

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 17/03/2022.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**Proteína hidrolisada de frango em dietas para
reprodutores de tilápia-do-Nilo**

Matheus dos Santos Cardoso

**Jaboticabal - São Paulo
2020**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**Proteína hidrolisada de frango em dietas para
reprodutores de tilápia-do-Nilo**

Matheus dos Santos Cardoso

Orientadora: Dra. Elizabeth Romagosa

Co-orientador: Dr. Fábio Bittencourt

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP - CAUNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor.

Jaboticabal - São Paulo

2020

C268p Cardoso, Matheus dos Santos
Proteína hidrolisada de frango em dietas para reprodutores de tilápia-do-Nilo / Matheus dos Santos Cardoso. -- Jaboticabal, 2020
82 f. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2020

Orientadora: Elizabeth Romagosa

Coorientador: Fábio Bittencourt

Banca examinadora: Eduardo Antônio Sanches, Giovani Sampaio Gonçalves, Neuza Sumico Takahashi, Vander Bruno dos Santos

Bibliografia

1. Nutrição animal. 2. Hidrolisados de proteína. 3. Peptídeos. 4. Peixes reprodução. I. Título. II. Jaboticabal-Centro de Aquicultura.

CDU 636.3.043

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Proteína hidrolisada de frango em dietas para reprodutores de tilápia do Nilo

AUTOR: MATHEUS DOS SANTOS CARDOSO

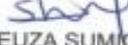
ORIENTADORA: ELIZABETH ROMAGOSA

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

Prof. Dra. ELIZABETH ROMAGOSA 
Centro de Pesquisa em Peixes Ornamentais / Instituto de Pesca, IP, São Paulo-SP


Prof. Dr. EDUARDO ANTÔNIO SANCHES
Engenharia de Pesca / UNESP, Registro-SP


Prof. Dr. GIOVANI SAMPAIO GONCALVES
. / Instituto de Pesca, IP, São José do Rio Preto-SP


Prof. Dra. NEUZA SUMICÔ TAKAHASHI
. / Instituto de Pesca, IP, São Paulo-SP


Prof. Dr. VANDER BRUNO DOS SANTOS
. / Instituto de Pesca, IP, São Paulo-SP

Jaboticabal, 17 de março de 2020

Dedico

A minha família

Meus pais Marcos Elias e Márcia Helena

A minha avó Adélcia Carmen

Pelo amor, carinho e dedicação

Vocês são exemplo de vida e minha inspiração na busca por dias melhores

A minha irmã Marjane Cardoso

Pela amizade e apoio

A minha companheira Renata Rafaela

Pelo apoio incondicional e companheirismo mesmo em dias nublados

Amo vocês

Agradecimentos

Com certeza foi uma etapa árdua, porém repleta de aprendizado, conhecimento, reconhecimento e descobertas. Muitas são as pessoas que, de uma forma ou de outra se empenharam para a realização desta pesquisa. Este trabalho é fruto do nosso esforço, eu agradeço a todos vocês:

A pesquisadora Dra. Elizabeth Romagosa do Instituto de Pesca de São Paulo - São Paulo, pela orientação, dedicação e por acreditar na realização desta pesquisa, mesmo após nos depararmos com muitas pedras no caminho.

Ao professor Dr. Fábio Bittencourt da Universidade Estadual do Oeste do Paraná *campus* de Toledo - Paraná pela coorientação, amizade e incentivo nesta jornada.

Aos professores: Dr. Wilson Rogério Boscolo e Dr. Altevir Signor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná *campus* Toledo - Paraná e, Dr. Eduardo Antônio Sanches da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho *campus* Registro - São Paulo, pela colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Laboratório de Fisiologia de Peixes da Universidade de Passo Fundo - Passo Fundo - Rio Grande do Sul, representado pelos professores Dr. Leonardo José Gil Barcellos e Dra. Gessi Koakoski e, a professora Dra. Luisa Helena Cazarolli da Universidade Federal da Fronteira Sul *campus* Laranjeiras do Sul – Paraná, pela colaboração na realização das análises laboratoriais.

Aos membros da banca examinadora de qualificação, Dra. Camila Fernandes Corrêa da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - Vale do Ribeira - São Paulo e, Dra. Mayara de Moura Pereira do Instituto de Pesca de São Paulo - São José do Rio Preto - São Paulo, e a banca de defesa, Dr. Giovani Sampaio Gonçalves do Instituto de Pesca de São Paulo - São José do Rio Preto - São Paulo, Dra. Neuza Sumico Takahashi e Dr. Vander Bruno dos Santos do Instituto de Pesca de São Paulo - São Paulo, pelas sugestões e correções da escrita deste trabalho.

Ao Sr. Adilar Venites, Bruno Venites e aos funcionários da Aquicultura Venites localizada na cidade de Toledo – Paraná pela disposição e colaboração durante a realização desta pesquisa.

Ao Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal - São Paulo e seus funcionários, especialmente ao David Oliveira Lorente pela presteza e atenção.

Ao Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura pela disponibilização das estruturas e laboratórios além do apoio de muitos de seus integrantes: Marjana Cardoso, Jakeline Marcela, Mariana Lins, Danielle Zanerato, Luciana Valéria, Jean Brisqueleal, Adriano Führ, Lucas Vogel, Suzana Raquel, Robson Araújo, Leonardo Martins, Sérgio Zenni, Bruno Sosa, Ricácio Luan, Grace Kelly, Janaina Fernanda, Débora Xavier, Leone Medina, Márcia Piovesan, Jahina Fagundes, José Carlos e Alessandra Sousa.

Se cheguei até aqui, foi pelo apoio de todos.

Minha gratidão a vocês!

Apoio Financeiro e estrutural

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos durante o período de doutorado (processo: 140363/2017-3). A companhia BRF (Brasil Foods Ingredients), unidade de Curitiba-PR pelo apoio na realização de análises laboratoriais e na aquisição dos insumos para as dietas experimentais. A Aquicultura Venites, localizada no município de Toledo-PR pelo fornecimento da estrutura física com a disponibilização dos viveiros escavados e laboratório de reprodução.

SUMÁRIO

Lista de figuras.....	x
Lista de tabelas e anexos	xi
Lista de abreviaturas.....	xii
1. Resumo geral	1
2. General summary	3
3. Objetivos.....	4
3.1 Objetivo Geral.....	4
3.2 Objetivos Específicos.....	4
4. Revisão de literatura.....	5
4.1 Produção de tilápia-do-Nilo.....	5
4.2 Coprodutos e hidrolisados proteicos de origem animal	6
4.3 Proteína hidrolisada de frango.....	9
4.4 Nutrição de reprodutores de tilápia.....	9
5. Referências bibliográficas.....	11
Artigo I - Proteína hidrolisada de frango em dietas para fêmeas de tilápia-do-Nilo	17
1. Resumo	17
2. Abstract	18
3. Introdução.....	19
4. Material e métodos	20
4.1 Local e período	20
4.2 Dietas experimentais	21
4.3 Delineamento experimental	23
4.4 Fase I – Preparatória	24
4.5 Fase II – Reprodução	24
4.6 Coleta de sangue e órgãos.....	26
4.7 Qualidade de água.....	27
4.8 Análise estatística	27
5. Resultados e discussão.....	27
6. Conclusão.....	36
7. Referências	37
Artigo II - Proteína hidrolisada de frango em dietas para machos de tilápia-do-Nilo	47
1. Resumo	47
2. Abstract	48
3. Introdução.....	49
4. Material e métodos	50
4.1 Local	50
4.2 Dietas experimentais	51
4.3 Delineamento experimental	53
4.4 Coleta de sangue e órgãos.....	54
4.5 Coleta do sêmen e avaliação espermática	54
4.6 Qualidade de água.....	55
4.7 Análise estatística	56
5. Resultados e discussão.....	56
6. Conclusão.....	62
7. Referências	63

Lista de figuras

Artigo I

Figura 1 - Manejo reprodutivo adotado durante o período experimental.....	25
Figura 2 - Concentração de albumina no plasma de fêmeas de tilápia-do-Nilo alimentadas com as dietas experimentais.	34
Figura 3 - Concentração de fosfatase alcalina no plasma de fêmeas de tilápia-do-Nilo alimentadas com as dietas experimentais.	35

Lista de tabelas e anexos

Artigo I

Tabela 1 - Composição da dieta controle e das dietas contendo níveis crescentes de inclusão de proteína hidrolisada de frango (PHF) para fêmeas de tilápia-do-Nilo.....	22
Tabela 2 - Composição proximal e perfil de aminoácidos da proteína hidrolisada de frango (PHF) e das dietas experimentais para fêmeas de tilápia-do-Nilo.....	23
Tabela 3 - Parâmetros morfométricos e índices somáticos de fêmeas de tilápia-do-Nilo alimentadas com as dietas experimentais.....	29
Tabela 4 - Parâmetros reprodutivos de fêmeas de tilápia-do-Nilo alimentadas com as dietas experimentais.....	30
Tabela 5 – Composição química dos ovos de tilápias-do-Nilo alimentadas com as dietas experimentais.....	32
Tabela 6 – Metabólitos plasmáticos de fêmeas reprodutoras de tilápia-do-Nilo alimentadas com as dietas experimentais.....	33

Artigo II

Tabela 1 - Composição da dieta controle e das dietas contendo níveis crescentes de inclusão de proteína hidrolisada de frango (PHF) para machos de tilápia-do-Nilo.....	52
Tabela 2 - Composição proximal e perfil de aminoácidos da proteína hidrolisada de frango (PHF) e das dietas experimentais para machos de tilápia-do-Nilo.....	53
Tabela 3 - Parâmetros morfométricos e índices somáticos de machos de tilápia-do-Nilo alimentados com as dietas experimentais.....	57
Tabela 4 - Metabólitos plasmáticos de machos de tilápia-do-Nilo alimentados com as dietas experimentais.....	58
Tabela 5 - Concentração, sobrevivência e normalidade dos espermatozoides de tilápia-do-Nilo alimentados com as dietas experimentais.....	60
Tabela 6 – Parâmetros espermáticos de tilápia-do-Nilo alimentados com as dietas experimentais.....	61
Anexo	70

Lista de abreviaturas

ALB- Albumina	UR- Ureia
CAA- Conversão Alimentar Aparente	VCL- Velocidade curvilínea
COL- Colesterol Total	VAP- Velocidade média do caminho
g- gramas	VSL- Velocidade em linha reta
GLI- Glicose	
HDL- Colesterol HDL	
IGS- Índice Gonadossomático	
IHS- Índice Hepatossomático	
IVS- Índice Viscerossomático	
IGVS- Índice de Gordura Viscerossomático	
L- litros	
MOT- Motilidade espermática	
mm- milímetros	
mg- miligramas	
nº- número	
m ² - metros quadrados	
m ³ - metros cúbicos	
PF- Peso Final	
PT- Proteínas Totais	
PHF- Proteína Hidrolisada de Frango	
PI- Peso Inicial	
TAG- Triacilglicerol	
T - Testosterona	

Proteína hidrolisada de frango em dietas para reprodutores de tilápia-do-Nilo

1. Resumo geral

O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho reprodutivo de fêmeas e machos de tilápia-do-Nilo alimentados com dietas contendo Proteína Hidrolisada de Frango (PHF). O experimento foi dividido em duas fases, totalizando 192 dias. Na *Fase I* (Preparatória) utilizou-se 360 fêmeas ($587,60 \pm 38,05$ g) distribuídas aleatoriamente em 24 hapas de 6 m^3 e 120 machos ($745,92 \pm 124,54$ g) em seis hapas de 15 m^3 dispostos em um viveiro escavado de 4.000 m^2 . Fêmeas e machos foram alimentados com taxa de 1% do peso vivo por dia com uma dieta controle (sem PHF) e dietas contendo níveis crescentes de PHF (1%, 2%, 3%, 4% e 5%) divididos em duas refeições diárias durante 90 dias. Na *Fase II* (Reprodução) realizou-se o acasalamento dos animais e coletas de ovos durante o período de 102 dias. Para a avaliação das fêmeas foram utilizados os parâmetros reprodutivos (produção de ovos, fecundidade, % de desova, frequência de desova, fertilização, eclosão, diâmetro e composição química dos ovos e tamanho das larvas) assim como a influência da inclusão da PHF sobre os parâmetros de crescimento, somáticos e metabólitos plasmáticos (proteínas totais - PT, albumina - ALB, uréia - UR, glicose - GLI, colesterol total - COL, colesterol HDL - HDL, triacilglicerol - TAG e fosfatase alcalina). A avaliação reprodutiva dos machos compreendeu a mensuração dos parâmetros espermáticos (concentração, normalidade e sobrevivência, motilidade, velocidade curvilínea, velocidade média do caminho e velocidade em linha reta), crescimento, somáticos e concentrações dos metabólitos plasmáticos (idem fêmeas) e testosterona - T. Não foram evidenciados efeitos estatísticos significativos ($P > 0,05$) nos parâmetros reprodutivos das fêmeas. No entanto, as concentrações de albumina plasmática e fosfatase alcalina foram significativamente superiores ($P < 0,05$), indicando possível sobrecarga no estado metabólico das fêmeas alimentadas com rações contendo 5% de PHF, mas não influenciando ($P > 0,05$) nos demais metabólitos plasmáticos. A composição química dos ovos não diferiu ($P > 0,05$) entre os diferentes grupos. Os parâmetros de crescimento e espermáticos dos machos não foram influenciados diante da inclusão da PHF. Entretanto, sugere-se que a PHF atuou no metabolismo lipídico dos machos devido a sua influência sobre as concentrações plasmáticas da lipoproteína HDL e diminuição da gordura visceral. A inclusão de até 4% e 5% da PHF em dietas para fêmeas e machos respectivamente pode ser realizada como fonte proteica alternativa sem comprometer o estado metabólico e a reprodução da tilápia-do-Nilo.

Palavras-chave: nutrição animal, hidrolisados de proteína, peptídeos, peixes
reprodução

3. Objetivos

3.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos da proteína hidrolisada de frango (PHF) no desempenho produtivo e estado metabólico de fêmeas e machos de tilápia-do-Nilo.

3.2 Objetivos Específicos

Artigo I - Proteína hidrolisada de frango em dietas para fêmeas de tilápia-do-Nilo

1. Resumo

O estudo objetivou avaliar o desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápias-do-Nilo alimentadas com dietas contendo Proteína Hidrolisada de Frango (PHF), assim como sua ação sobre as concentrações dos metabólitos plasmáticos e composição química dos ovos. O experimento foi dividido em duas fases, totalizando 192 dias. Na *Fase I* (Preparatória) utilizou-se 360 fêmeas ($587,60 \pm 38,05$ g) distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em 24 hapas de 6 m^3 e 120 machos ($745,92 \pm 124,54$ g) em seis hapas de 15 m^3 dispostos em um viveiro escavado de 4.000 m^2 . Fêmeas e machos foram alimentados com taxa de 1% do peso vivo por dia com controle (sem PHF) e dietas contendo níveis crescentes de PHF (1%, 2%, 3%, 4% e 5%) divididas em duas refeições diárias. Na *Fase II* (Reprodução) realizou-se o acasalamento dos animais e coletas de ovos durante o período de 102 dias. Não foram evidenciados efeitos estatísticos significativos ($P > 0,05$) nos parâmetros reprodutivos avaliados. No entanto, as concentrações de albumina plasmática e fosfatase alcalina foram significativamente superiores ($P < 0,05$) nas fêmeas alimentadas com rações contendo 5% de PHF. Os demais metabólitos plasmáticos e a composição química dos ovos não diferiram ($P > 0,05$) entre os grupos. Há ocorrência de possível sobrecarga no estado metabólico dos animais ao nível de 5% da PHF devido à superiores concentrações dos metabólitos albumina e fosfatase alcalina no plasma, sugerindo que a inclusão de até 4% da PHF em dietas pode ser realizada como fonte proteica alternativa sem comprometer o estado metabólico e a reprodução da tilápia-do-Nilo.

Palavras-chave: coprodutos agroindustriais, nutrição de reprodutores, peptídeos bioativos.

Article I - Poultry hydrolyzed protein in diets for female Nile tilapia broodstock

2. Abstract

The objective of this study was to evaluate the reproductive performance of Nile tilapia females fed with diets containing Poultry Hydrolyzed Protein (PHF), as well as their action on plasma metabolite concentrations and egg chemical composition. The experiment was divided into two phases, totaling 192 days. In *Phase I* (Preparatory), 360 females (587.60 ± 38.05 g) were randomly distributed in 24 hapas with 6 m^3 and 120 males (745.92 ± 124.54 g) in six hapas with 15 m^3 arranged in a earth pond with $4,000 \text{ m}^2$. Males and females were fed 1% of body weight per day with diets containing increasing levels of PHF (1%, 2%, 3%, 4% and 5%) and control diet (without PHF) divided into two daily meals. In *Phase II* (Reproduction) the animals were mated and the eggs collected during the 102 days period. No statistically significant effects ($P > 0.05$) were observed on the reproductive parameters evaluated. However, plasma albumin and alkaline phosphatase concentrations were significantly higher ($P < 0.05$) in females fed diets containing 5% PHF. The other metabolites and the chemical composition of the eggs did not differ ($P > 0.05$) among groups. However, there is a possible overload in the animals' metabolic state at the level of 5% of PHF due to higher concentrations of the metabolites albumin and alkaline phosphatase in plasma, suggesting that supplementation of up to 4% of PHF in diets can be performed as a protein source alternative without compromising the health and reproduction of Nile tilapia.

Key-words: agroindustrial by-products, breeding nutrition, bioactive peptides.

3. Introdução

A criação de tilápias está crescendo de maneira notável no âmbito do agronegócio mundial devido a características favoráveis como a facilidade de produção, rápido crescimento, alta resistência a doenças e carne com boas características organolépticas (Shokr, 2015). Além disso, a espécie apresenta vantagens reprodutivas quando relacionada a outras espécies de peixes, como maturação sexual precoce e capacidade de se reproduzir durante todo o ano em condições ambientais favoráveis (Lim e Webster, 2006; Ng e Romano, 2013).

Entretanto, possui baixa fecundidade e reprodução assíncrona (Ridha e Cruz, 2000), o que requer esforços contínuos em busca por estratégias de manejo e nutrição eficientes que visam a otimização da produtividade para atender a demanda no fornecimento de formas jovens. Neste sentido, a interação entre a nutrição e reprodução é uma das mais relevantes na produção de larvas e alevinos e ganha interesse por estar diretamente relacionada ao desempenho reprodutivo dos peixes (Bhujel et al., 2001; El-Sayed, 2019).

Esta relação está associada à nutrientes específicos necessários aos reprodutores, os quais intervirão diretamente nos processos de desenvolvimento dos folículos ovarianos, ovulação, maturação oocitária, fertilização, sobrevivência embrionária e larval e, indiretamente no estado endócrino e outros metabólitos sensíveis aos nutrientes essenciais à demanda metabólica reprodutiva (Robinson et al., 2006). Esta necessidade nutricional ocorre principalmente em peixes que possuem desova contínua com períodos vitelogênicos curtos (Izquierdo et al., 2001) como exemplo, a tilápia.

Embora alguns estudos tenham abordado a necessidade de uma nutrição específica para os reprodutores de tilápia, como os níveis de proteína dietética e energia (Gunasekera et al., 1995; Gunasekera et al., 1996; Siddiqui et al., 1998; El-Sayed e Kawanna, 2008; Bombardelli et al., 2009; Lupatsch et al., 2010; Orlando et al., 2017; Bombardelli et al., 2017; Ribeiro et al., 2017) e de nutrientes como aminoácidos (Al-Feky et al., 2016), vitaminas e minerais (Soliman et al., 1986; Barros et al., 2002; Pereira et al., 2009; Nascimento et al., 2014; Sarmiento et al., 2018), ainda há carência em investigações relacionadas à avaliação de fontes nutricionais alternativas e suplementares, principalmente as proteicas, no intuito de identificar suas propriedades e o potencial de aplicabilidade em dietas para reprodutores.

Dentre os diversos ingredientes alternativos de origem animal destinados as formulações de dietas para peixes destacam-se os hidrolisados. Esses constituem uma excelente fonte de nutrientes como aminoácidos essenciais, minerais, vitaminas (Broggi et al., 2017; Toldrá et al., 2012) e peptídeos bioativos (Toldrá e Reig, 2011), com potencial aplicação na composição de dietas para animais de estimação e aquicultura (Folador et al., 2006).

Podem ser obtidos pelo fracionamento da cadeia polipeptídica das proteínas pela ação de agentes químicos (ácidos ou álcalis) ou biológicos (enzimas) (Pasupuleti e Braun, 2010) utilizando coprodutos agroindustriais de baixo valor agregado inerentes a atividade de abate de peixes, aves e suínos.

O processo de hidrólise disponibiliza peptídeos curtos e certos aminoácidos como a taurina, glicina, arginina, ácido glutâmico e alanina, os quais podem influenciar nos mecanismos sensoriais e processos metabólicos como a atratividade (Alves et al., 2019a), palatabilidade (Alves et al., 2019b), modulação da absorção e motilidade gastrointestinal e do metabolismo endócrino, refletindo em melhores índices de desenvolvimento dos animais (Gilbert et al., 2008; Pasupuleti et al., 2008; Martínez-Alvarez, 2013).

Estudos demonstram a utilização dos hidrolisados em benefício da melhoria dos parâmetros zootécnicos dos peixes (Lewandowski et al., 2013), como conversão alimentar aparente e taxa de eficiência proteica (Dieterich, 2014). Além disso, podem influenciar nas concentrações das enzimas digestivas promovendo a digestibilidade aparente dos nutrientes e energia, e conseqüentemente no desempenho produtivo (Lorenz et al., 2018). Assim, os aminoácidos livres e as pequenas cadeias peptídicas presentes nos hidrolisados podem apresentar propriedades nutracêuticas ou servir como alimentos funcionais (Chalamaiah et al., 2012).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a performance reprodutiva de fêmeas de tilápias-do-Nilo alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de inclusão da PHF.

192 dias. O mesmo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Protocolo nº 32/19).

4.2 Dietas experimentais

As dietas experimentais foram formuladas no software SuperCrac[®] e processadas atendendo as exigências nutricionais de macro-nutrientes (Oliveira et al., 2014; Orlando et al., 2017) e micronutrientes (Furuya, 2010), sendo isoproteicas e isoenergéticas (Tabela 1).

Os ingredientes foram pesados, homogeneizados e moídos em moinho tipo martelo (Vieira[®]) com peneiras de 0,3 mm. Após, as dietas foram umedecidas com 20% de água e submetidas ao processo de extrusão em extrusora (Ex-Micro[®]) com matriz de 4 mm e secas em estufa de circulação de ar forçada a temperatura de 55° C por 24 horas.

Realizou-se análises de proteína bruta, extrato etéreo, umidade, matéria mineral (AOAC, 2000) e de aminoácidos (essenciais e não essenciais) das rações e da PHF (Tabela 2) (CBO – Valinhos-SP). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica (IKA[®] C 2000 basic).

6. Conclusão

A inclusão de até 5% da PHF como fonte proteica alternativa pode ser realizada para machos de tilápia-do-Nilo, pois não interfere nos parâmetros espermáticos, bem como, contribui para o metabolismo lipídico, redução da gordura visceral e índice viscerossomático.

7. Referências

- Alves, D. R. S., Silva, T. C., Rocha, J. D. M., Oliveira, S. R., Signor, A. & Boscolo, W. R. (2019a). Compelling palatability of protein hydrolysates for Nile tilapia juveniles. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 47, 371-376. <http://dx.doi.org/10.3856/vol47-issue2-fulltext-19>
- Alves, D. R. S., Oliveira, S. R., Luczinski, T. G., Paulo, I. G. P., Boscolo, W. R., Bittencourt, A., & Signor, A. (2019b). Palatability of Protein Hydrolysates from Industrial Byproducts for Nile Tilapia Juveniles. *Animals*, 9, 311. <https://doi.org/10.3390/ani9060311>
- AOAC (Association Of Official Analytical Chemistry). (2000). *Official Methods of Analysis*, 17th ed, Washington, D.C. USA.
- Ayisi, C. L., Zhao, J., & Wu, J. W. (2018). Replacement of fish oil with palm oil: Effects on growth performance, innate immune response, antioxidant capacity and disease resistance in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *PloS one*, 13(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196100>
- Biopep-Uwm (2019). Minkiewicz P., Iwaniak A., Darewicz M. Database of Bioactive Peptides: Current Opportunities. *International Journal of Molecular Sciences*, 20, 5978. <https://doi.org/10.3390/ijms20235978>
- Bittencourt, N. L. R., Molinari, L. M., Scoaris, D. O., Pedroso, R. B., Nakamura, C. V., Ueda-Nakamura, T., Filho, B. A. A., & Filho, B. P. D. (2003). Hematological and biochemical values for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in semi-intensive system. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 25, 385-389. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.634.6424&rep=rep1&type=pdf>
- Bobé, J., & Labbé, C. (2010). Egg and sperm quality in fish. *General and comparative endocrinology*, 165(3), 535-548. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.02.011>
- Bombardelli, R. A., Hayashi, C., Natali, M. R. M., Sanches, E. A., & Piana, P. A. (2010). Níveis de energia digestível sobre os desempenhos reprodutivo e zootécnico e a deposição de lipídios nos hepatócitos de machos de tilapia-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(5), 941-949. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000500001>
- Broggi, J. A., Wosniak, B., Uczay, J., Pessatti, M. L., & Fabregat, T. E. H. P. (2017). Sardine waste protein hydrolysate as feeding stimulant for silver catfish juveniles. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 69, 2, 505-512. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8348>
- Campbell, T. W. (2012). Clinical chemistry of common nondomestic mammals, birds, reptiles, fish and amphibians. In: Thrall, M. A., Weiser, G., Allison, R. W & Campbell, T. W. *Veterinary hematology and clinical chemistry* (pp. 571-614). Second edition. WILEY-BLACKWELL, Ames, Iowa.

Caneppele, D., Sanches, E. A., & Romagosa, E. (2015). Sperm production of *Steidachneridion parahybae* (Steindachner 1877) and the effect of hormonal induction throughout one reproductive cycle. *Journal of Applied Ichthyology*, 31, 54-61.
<https://doi.org/10.1111/jai.12732>

Carvalho, K. V. (2019). Hidrolisado proteico misto de subprodutos de aves e suínos na inclusão de dietas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Toledo – PR. Dissertação (mestrado) Programa Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca. Universidade Estadual Do Oeste Do Paraná.

Chalamaiah, M., Dinesh Kumar, B., Hemalatha, R., & Jyothirmayi, T. (2012). Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. *Food Chemistry*, 135, 3020–3038.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.100>

Collins, A. L., & Anderson, T. A. (2005). The role of food availability in regulating reproductive development in female golden perch. *Journal of Fish Biology*, 55(1), 94-104. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1999.tb00659.x>

Cyrino, J. E. P., Portz, L., & Martino, R. C. (2000). Retenção de proteína e energia em juvenis de "black bass" *Micropterus salmoides*. *Scientia Agricola*, 57(4), 609-616.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162000000400003>

Dabrowski, K. (1984). The feeding of fish larvae: present «state of the art» and perspectives. *Reproduction Nutrition Développement*, 24(6), 807-833.
https://rnd.edpsciences.org/articles/rnd/pdf/1984/07/RND_0181-1916_1984_24_6_ART0001.pdf

De Silva, S. S., Nguyen, T. T., & Ingram, B. I. (2008). Fish reproduction in relation to aquaculture. *Fish reproduction*, 535-575.
<http://hdl.handle.net/10536/DRO/DU:30021451>

Dieterich, F. (2014). Desenvolvimento, avaliação físico-química e biológica de hidrolisado proteico de resíduos agroindustriais para surubim. Jaboticabal – SP. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP – CAUNESP.
<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/108942>

Dos Santos, M. C. Digestibilidade aparente de hidrolisados proteicos de resíduos do abate de frangos e suínos pela tilápia do Nilo. (2019). Toledo – PR. Dissertação (mestrado) Programa Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca. Universidade Estadual Do Oeste Do Paraná.

Ebrahimi, M., Daeman, N. H., Chong, C. M., Karami, A., Kumar, V., Hoseinifar, S. H., & Romano, N. (2017). Comparing the effects of different dietary organic acids on the growth, intestinal short-chain fatty acids, and liver histopathology of red hybrid tilapia (*Oreochromis sp.*) and potential use of these as preservatives. *Fish physiology and biochemistry*, 43(4), 1195-1207.
<https://doi.org/10.1007/s10695-017-0365-0>

Faludi, A. A., Izar, M. C. D. O., Saraiva, J. F. K., Chacra, A. P. M., Bianco, H. T., Afiune Neto, & Chagas, A. C. P. (2017). Atualização da diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose–2017. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, 109(2), 1-76. <http://dx.doi.org/10.5935/abc.20170121>

Food and Agriculture Organization Of The United Nations (FAO). (2019). Fishery and Aquaculture Statistics. <http://www.fao.org/fishery/statistics/yearbook/en>

Furuya, W. M. (2010). Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. Toledo, Paraná, 100p.

Gammanpila, M., Yakupitiyage, A., & Bart, A. (2007). Evaluation of the effects of dietary vitamin C, E and Zinc supplementation on reproductive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Sri Lanka Journal of Aquatic Science*, 12, 39-60.

Gazola, R., & Borella, M. I. (1997). Plasma testosterone and 11-ketotestosterone levels of male pacu *Piaractus mesopotamicus* (Cypriniformes, Characidae). *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 30(12), 1485-1487. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X1997001200017>

Gilbert, E. R., Wong, E. A., & Webb Jr, K. E. (2008). Board-invited review: peptide absorption and utilization: implications for animal nutrition and health. *Journal of animal science*, 86(9), 2135-2155. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0826>

Gomes, L. C., Chippari-Gomes, A. R., Lopes, N. P., Roubach, R., & Araujo-Lima, C. A. R. M. (2001). Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 32, 426-431. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2001.tb00470.x>

Henriques, J. K. S. Desempenho de reprodutores de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo nucleotídeos purificados. (2018). Marechal Cândido Rondon – PR. Dissertação (mestrado) Programa de pós graduação em zootecnia. Universidade Estadual Do Oeste Do Paraná. <http://tede.unioeste.br/handle/tede/4359>

Higuchi, L. H., Feiden, A., Maluf, M. L. F., Dallagnol, J. M., Zaminhan, M., & Boscolo, W. R. (2011). Avaliação eritrocitária e bioquímica de jundiás (*Rhamdia quelen*) submetidos à dieta com diferentes níveis proteicos e energéticos. *Ciência Animal Brasileira*, 12(1), 70-75. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DJ2012061856>

Hrubec, T. C., Cardinale, J. L., & Smith, S. A. (2000). Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*). *Veterinary clinical pathology*, 29(1), 7-12. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2000.tb00389.x>

Izquierdo, M. S., Fernandez-Palacios, H., & Tacon, A. G. J. (2001). Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, 197, 25-42. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00581-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00581-6)

Kavamoto, E. T., & Fogli da Silveira, W. (1986). Características físicas, químicas e microscópicas do sêmen do bagre, *Rhamdia hilarii* (Valenciennes, 1840) em 1061 condições de campo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 13, 95-100.

https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/sumario_13_95-100

Kumar, N. S. S., Nazeer, R. A., & Ganesh, R. J. (2012). Funtional properties of protein hydrolysates from different body parts of horse mackerel (*Magalapis cordyla*) and croaker (*Otolithes ruber*). *Mediterranean Journal Nutrition Metabolism*, 5, 105-110.

<http://dx.doi.org/10.1007/s12349-012-0104-0>.

Lassoued, I., Mezghani, M., Jridi, M., Rahmouni, F., Jamoussi, K., Rebai, T., & Barkia, A. (2018). Protective effects of thornback ray muscle protein hydrolysate against dyslipidemia, oxidative stress and reduced fertility induced by high cholesterol diet in adult male rats. *RSC Advances*, 8(40), 22303-22312.

<https://doi.org/10.1039/C8RA00657A>

Lewandowski, V., Decarli, J. A., Pedron, F. de A., Feiden, A., Signor, A., & Boscolo, W.R. (2013). Hidrolisados cárneos na alimentação do surubim do Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*). *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 20, 222–226.

<http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2014.008>

Little, D. C., & Hulata, G. (2000). Strategies for tilapia seed production. In *Tilapias: biology and exploitation* (pp. 267-326). Springer, Dordrecht.

Lorenz, E. K., Barone, R. S. C., Yamamoto, F. Y., & Cyrino, J. E. P. (2018). Dietary protein hydrolysates from animal by-products: digestibility and enzymatic activity for dourado *Salminus brasiliensis*. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 27, 236-246.

<https://doi.org/10.1080/10498850.2018.1424745>

Luczinski, T. G. (2019). Proteína hidrolisada de frango em dietas para juvenis de tilápia do Nilo. Toledo – PR. Dissertação (mestrado) Programa Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca. Universidade Estadual Do Oeste Do Paraná.

Macintosh, D. J., & Little, D. C. (1995). Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: Bromage, N. R.; Roberts, R. J. (Eds.). *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*. Blackwell Science Ltd, London, 277–320.

Mataveli, M., de Moraes, G. V., Junior, D. P. S., Ribeiro, R. P., & Gasparino, E. (2010). Qualidade do sêmen em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de vitamina C. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 32(3), 345-349.

<https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i3.7836>

Mataveli, M., Moraes, G. V., Streir Junior, D. P., Vargas, L. D. M., Sakaguti, E. S., Toninato, J. C., & Merlini, L. (2007). Evaluation of semen quality from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) supplemented with different vitamin C concentrations. *Boletim do Instituto de Pesca*, 33, 1-7.

Meurer, F., Silva, M., Costa, M. M. D., Colpini, L. M. S., & Mascioli, A. D. S. (2009). Probiótico com levedura na alimentação da tilápia do Nilo, durante o período de

reversão sexual, cultivada em água de tanque de cultivo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 10 (2).

<http://www.rbspa.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/1179/840>

Mewes, J. K., Meurer, F., Tessaro, L., Buzzi, A. H., Syperreck, M. A., & Bombardelli, R. A. (2016). Diets containing crude glycerin damage the sperm characteristics and modify the testis histology of Nile tilapia broodstock. *Aquaculture*, 465, 164-171.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.08.035>

Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2002). Lehninger: Princípios de bioquímica. In *Lehninger: princípios de bioquímica* (pp. 975-975).

Neu, D. H., Furuya, W. M., Boscolo, W. R., Potrich, F. R., Lui, T. A., & Feiden, A. (2013). Glycerol inclusion in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles. *Aquaculture Nutrition*, 19, 211-217.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2012.00968.x>

Ohta, T., Miyake, H., Miura, C., Kamei, H., Aida, K., & Miura, T. (2007). Follicle-stimulating hormone induces spermatogenesis mediated by androgen production in Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Biology of Reproduction*, 77(6), 970-977.

<https://doi.org/10.1095/biolreprod.107.062299>

Oliveira, M. M., Ribeiro, T., Orlando, T. M., Oliveira, D. G. S., Drumond, M. M., Freitas, R. T. F., & Rosa, P. V. (2014). Effects crude protein levels on female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reproductive performance parameters. *Animal Reproduction Science*, 150, 62-69. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.08.006>

Orlando, T. M., Oliveira, M. M., Paulino, R. R.; Costa, A. C., Allaman, I. B., & Rosa, P. V. (2017). Reproductive performance of female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets with different digestible energy levels. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(1):1-7.

<http://dx.doi.org/10.1590/s1806-92902017000100001>

Pasupuleti, V. K., & Braun, S. (2010). State of the art manufacturing of protein hydrolysates. *Protein Hydrolysates in Biotechnology*, 11–32.;

https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6674-0_2

Pereira, M. M. Dietas suplementadas com minerais orgânicos e inorgânicos para tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (fases juvenil, reprodutora e larval). (2019). Jaboticabal – SP. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP – CAUNESP

Querol, M. V. M., Querol, E., & Gomes, N. N. A. (2002). Fator de condição gonadal, índice hepatossomático e recrutamento como indicadores do período de reprodução de *Loricariichthys platymetopon* (Osteichthyes, Loricariidae), bacía do rio Uruguai médio, sul do Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, 92(3), 79-84. <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212002000300008>

Ranzani-Paiva, M.J.T., Pádua, S.B., Tavares-Dias, M., & Egami, M.I. (2013). Métodos para análise hematológica em peixes. 1ª ed., Maringá – PR, Universidade Estadual de Maringá - UEM. 135 p.

Ribeiro, M. J. P., Evangelista, M. M., Sanches, E. A., Lopes, T. S., Gonçalves, G. S. & Romagosa, E. (2018). Effect of diets of different protein levels for Nile tilapia broodstock on sperm quality characteristics and on egg biomass production and fecundity. *Global Journal of Fisheries and Aquaculture*, 6 (1), 445-454.

<http://globalscienceresearchjournals.org/journals>

Ribeiro, M. J. P., Evangelista, M. M., Antônio, E., Gonçalves, G. S., & Romagosa, E. (2017). Crude protein in diets for Nile tilapia broodfish. *Boletim do Instituto de Pesca*, 43, 35-46.

<http://dx.doi.org/10.20950/1678-2305.2017.35.46>

Rocha J. D. A. M. (2018). Proteína hidrolisada de frango para tilápia do Nilo: digestibilidade e desempenho produtivo. Toledo – PR. Tese (doutorado) Programa Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca. Universidade Estadual Do Oeste Do Paraná.

Rurangwa, E., Kime, D. E., Ollevier, F., & Nash, J. P. (2004). The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. *Aquaculture*, 234, 747– 28.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.12.006>

Sanches, E. A., Bombardelli, R. A., Marcos, R. M., Neumann, G., De Toledo, C. P. R., & Romagosa, E. (2010). Sperm motility of *Rhamdia quelen* studied using computer-assisted analysis by open-source software. *Aquaculture Research*, 42(1), 153-156.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02598.x>

Sanches, E. A., Marcos, R. M., Baggio, D. M., Tessaro, L., Balen, R. E., & Bombardelli, R. A. (2011). Sperm concentration estimate of fish semen using spermatocrit method. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(6), 1163-1167. [10.1590/S1516-35982011000600001](https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000600001)

Sanches, E. A., Bombardelli, R. A., Baggio, D. M., & Souza, B. E. D. (2009). Dose inseminante para fertilização artificial de ovócitos de dourado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(11), 2091-2098.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001100003>

Sarmiento, N. L. A. F., Martins, E. F. F., Costa, D. C., Silva, W. S., Mattioli, C. C., Luz, M. R., & Luz, R. K. (2017). Effects of supplemental dietary vitamin C on quality of semen from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) breeders. *Reproduction in Domestic Animals*, 52(1), 144-152.

<https://doi.org/10.1111/rda.12870>

Shokr, E. S. (2015). Effect of Follicular Stimulating Hormone and Leutinizing Hormone on Reproduction, Physiological and Biochemical Changes of *Oreochromis niloticus*. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences Physiology & Molecular Biology*, 7(1), 61-73.

<https://doi.org/10.21608/EAJBSC.2015.13703>

Siddiqui, A. Q., Al-Hafedh, Y. S., & Ali, S. A. (1998). Effect of dietary protein level on the reproductive performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture research*, 29(5), 349-358.

<https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1998.00206.x>

Siddiqui, A. Q., Al-Harbi, A. H., & Al-Hafedh, Y. S. (1997). Effects of food supply on size at first maturity, fecundity and growth of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) \times *Oreochromis aureus* (Steindachner), in outdoor concrete tanks in Saudi Arabia. *Aquaculture Research*, 28(5), 341-349. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1997.t01-1-00864.x>

StatSoft (2005). *Statistica 7.0 Software*. Tucksas, USA.

Streit Jr, D. P., de Moraes, G. V., Ribeiro, R. P., Povh, J. A., de Souza, E. D., & de Oliveira, C. A. L. (2004). Avaliação de diferentes técnicas para coloração de sêmen de peixes. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 7(2). <https://doi.org/10.25110/arqvet.v7i2.2004.82>

Tavares-Dias, M., & Mataqueiro, M. I. (2004). Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, 26(2), 157-62.

Toldrá, F., & Reig, M. (2011). Innovations for healthier processed meats. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 517-522. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.08.007>

Toldrá, F., Aristoy, M. C., Mora, L., & Reig, M. (2012). Innovations in value-addition of edible meat by-products edible meat by-products. *Meat Science*, 92, 290-296. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.004>

Tsou, M. J., Lin, W. T., Lu, H. C., Tsui, Y. L., & Chiang, W. D. (2010). The effect of limited hydrolysis with Neutrased and ultrafiltration on the anti-adipogenic activity of soy protein. *Process Biochemistry*, 45(2), 217-222. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2009.09.010>

Tu, M., Cheng, S., Lu, W., & Du, M. (2018). Advancement and prospects of bioinformatics analysis for studying bioactive peptides from food-derived protein: Sequence, structure, and functions. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 105, 7-17. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.04.005>

Wayne Hou, J., Collins, D. C., & Schleicher, R. L. (1990). Sources of cholesterol for testosterone biosynthesis in murine Leydig cells. *Endocrinology*, 127(5), 2047-2055. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2019.110643>

Wilson-Leedy, J. G., & Ingermann, R. L. (2007). Development of a novel CASA system based on open source software for characterization of zebrafish sperm motility parameters. *Theriogenology*, 67, 661– 672. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.10.003>

Yogata, H., & Oku, H. (2000). The effects of swimming exercise on growth and wholebody protein and fat contents of fed and unfed fingerling yellowtail. *Fisheries science*, 66(6), 1100-1105. <https://doi.org/10.1046/j.1444-2906.2000.00175.x>