



## EFEITO DE DIETAS COM HIDROLISADO PROTEICO DE FÍGADO DE AVES SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE PÓS-LARVAS DE TILÁPIA-DO-NILO

Amanda Caroline **Franco**<sup>1</sup>; Milena Xavier Barreto **Martins**<sup>2</sup>; Bruna Milke **Chiste**<sup>3</sup>; Cristiano Campos **Mattioli**<sup>4</sup>; Hamilton **Hisano**<sup>5</sup>

Nº 21402

**RESUMO** – A bioconversão de subprodutos de processamento de aves e suínos em hidrolisados proteicos representam uma alternativa econômica, ambiental e nutricionalmente balanceada para inclusão em dietas para organismos aquáticos. O objetivo do presente estudo foi avaliar o uso do hidrolisado de fígado de aves (HFA) como aditivo zootécnico para pós-larvas de tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, nos quais foram avaliadas cinco dietas formuladas à base de ingredientes de origem vegetal, suplementadas com níveis crescentes de HFA (0%, 1%, 2%, 4% e 8%) por 30 dias consecutivos. Trezentas e vinte pós-larvas de peso médio inicial de  $17,62 \pm 2,81$  mg e comprimento inicial de  $10,50 \pm 0,69$  mm foram distribuídas em 20 hapas de 30 L (com malha de 1 mm), dispostas em cinco tanques de 250 L em sistema de recirculação, dotados de aeração, filtragem mecânica e biológica e temperatura controlada por aquecedores, em densidade máxima de estocagem de 16 pós-larvas hapa<sup>-1</sup>. Ao final de 30 dias de experimento foi realizada a biometria dos peixes para os cálculos de desempenho zootécnico. Observou-se que os animais alimentados com 2% e 8% de HFA na dieta, apresentaram melhores respostas de desempenho zootécnico, sendo estes dois níveis estatisticamente semelhantes. Considerando os resultados do presente trabalho, recomenda-se a inclusão de 2% de hidrolisado proteico de fígado de aves (HFA) em dietas para fase inicial de tilápia para obtenção de melhores respostas de desempenho zootécnico.

<sup>1</sup> Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Medicina Veterinária, Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ, Jaguariúna-SP; amandfranc10@gmail.com

<sup>2</sup> Colaborador: Bolsista CNPq (ITIA-A): Graduação em Medicina Veterinária, Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ, Jaguariúna-SP.

<sup>3</sup> Colaborador: Médica Veterinária, UniFAJ, Jaguariúna-SP.

<sup>4</sup> Colaborador: Bolsista DTI – B CNPq/Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

<sup>5</sup> Orientador: Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP; hamilton.hisano@embrapa.br



**Palavras-chave:** aquicultura, nutrição animal, alimento alternativo, aditivo, bioconversão, proteína.

**ABSTRACT** – *The bioconversion of poultry and swine processing by-products into protein hydrolysates represents an economic, environmental, and nutritionally balanced alternative for inclusion in diets for aquatic organisms. The aim of the present study was to evaluate the use of broiler liver hydrolysate as a feed additive for Nile tilapia Oreochromis niloticus post-larvae. A completely randomized design with five treatments and four replications was used, in which five diets formulated based on ingredients of plant origin were evaluated, supplemented with increasing levels of commercial protein hydrolysate (0%, 1%, 2%, 4%, and 8%) for 30 days consecutive. Three hundred and twenty post-larvae with an initial average weight of  $17.62 \pm 2.81$  mg and initial length of  $10.50 \pm 0.69$  mm, distributed in 20 hapas with 30 L (1 mm mesh) arranged in five 250 L tanks in a recirculation system, equipped with aeration, mechanical and biological filtration, and temperature controlled by heaters, with a maximum storage density of 16 post-larvae hapa<sup>-1</sup>. At the end of the experiment (30 days), measurements of fish biometrics were taken to calculate zootechnical performance. It was observed that the animals fed with 2% and 8% of broiler liver protein hydrolysate in the diet showed better responses of zootechnical indices, these two levels being statistically similar. Considering the results of the present work, it is recommended the inclusion of 2% of protein broiler liver hydrolysate in diets for tilapia in the initial phase in order to obtain better growth performance responses.*

**Keywords:** aquaculture, animal nutrition, alternative food, additive, bioconversion, protein.

## 1. INTRODUÇÃO

Em função do aumento do consumo de pescados no Brasil e no mundo, estima-se que a produção total de peixes deverá aumentar para 204 milhões de toneladas em 2030 (FAO, 2020). Para atender essa demanda crescente, a aquicultura está crescendo a cada ano, uma vez que a produção da pesca extrativista encontra-se estagnada. De acordo com o IBGE (2020), nos últimos 5 anos verificou-se aumento de cerca de 25% na produção de peixes de água doce do Brasil, o que representa quase 90% da produção aquícola do país.



A principal espécie de água doce cultivada no Brasil é a tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus*, que se destaca das demais pelo rápido crescimento, reprodução precoce e parcelada e alta prolificidade, proporcionando a produção de grandes quantidades de alevinos, além de apresentar resistência às doenças, tolerância ao cultivo em altas densidades e em ambientes adversos e estressantes, o que a impulsionou como principal espécie da piscicultura brasileira (VALENTI *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2015).

Para atender à crescente demanda da piscicultura, a adequada nutrição e alimentação são itens fundamentais, uma vez que o custo com a ração representa a maior parte do custo de produção de peixes. Dessa forma, é necessário formular dietas que satisfaçam as exigências nutricionais das distintas espécies de peixes usando ingredientes de alta qualidade (GODOY *et al.*, 2016). Convencionalmente, a farinha de peixe tem sido a base de proteína animal utilizada em rações comerciais destinadas à piscicultura, fornecendo cerca de 50% da proteína total, devido aos seus componentes nutricionais e alta palatabilidade (MONTROYA-CAMACHO *et al.*, 2019).

Assim, é importante uma avaliação constante de ingredientes alternativos que possam substituir a farinha de peixe na formulação de rações destinadas à piscicultura. Neste contexto, subprodutos da agroindústria de processamento de aves e suínos apresentam potencial para a produção de hidrolisados proteicos com características apropriadas para uso em dietas de várias espécies de animais, em função da qualidade nutricional, elevada digestibilidade e fonte de pequenos peptídeos (MARTÍNEZ-ALVAREZ *et al.*, 2015), além de serem capazes de fornecer macro e micronutrientes como proteína, lipídios, vitaminas e minerais (FERREIRA *et al.*, 2017). Adicionalmente, os hidrolisados proteicos geralmente apresentam boa palatabilidade, promovem o equilíbrio da microbiota intestinal, modulam a atividade do sistema imune e apresentam características antioxidantes (GOMES, 2020).

O Brasil é um grande produtor de aves e suínos (IBGE, 2017) e a sua agroindústria gera muitos subprodutos como vísceras, fígado, pele, penas, entre outros, que podem ser processados para a produção de farinhas, óleos e gorduras. Em 2016, a produção brasileira de avicultura de corte foi a segunda maior do mundo, com mais de 12,9 milhões de toneladas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2017). Dessa forma, a produção de hidrolisado proteico obtido a partir de subprodutos de processadoras avícolas atendem às recomendações de Hisano e Portz (2007) para o uso comercial de alimentos alternativos nas fábricas de ração para peixes, pois pode ser produzido em grande escala, de forma contínua e com padrão de qualidade nutricional.



A proteína hidrolisada de frango, obtida a partir de subprodutos do abate de aves, tem sido recentemente identificada como promissora em dietas para tilápia-do-nylo por ser uma fonte proteica altamente digestível, com coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes superior a 90%, além de apresentar peptídeos funcionais (LUCZINSKI, 2019). Vários estudos têm demonstrado o uso de hidrolisados para o benefício do desenvolvimento de peixes, entretanto, se concentram na produção e utilização de subprodutos hidrolisados do processamento de peixes marinhos e de água doce (SWANEPOEL; GOOSEN, 2018; NARIKIMELLI *et al.*, 2019; UCZAY *et al.*, 2019).

O objetivo do presente estudo foi avaliar a inclusão de hidrolisado de fígado de aves (HFA) como aditivo zootécnico para pós-larvas de tilápia-do-nylo e verificar o efeito sobre o desempenho produtivo durante 30 dias.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecotoxicologia e Biossegurança (LEB) da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. Todos os protocolos experimentais realizados neste trabalho seguiram as determinações que envolveram a aprovação da Comissão de Ética para o Uso de Animais (CEUA), protocolo 011/2019, da Embrapa Meio Ambiente.

Larvas de tilápia-do-nylo recém eclodidas foram adquiridas em piscicultura comercial, localizada no município de Monte Mor, SP. Ao serem recebidas no laboratório foram previamente estocadas por 48 horas, a fim de serem aclimatadas. A água utilizada durante este período de adaptação apresentou as seguintes características: temperatura 27,4°C (controlada por termostato); pH 6,6; oxigênio dissolvido >5 mg.L<sup>-1</sup>, provido por aeração artificial constante; condutividade elétrica 14,00 µS.cm<sup>-1</sup> e amônia NH<sub>4</sub> <0,1 mg.L<sup>-1</sup>. Realizou-se uma vez ao dia a renovação da água por sifonamento, a fim de eliminar quaisquer resíduos acumulados por decantação no fundo do tanque. Os parâmetros de qualidade da água foram controlados por sonda Horiba (modelo U 53) e por testes rápidos LabconTest®.

Trezentos e vinte pós-larvas de peso médio inicial de 17,62 ± 2,81 mg e comprimento inicial de 10,50 ± 0,69 mm foram distribuídas aleatoriamente em 20 hapas de 30 L (com malha de 1 mm), organizadas em cinco tanques de 250 L em sistema de recirculação, dotados de aeração, filtragem mecânica e biológica, temperatura controlada por aquecedores e em densidade máxima de estocagem de 16 pós-larvas por hapa. Os animais foram alimentados com dietas formuladas à base de ingredientes de origem vegetal, suplementadas com níveis crescentes de hidrolisado proteico



comercial (0%, 1%, 2%, 4% e 8%) por 30 dias consecutivos, totalizando cinco tratamentos e quatro repetições.

A alimentação das pós-larvas foi dividida em seis vezes ao dia, sendo às 8:00h, 9:40h, 11:20h, 13:00h, 14:40h e 16:30h, fornecida até a saciedade aparente. As rações foram preparadas no Laboratório de Ecossistemas Aquáticos (LEA), da Embrapa Meio Ambiente, cuja composição e valores nutricionais estão apresentados na Tabela 1. Os ingredientes foram homogeneizados e misturados manualmente e, em seguida, a mistura foi peletizada em moedor de carne (modelo MCR 22-SS, Gpaniz Indústria de Equipamentos para Alimentação Ltda., Caxias do Sul, RS). A secagem da ração foi realizada em estufa com ventilação forçada a 55°C durante 24 horas (modelo MA035/1, Marconi Equipamentos Para Laboratórios Ltda., Piracicaba, SP). Na sequência, os pellets foram triturados em moinho analítico (modelo A 11, IKA® - Campinas, SP), e peneirados em malha de 0,5 mm e armazenados em freezer (-20°C).

**Tabela 1.** Composição e valores nutricionais das dietas experimentais com base na matéria seca.

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>0%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>	<b>8%</b>
Farelo de soja	54,50	54,50	54,47	54,70	54,80
Glúten de milho	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Farinha de peixe	23,00	22,00	21,00	19,00	15,00
Hidrolisado FA <sup>1</sup>	0,00	1,00	2,00	4,00	8,00
Fubá de milho	2,06	1,98	1,94	1,52	1,03
Farelo de trigo	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
DL - Metionina	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17
Óleo de soja	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18
Fosfato Bicálcico	0,60	0,46	0,35	0,19	0,00
Calcário	0,00	0,22	0,40	0,75	1,32
Premix vitam/min <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
<b>Composição centesimal (%)</b>					
Energia Digestível (Kcal Kg <sup>-1</sup> )	3500,03	3499,69	3500,03	3500,76	3500,95
Proteína Digestível	38,64	38,63	38,64	38,65	38,63
Proteína Bruta	41,61	41,53	41,61	41,79	42,07
Fibra Bruta	4,00	3,99	4,00	4,00	4,00
Extrato Etéreo	5,79	5,80	5,79	5,77	5,62
Cálcio total	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Fósforo disponível	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Metionina	0,75	0,74	0,75	0,75	0,76
Lisina	2,24	2,23	2,24	2,24	2,24
Triptofano	0,40	0,40	0,40	0,41	0,43
Treonina	1,24	1,22	1,23	1,27	1,34

<sup>1</sup> FA: Fígado de aves. <sup>2</sup> Premix vitam/min, composição kg<sup>-1</sup> do produto: Selênio: 75,00 mg; Ferro: 15,00; Cobre: 2.000,00 mg; Cloreto de colina: 125,00 g; Manganês: 3.750,00 mg; Zinco: 20,00 g; Iodo: 125,00 mg; Niacina: 7.800,00 mg; Ácido fólico: 750,00 mg; Ácido pantotênico: 3.750,00 mg; Biotina: 125,00 mg; Vitamina C: 53,00 g; Vitamina A: 2.000.000,00 UI;



Vitamina E: 15.000,00UI; Vitamina K3: 1.000,00 mg; Vitamina B1: 2.500,00 mg; Vitamina B2: 2.500,00 mg; Vitamina B6: 2.000,00 mg; Vitamina B12: 5.000,00 mg.

O controle da qualidade de água foi realizado com filtros em sistema *air-lift*, bombeamento de água e renovação de água diária. Os parâmetros de qualidade de água avaliados durante o período experimental foram: temperatura, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito, pH, dureza e condutividade. Os testes de amônia, nitrito e dureza, foram realizados por kits comerciais colorimétricos LabCon (Alcon® - Camboriú - Brasil). A temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade foram analisados por meio do multiparâmetros Horiba U-50 (HORIBA Advanced Techno Co., Ltd. Kyoto - Japão). Ao final do experimento foi realizada a biometria dos peixes para os cálculos de desempenho zootécnico. Calculou-se o peso final (PF), ganho de peso (GP), crescimento total final (CTF) e taxa de crescimento específico (TCE).

Os resultados obtidos para as diferentes variáveis e análises foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade da variância, seguido por análise de variância (ANOVA). Para as variáveis quantitativas de desempenho, inicialmente aplicou-se a regressão polinomial, porém o coeficiente de determinação da equação ou o modelo predito não foram adequados à resposta biológica. Adicionalmente foi utilizado o teste SNK (Student-Newman-Keuls) ou teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados no programa estatístico R versão 3.4.5.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros de desempenho zootécnico são apresentados na Tabela 2. Observa-se que os animais alimentados com de 2% e 8% de hidrolisado proteico de fígado de aves (HFA) apresentaram as melhores respostas de peso final (PF), ganho de peso (GP), crescimento total final (CTF) e taxa de crescimento específico (TCE), sendo estatisticamente semelhantes entre esses tratamentos. No entanto, em níveis superiores a 2% de inclusão do HFA observou-se que as respostas de desempenho foram semelhantes àsquelas obtidas para peixes que receberam as dietas controle e 1%, respectivamente, sugerindo que a suplementação com 2% é a concentração ideal, na qual promove a melhor estratégia entre ganhos zootécnicos e redução de custos pela eficiência no uso de um aditivo a partir da menor concentração com os melhores resultados. Apesar do tratamento com concentração de 4% de HFA proporcionar respostas positivas sobre PF, GP e TCE, este nível de suplementação não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos.



**Tabela 2.** Médias ( $\pm$  desvio padrão) do peso final (PF), ganho de peso (GP), crescimento total final (CTF) e taxa de crescimento específico (TCE).

Tratamento (% de HFA)	PF (g)	GP	CTF	TCE
0	0,635 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	0,617 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	31,586 $\pm$ 0,75 <sup>bc</sup>	12,799 $\pm$ 0,31 <sup>b</sup>
1	0,598 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	0,581 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	29,790 $\pm$ 1,20 <sup>c</sup>	12,580 $\pm$ 0,41 <sup>b</sup>
2	0,863 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	0,846 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	35,875 $\pm$ 0,90 <sup>a</sup>	13,888 $\pm$ 0,44 <sup>a</sup>
4	0,692 $\pm$ 0,11 <sup>ab</sup>	0,675 $\pm$ 0,11 <sup>ab</sup>	33,066 $\pm$ 1,52 <sup>b</sup>	13,085 $\pm$ 0,57 <sup>ab</sup>
8	0,828 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	0,811 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	35,686 $\pm$ 2,39 <sup>a</sup>	13,717 $\pm$ 0,64 <sup>a</sup>

Médias seguidas de letras minúsculas distintas diferem pelo teste de SNK ( $P < 0,05$ ). HFA: hidrolisado de fígado de aves.

Segundo Baldisserotto (2013), níveis elevados de proteínas hidrolisadas na dieta diminuem a secreção do hormônio colecistocinina (CCK), que conseqüentemente interfere negativamente no desenvolvimento larval. Porém, o autor afirma que quando as proteínas hidrolisadas são disponibilizadas em concentrações de 10% a 15%, estas auxiliam no desenvolvimento larval, pois são facilmente absorvidas pelos enterócitos. Essas concentrações de proteínas hidrolisadas também agem estimulando a atividade de di e tripeptidases intracelulares que facilitam a assimilação de aminoácidos pelos peixes (FAIRCLOUGH *et al.*, 1980; ZHANGHI; MATTHEWS, 2010).

Alguns estudos sugerem que a inclusão dietética da proteína hidrolisada pode compensar qualquer falta na capacidade larval para processar proteínas intactas da dieta (DABROWSKI, 1984; KAUSHIK, 1995; CARVALHO *et al.*, 1997). Em seu estudo com Alabote do Atlântico (*H. hippoglossus* L.), RONNESTAD *et al.* (2007) concluíram que a capacidade larval de digerir e absorver a proteína da dieta é limitada e pode constituir uma restrição à produção intensiva de pós-larvas em dietas à base de proteína.

No estudo desenvolvido por Luczinski (2019), observou-se que para juvenis de tilápia-do-nylo com 221,37  $\pm$  2,58 g de peso médio, a dieta contendo 4% da proteína hidrolisada de frango determinou menor peso relativo comparada a não suplementada ( $P < 0,05$ ). Em contrapartida, no estudo de Gomes (2020), com alevinos de *O. niloticus*, peso inicial de 1,38  $\pm$  0,13 g e 1,70  $\pm$  0,10 g, não houve efeito significativo do hidrolisado proteico (HP), para as variáveis de desempenho produtivo, índices corporais e variáveis metabólicas. O nível de 4% de HP foi considerado o melhor e utilizado para comparação com a ração premium, apesar da suplementação dessa dieta ter proporcionado maior taxa de sobrevivência nos peixes, também resultou em menor consumo de ração, crescimento, eficiência de utilização de nutrientes e rendimentos de carcaça quando comparada com a ração premium. Mesmo o hidrolisado não apresentando efeito palatilizante e promotor de crescimento, em condições de desafio, o nível de inclusão de 4% protegeu contra danos oxidativos.



A temperatura medida nos diferentes tratamentos está apresentada na Tabela 3. Esse parâmetro foi o único que apresentou diferença estatística. É possível observar que o tratamento controle diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, apresentando a maior temperatura, com o tratamento com 1% de hidrolisado sendo estatisticamente semelhante ao tratamento com 4% de hidrolisado. Observa-se ainda que o tratamento com 2% de hidrolisado assemelha-se estatisticamente ao tratamento com 4% e com 8% de hidrolisado, mas distingue-se dos demais tratamentos, porém todos os tratamentos mantiveram-se dentro do parâmetro recomendado para a espécie. De acordo com Borges (2009), as tilápias apresentam conforto térmico em temperaturas de água entre 26°C e 28°C. Os valores obtidos no estudo estão dentro do recomendado para a espécie.

**Tabela 3.** Médias ( $\pm$  desvio padrão) da temperatura após 30 dias de experimentação.

Tratamento (% de HFA)	Temperatura (°C)
0	28,28 $\pm$ 0,46 <sup>a</sup>
1	27,21 $\pm$ 0,74 <sup>c</sup>
2	27,71 $\pm$ 0,43 <sup>b</sup>
4	27,39 $\pm$ 0,71 <sup>bc</sup>
8	27,75 $\pm$ 0,64 <sup>b</sup>

Médias seguidas de letras minúsculas distintas diferem pelo teste de Tukey (P <0,05). HFA: hidrolisado de fígado de aves.

Os parâmetros de qualidade de água, sendo eles, pH, oxigênio dissolvido, condutividade, amônia, dureza e nitrito não apresentaram diferença estatística e mantiveram-se dentro dos parâmetros recomendados para a espécie. O pH se manteve em média 7,32, o oxigênio dissolvido 5,36 mg.L<sup>-1</sup>, a condutividade 2,36  $\mu$ S.cm<sup>-1</sup>, a amônia 0,28 ppm, a dureza manteve-se a 50,00 ppm e o nitrito 0,15  $\mu$ mol.L<sup>-1</sup> (P >0,05).

Para as tilápias, o valor ideal de pH é de 7 a 8,5, oxigênio dissolvido entre 3-6 mg.L<sup>-1</sup> e o nitrito deve ser menor que 0,5  $\mu$ mol.L<sup>-1</sup> (BORGES, 2009). A condutividade elétrica deve estar entre 23  $\mu$ S.cm<sup>-1</sup> e 71  $\mu$ S.cm<sup>-1</sup>, as concentrações de amônia não devem estar abaixo de 0,50 ppm, os valores ideais de dureza variam entre 40 ppm e 60 ppm e os níveis de nitrito não devem ultrapassar 0,50  $\mu$ mol.L<sup>-1</sup> (WACHHOLZ *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015).

Vale ressaltar que ainda são necessários mais estudos que avaliem o potencial de hidrolisados proteicos provenientes de subprodutos da suíno e avicultura, que atuem como aditivos, palatabilizantes e promotores de crescimento em dietas para peixes. Segundo Peron *et al.* (2020), os hidrolisados proteicos influenciam positivamente no desempenho zootécnico, principalmente, nas fases iniciais de criação, em que a alimentação e nutrição é considerada um fator crítico.



#### 4. CONCLUSÃO

A inclusão de 2% de hidrolisado proteico de fígado de aves em dietas para fase inicial de tilápia-do-nilo (0,0176 g a 0,863 g) proporciona a obtenção de melhores respostas de desempenho zootécnico.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica (PIBIC) e à Embrapa Meio Ambiente pelo suporte laboratorial para execução dos ensaios e análises.

#### 6. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual** 2017. São Paulo: ABPA, 2018, p. 31.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 3. ed. Santa Maria: Ed. UFMS, 2013.
- BORGES, A. M. **Criação de tilápias**. 2. ed. Brasília, DF. Emater-DF, 2009. Disponível em: <<https://emater.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/Cria%c3%a7%c3%a3o-de-til%c3%a1pias.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2021.
- CARVALHO, A. P. *et al.* First feeding of common carp larvae on diets with high levels of protein hydrolysates. **Aquaculture International**, v. 5, n. 4, p. 361–367, 1997.
- DABROWSKI, K. The feeding of fish larvae: present “state of the art” and perspectives. **Reproduction Nutrition Développement**, v. 24, n. 6, p. 807-833, 1984.
- FAIRCLOUGH, P.D. *et al.* Comparison of the absorption of two protein hydrolysates and their effects on water and electrolyte movements in the human jejunum. **Gut**, v. 21, p.829-834, Oct. 1980.
- FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2020**: sustainability in action. Rome: FAO, 2020. 206 p.
- FERREIRA, A. *et al.* Brazilian poultry activity waste: Destinations and energetic potential. 2017. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, p. 3081-3089, 2017.
- GODOY, A. *et al.* Apparent digestibility of fish meat and bone meal in Nile tilapia. **Archivos de Zootecnia**, v. 65, p. 341–348, 2016.
- GOMES, J. R. **Hidrolisado proteico de fígado de aves como aditivo em dietas para tilápia do Nilo**. 2020. 70 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- HISANO, H., PORTZ, L. Redução de custos de rações para tilápia: a importância da proteína. **Bahia Agrícola**, v.8, n. 1, p. 1-4, nov. 2007.
- IBGE. **Abate de frangos, suínos e bovinos aumentou no 1º tri de 2017 frente ao mesmo período de 2016**. [Rio de Janeiro]: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/10217-abates-de-frangos-suinios-e-bovinos-aumentou-no-1-tri-de-2017-frente-ao-mesmo-periodo-de-2016>> Acesso em: 28 jun. 2021.



IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal 2017, 2018 e 2019**. [Rio de Janeiro]: IBGE, 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940#resultado>> Acesso em: 07 jun. 2021.

KAUSHIK, S. J. Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carp culture. **Aquaculture**, v. 129, n. 1-4, p. 225–241, 1995.

LUCZINSKI, T. G. **Proteína hidrolisada de frango em dietas para juvenis de tilápia-do-nilo**. 2019. 28 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.

MARTÍNEZ-ALVAREZ, O. *et al.* Protein hydrolysates from animal processing by-products as a source of bioactive molecules with interest in animal feeding: a review. **Food Research International**, v. 73, p. 204-212. 2015.

MONTOYA-CAMACHO, N. *et al.* **Advances in the use of alternative protein sources for tilapia feeding**. 2018. **Reviews in Aquaculture**, v. 11, p. 515–526, 2019.

NARIKIMELLI, A. *et al.* Characterization of physicochemical parameters of fish protein hydrolysate from bycatch upeneus taeniopterus (cuvier, 1829). **International Journal Research Analytical Reviews**, v. 6, p. 721–738, 2019.

PERON, F. P. *et al.* **Avaliação de proteína hidrolisada de aves e suínos aminEAU Tilápia® sobre o desempenho e resistência ao estresse da tilápia do Nilo na fase inicial**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 8, p.55058-55064. 2020.

RONNESTAD, I. *et al.* **Digestive physiology of marine fish larvae: Hormonal control and processing capacity for proteins, peptides and amino acids**. *Aquaculture*, 268(1-4), 82–97. 2007.

SILVA, G. F. *et al.* **Tilápia-do-Nilo: criação e cultivo em viveiros no estado do Paraná**. Curitiba: GIA, 2015. 290 p.

SWANEPOEL, J. C.; GOOSEN, N. J. Evaluation of fish protein hydrolysates in juvenile african catfish (*clarias gariepinus*) diets. **Aquaculture**, v. 496, p. 262–269. 2018.

UCZAY, J. *et al.* Fish meal replaced by hydrolysed soybean meal in diets increases growth and improves the antioxidant defense system of silver catfish (*rhamdia quelen*). **Aquaculture Research**, v. 50, p. 1438–1447. 2019.

VALENTI, W. C. *et al.* Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture Reports**, v. 19, 100611, March 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352513421000272#sec00005>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

WACHHOLZ, L. *et al.* Cultivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de terminação em tanque escavado. **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 12, n. 6, p. 4470-4477. 2015. Disponível em: <<https://www.nutritime.com.br/site/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-351.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2021.

ZHANGHI, B.M.; MATTHEWS, J.C. Physiological importance and mechanisms of protein hydrolysate absorption. In: PASUPULETI, V.K.; DEMAINE, A.L. (Ed.). **Protein hydrolysates in Biotechnology**. Dordrecht: Springer, 2010. p.135-177.