.	66
Tabela 13 - Composição centesimal (matéria seca, umidade, cinzas, proteína e extrato etéreo) em filés de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) após alimentação por 30 dias com <i>blend</i> de microminerais orgânicos.	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Métodos de avaliação de qualidade do pescado	25
--	----

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS	16
1.1 Introdução	17
1.2 Revisão de Literatura	18
1.2.1 Minerais na nutrição de peixes	18
1.2.2 Micromineerais utilizados na nutrição de peixes.....	19
1.2.3 Qualidade de pescado	24
1.2.4 Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	26
1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA EM FILÉS DE TILÁPIA DO NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>) ALIMENTADAS COM <i>BLEND</i> DE MICROMINEIRAIS ORGÂNICOS.....	32
2.1 Introdução	34
2.2 Material e métodos	35
2.2.1 Protocolo experimental.....	35
2.2.2 Dietas experimentais.....	36
2.2.3 Coleta de material biológico	38
2.2.4 Potencial hidrogeniônico (pH), rendimento de filé, cor e textura	38
2.2.5 Perdas de peso por cozimento (<i>cooking loss</i>), capacidade de retenção de água (CRA) e perda de peso por descongelamento (<i>drip loss</i>)	39
2.2.6 Delineamento experimental e análise estatística	40
2.3 Resultados e Discussão.....	40
2.3.1 Parâmetros da qualidade de água.....	40
2.3.2 Rendimento de filé e pH.....	41
2.3.3 Perdas de peso por cozimento (<i>cooking loss</i>), capacidade de retenção de água (CRA), perdas de peso por descongelamento (<i>drip loss</i>)	42
2.3.4 Cor	44
2.4 Conclusão	45
2.5 Referências	46

CAPÍTULO III– MICROMINERAIS ORGÂNICOS NO DESEMPENHO PRODUTIVO E ATRIBUTOS DE QUALIDADE EM FILÉ DE TILÁPIA DO NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>)	50
3.1 Introdução	53
3.2 Material e Métodos	54
3.2.1 Instalações experimentais e animais.....	54
3.2.2 Análises da qualidade de água	54
3.2.3 Dietas experimentais e Protocolo experimental.....	55
3.2.4 Material biológico	57
3.2.5 Avaliação de desempenho produtivo e eficiência nutricional	57
3.2.6 Potencial hidrogeniônico (pH) e rendimento de filé.....	57
3.2.7 Cor e textura.....	58
3.2.8 Perda de peso por cozimento (<i>cooking loss</i>), capacidade de retenção de água (CRA) e perda de peso por descongelamento (<i>drip loss</i>)	58
3.2.9 Oxidação lipídica, Bases voláteis totais (BVT) e Nitrogênio não proteico (NNP)	59
3.2.10 Composição centesimal.....	60
3.2.11 Análises estatísticas e delineamento experimental.....	60
3.3 Resultados e Discussão	61
3.3.1 Parâmetros físico-químicos da água	61
3.3.2 Avaliação de desempenho produtivo e eficiência nutricional	61
3.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH) e rendimento de filé.....	62
3.3.4 Cor e textura.....	63
3.3.5 Perdas de peso por cozimento (<i>cookingloss</i>), capacidade de retenção de água (CRA) e perda de peso por descongelamento (<i>drip loss</i>)	64
3.3.6 Oxidação lipídica (TBARS), Bases voláteis totais (BVT) e Nitrogênio não protéico (NNP)	66
3.3.7 Composição centesimal.....	68
3.4 Conclusão	68
3.5 Referências Bibliográficas	69

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

A produção mundial de pescado no ano de 2017 foi de 80 milhões de toneladas sendo o setor que mais cresce diante de outros grandes setores de produção de alimentos (FAO, 2018). O Brasil produziu 691.700 toneladas de peixes cultivados em 2017 (PEIXE BR, 2018). Este cenário foi propiciado por diversos fatores, como crescimento demográfico, aumento da renda *per capita*, surgimento de canais de distribuição mais eficientes e principalmente pela significativa expansão da aquicultura. Outros fatores relevantes para tal aumento, deve-se tanto pela maior demanda quanto pelas mudanças no hábito alimentar da população, que busca produtos com perfil nutricional adequado.

Desta forma, cada vez mais a carne de pescado faz parte do cardápio da população brasileira, e conseqüentemente, é exigido produto com qualidade e praticidade (FERNANDES, 2000). Uma preocupação crescente está relacionada à qualidade do pescado, onde se procura atingir um padrão de qualidade para garantir a comercialização (MACEDO-VIEGAS; SOUZA, 2004).

Com o crescimento e intensificação da aquicultura é indispensável o uso de dietas balanceadas, que atendam às exigências nutricionais dos organismos. Nos atuais sistemas de criação de peixes, somente a alimentação natural não atende completamente as exigências nutricionais dos peixes, sendo necessária a oferta de alimento exógeno (CYRINO *et al.*, 2010).

Todas as formas de vida exigem minerais para manter suas funções fisiológicas (McDOWELL, 2003). A suplementação de minerais permite o desempenho adequado e a saúde dos peixes (SIGNOR *et al.*, 2010).

Os minerais são classificados em dois grupos dependendo da quantidade exigida na dieta e armazenagem no tecido do animal. Os macrominerais são aqueles exigidos em maior quantidade, na escala de gramas e os microminerais são exigidos na escala de miligramas ou microgramas (GATLIN III, 2010). As principais funções dos minerais no organismo incluem a formação da estrutura óssea, manutenção de sistemas coloidais, e a regulação do equilíbrio ácido-base, além disso, formam componentes importantes de hormônios, enzimas e ativadores de enzimas (LALL, 2002). Os microminerais são componentes de hormônios e enzimas, servindo como cofatores e ativadores de diversas enzimas além de participarem de uma variedade de processos bioquímicos (NRC, 2011).

Apesar dos peixes possuírem a capacidade de absorver microminerais dissolvidos na água, nos sistemas de produção a principal via de absorção é por meio da dieta. Tendo em vista que o maior objetivo na formulação de ração é a maximização da produção com o menor custo possível (HARDY e BARROWS 2002), a suplementação adequada de microminerais se mostra benéfica para a produção de peixes na aquicultura. Segundo Gatlin III (2010), o cobre, ferro, manganês, zinco e selênio são os mais importantes a serem suplementados nas dietas para peixes, isso porque as rações práticas contêm níveis baixos destes microminerais, além disso, interações com outros componentes da dieta podem reduzir a sua biodisponibilidade.

Há indícios de que os microminerais possuem relação com a qualidade da carne de pescados (HAMRE *et al.*, 2020;MOAZENZADEH *et al.*, 2020), mas poucos estudos foram realizados no Brasil sobre o efeito nutricional de microminerais em dietas para peixes, reforçando a necessidade de realização de pesquisas em nutrição mineral para melhor compreensão dos benefícios zootécnicos. Nesse sentido, um dos grandes desafios da piscicultura é associar a nutrição animal, atendendo as exigências nutricionais dos peixes e apresentar ao consumidor um produto com elevado padrão de qualidade.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão de um *blend* de microminerais orgânicos na dieta sobre o desempenho produtivo e qualidade do filé de tilápias do Nilo em fase de terminação (*Oreochromis niloticus*).

1.3 Referências Bibliográficas

BARROS, M. M.; LIM, C.; EVANS, J. J.; KLESIUS, P. H. Effect of iron supplementation to cottonseed meal diets on the growth performance of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 10, p. 65-86, 2000.

BUENTELLO, J. A.; GOLF, J. B.; GATLIN, D. M. Dietary zinc requirement of hybrid striped bass, *Moronechypsops x Moronesaxatilis*, and bioavailability of two chemically diferente zinc compounds. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 40, p. 687-694, 2009.

CODEX ALIMENTARIUS. **Code of practice for fish and fishery products**. 2. ed. Roma: FAO and WHO, 2013. 250 p.

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, 2010.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Métodos para Análise de Pescado**. [S.l.: s.n.], 2009.189 p.

EVANS, P.; HALLIWELL, B. Micronutrients: oxidant/antioxidant status. **British Journal of Nutrition**, v. 85, p. 67-74, 2001.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture 2018**. Rome: FAO, 2018.

FERNANDES, E.S. **QUALIPESC**: sistema inteligente para auxílio na avaliação da qualidade de pescados. 2000. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua**: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. p.375.

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, 2010. 100 p.

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

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado**: ciência, tecnologia, inovação e legislação 1. ed. [S.l.]: Atheneu, 2011.

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.

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.

HARDY, R. W.; BARROWS, F. T. Diet formulation and manufacture. *In*: HALVER, J. E.; HARDY, R. W. Fish Nutrition Third Edition Washington: **Academic Press**, p. 506-596, 2002.

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 Scietirarum Animal Sciences**, v. 26, n. 2, p. 171-179, 2004.

HUSS, H. H. **Assessment and management of sea food safety and quality**. Rome: FAO, 2003. (Fisheries Technical Paper, 444).

JAMIRILLO JR, F.; PENG, L. GATLIN, D. M. Selenium nutrition od hybrid stiped bass (*Moronechrysops* X *M. saxatills*) bioavaiability, toxicity and interaction whit vitamin E. **Aquaculture Nutrition**, v. 15, p. 190-165, 2009.

JOBLING, M. Feed composition and analysis. *In*: HOULIHAN, D.; BOUJARD, T.; JOBLING, M. **Food intake in fish**. Oxford-UK: Blackwell-Science, 2001. p.1-21.

LALL, S. P. The minerals. *In*: HALVER J. E.; HARDY, R. W. (eds.). **Fish Nutrition**. London: Academic Press, 2002. p. 259-308.

LAMBOOIJ, B.; GERRITZEN, M. A.; REIMERT, H.; BURGGRAAF, D.; ANDRÉ, G.; VAN DE VIS, H. Evaluation of electrical stunning of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in seawater and killing by chilling: welfare aspects, product quality and possibilities for implementation. **Aquaculture Research**, v. 39, p.50-58, 2008.

LEMLY, A. D. Symptmos and implocations of selenium toxicity in fish: the Bekews Lake case example. **Aquatic Toxicology**, v. 57, p. 39-49, 2002.

LIM, C.; KLESIUS, P. H.; LI, M. H.; ROBINSON, E. H. Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, hematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to Edwardsiella ictaluri challenge. **Aquaculture**, v. 185, p. 313-327, 2000.

- LIM, C.; KLESIOUS, P. H.; WEBSTER, C. D. The role of dietary phosphorus, zinc, and selenium in fish health. *In*: LIM, C.; WEBSTER, C. D. **Nutrition and fish health**. New York: Food Products Press, 2001. p. 201-212.
- LIN, Y. H.; SHIE, Y. Y.; SHIAU, S. Y. Dietary copper requirements of juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*. **Aquaculture**, v. 74, p. 161-165, 2008.
- LOVELL, T. Dietary Requirements. *In*: NUTRITION and feeding of fish. 2. ed. Auburn: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 61-68.
- MACEDO-VIEGAS, 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. et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. cap. 14, p. 405-480.
- 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.
- MCDOWELL, L.R. Minerals in animal nutrition and Human Nutrition. Second Edition Amsterdam: **Elsevier Science B. V**, p.614, 2003.
- MONTEIRO, D. A.; RANTIN, F. T.; KALININ, A. L. Uso do selênio na dieta de matrinxã, *Bryconcephalus*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, p. 32-47, 2007.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of fish and shrimp**. Washington: National Academic Press, 2011. p. 164-184.
- OKADA, S.; TSUKADA, H.; OHBA, H. Enhancement of nucleolar RNA synthesis by chromium (III) in regenerating rat liver. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v. 21, p. 113-124, 1984.
- OLIVEIRA, A. M. B. M. S.; CYRINO, J. E. P. **Regulação hormonal do crescimento em peixes**. 2003. Disponível em: http://www.pisciculturapaulista.com.br/pdf/regulacao_hormonal_crescimento_peixes.pdf. Acesso em: 20 set. 2019.
- PAN, L.; ZHU, X.; XIE, S.; LEI, D.; HAN, D.; YANG, Y. Effects of dietary manganese on growth and tissue manganese concentrations of juvenile gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. **Aquaculture Amsterdam**, v. 14, p. 459-463, 2008.
- PARTRIGDE, G. J.; LYMBERY, A. J. Effects of manganese on juvenile mulloway (*Argyrosomus japonicus*) cultured in water with varying salinity implications for inland mariculture. **Aquaculture**, v. 290, p. 311-316, 2009.
- PAULINO, A. T.; MALAGUTTI, A. R.; GONÇALVES, E. T.; RODRIGUES, C.; MAEBARA, C. C.; NOGAMI, E. M.; NOZAKI, J. **Teor de gorduras em tilápias, *Oreochromis niloticus*, alimentadas com ração comercial suplementados**

com cromo. 2008. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade estadual de Maringá, Departamento de Química, 2008.

PEIXE BR. **Anuário peixe BR da piscicultura 2018**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2018. p.138.

RIGHETTI, J. S.; FURUYA, W. M; CONEJERI, I. C.; GRACIANO, T. S.; VIDAL, L. V. O.; MICHELLATO, M. Redução da proteína em dietas para a tilápia-do-Nio pela suplementação de aminoácidos com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 469-476, 2011.

RIGOS, G.; SAMARTZIS M.; HENRY, E.; FOUNTOULAKI, E.; COTOU, J.; SWEETMAN S.; DAVIS, I. Effects of additive iron on growth, tissue distribution, haematology and immunology of gilthead sea bream, *Sparus aurata*. **Aquaculture Internacional**, v. 18, p, 1093-1104, 2010.

RUTZ, F.; MURPHY, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE USO DA LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL - CBNA, 1., 2009, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: [s.n.], 2009.

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.

SARKER, S. A.; SATOH, S.; KIRON, V. Inclusion of citric acid and/or amino acid chelated trace elements in alternate plant protein source diets affects growth and excretion of nitrogen and phosphorus in red sea bream *Pagrus major*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 262, p. 436-443, 2007.

SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Revista Segurança Alimentar e Nutricional**, v.2, p. 83-93, 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.

SHAW, B. J.; HANDY, R. D. Dietary copper exposure and recovery in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquatic Toxicology**, v. 76, p. 111-121, 2006.

SHIAU, S. Y.; NING, Y. C. Estimation of dietary copper requirements for juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*. **Animal Science**, v. 77, p. 287-292, 2003.

SHIAU, S.; LIN, S. Effect of supplemental dietary chromium and vanadium on the utilization of different carbohydrates in tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Aquaculture**, v. 110, p. 321-330, 1993.

SHIAU, S. Y.; SU, L. W. Ferric citrate is half as effective as ferrous sulfate in meeting the iron requirement of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Journal of nutrition**, v. 133, p. 483-488, 2003.

SIGNOR, A. **Desempenho produtivo e resistência ao estresse pelo frio da tilápia do Nilo alimentada com dietas suplementadas com levedura autolisada e zinco**. 2007. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Jaboticabal, 2006.

SIGNOR, A.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; FALCON, D. R.; GUIMÃRAES, I. G. Parâmetros hematológicos da tilápia-do-Nilo: efeito da dieta suplementada com levedura e zinco e do estímulo pelo frio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, p. 509-520, 2010.

SKJERVOLD, P. O.; FJAERA, S. O.; OSTBY, P. B.; ISAKSSON, T.; EINEN, O.; TAYLOR, R. Properties of salmon flesh from different locations on pre- and postrigor fillets. **Aquaculture**, v. 201, p. 91–106, 2001.

SOARES, V. M.; PEREIRA, J. G.; IZIDORO, T. B.; MARTINS, O. A.; PINTO, J. P. A.; BIONDI, G. F. Qualidade microbiológica de filés de peixe congelados distribuídos na cidade de Botucatu. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 13, n. 2, p. 85-88, 2012.

TAVARES, M.; MORENO, R. B. **Pescado e derivados: métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Instituto Adolfo Lutz, 2005., , cap. 18, p. 633-643.

WATANABE, T.; KIRON, V.; SATOH, S. Trace minerals in fish nutrition. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 151, p.185-207, 1997.

WATANABE, W. O.; LOSORDO, T. M.; FITZSIMMONS, K.; HANLEY, F. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends, and challenges. **Reviews in Fisheries Science**, v. 10, p. 465-498, 2002.