

## **Hidrolisado proteico de fígado de aves na dieta de larvas de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**

**Poultry liver protein hydrolyzate in the diet of tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae**

**Hidrolizado de proteína de hígado de ave en la dieta de larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*)**

Recebido: 12/10/2023 | Revisado: 09/11/2023 | Aceitado: 16/11/2023 | Publicado: 19/11/2023

### **Guilherme Henrique de Paula**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4516-8751>

Instituto Federal do Paraná, Brasil

E-mail: [depaulahguilherme@gmail.com](mailto:depaulahguilherme@gmail.com)

### **Kimberly da Silva Matiello**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6254-4310>

Instituto Federal do Paraná, Brasil

E-mail: [kinberlymattiello@gmail.com](mailto:kinberlymattiello@gmail.com)

### **Wilson Alessandro de Moura**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7078-1457>

Instituto Federal do Paraná, Brasil

E-mail: [wilsonifprfoz@gmail.com](mailto:wilsonifprfoz@gmail.com)

### **Elisiane da Silva Figueiredo**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5864-6583>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

E-mail: [elisiane.figueiredoferraz@gmail.com](mailto:elisiane.figueiredoferraz@gmail.com)

### **Karine Nascimento da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0352-2604>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

E-mail: [karinenascimento.ifpr@gmail.com](mailto:karinenascimento.ifpr@gmail.com)

### **Sidnei Klein**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1164-3434>

Instituto Federal do Paraná, Brasil

E-mail: [sidnei.klein@ifpr.edu.br](mailto:sidnei.klein@ifpr.edu.br)

### **Evandro Marcos Kolling**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9452-6374>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

Email: [kolling@utfpr.edu.br](mailto:kolling@utfpr.edu.br)

### **Adilson Reidel**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1450-9268>

Instituto Federal do Paraná, Brasil

E-mail: [adilson.reidel@ifpr.edu.br](mailto:adilson.reidel@ifpr.edu.br)

### **Arcangelo Augusto Signor**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4686-3488>

Instituto Federal do Paraná, Brasil

E-mail: [arcangelo.signor@ifpr.edu.br](mailto:arcangelo.signor@ifpr.edu.br)

### **Resumo**

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de larvas de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de hidrolisados de fígado de aves. Foram utilizadas 700 larvas com dois dias de vida, distribuídas em 28 caixas (40 litros), em um delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em rações com diferentes inclusões de hidrolisados de fígado de aves: 0 (controle), 2, 4, 6, 8, 10 e 12% em rações isoprotéicas (38% de PB). O arraçamento foi realizado seis vezes ao dia (8; 10; 12; 14; 16 e 18 h). Não houve influência do hidrolisado no peso final, comprimento final, biomassa final, fator de condição e sobrevivência das larvas. As larvas que receberam rações com 4 e 6% de hidrolisado apresentaram maior padronização em peso dos animais. Recomenda-se a utilização de no mínimo 4% de hidrolisado proteico de fígado de aves proporcionando maior uniformidade das larvas de tilápia do Nilo.

**Palavras-chave:** Aquicultura; Desempenho zootécnico; Produtos biotecnológicos.

### **Abstract**

The objective of the present work was to evaluate the performance of Nile tilapia larvae fed with increasing levels of poultry liver hydrolysates. 700 two-day-old larvae were used, distributed in 28 boxes (40 liters), in a completely randomized design with seven treatments and four replications. The treatments consisted of diets with different inclusions of poultry liver hydrolysates: 0 (control), 2, 4, 6, 8, 10 and 12% in isoprotein diets (38% CP). Feeding was carried out six times a day (8; 10; 12; 14; 16 and 18 h). There was no influence of the hydrolyzate on the final weight,

final length, final biomass, condition factor and survival of the larvae. Larvae that received diets with 4 and 6% hydrolyzate showed greater standardization in animal weight. It is recommended to use at least 4% of poultry liver protein hydrolyzate, providing greater uniformity of Nile tilapia larvae.

**Keywords:** Aquaculture; Zootechnical performance; Biotechnological products.

### Resumen

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho das larvas de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de hidrolisados de fígado de aves. Foram used 700 larvas com dos días de vida, distribuidas em 28 cajas (40 litros), em um delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e quatro repetições. Los tratamientos consisten en raciones com diferentes inclusões de hidrolisados de fígado de aves: 0 (controlado), 2, 4, 6, 8, 10 y 12% en raciones isoprotéicas (38% de PB). El arraçoamento foi realizado seis veces al día (8; 10; 12; 14; 16 y 18 h). Não houve influência do hidrolisado no peso final, comprimento final, biomassa final, factor de condición y sobrevivência das larvas. Como larvas que reciben raciones con 4 y 6% de hidrolisado presentan mayor padronização em peso dos animales. Se recomienda utilizar un mínimo de 4% de hidrolisado proteico de fígado de aves, proporcionando mayor uniformidad a las larvas de tilápia del Nilo.

**Palabras clave:** Acuicultura; Actuación zootécnica; Productos biotecnológicos.

## 1. Introdução

O uso dos subprodutos de proteínas obtidas a partir da hidrólise para formulação de rações tem despertado interesse nos últimos anos. A hidrólise enzimática de polímeros em alimentos é um processo utilizado para melhorar propriedades físicas, químicas e funcionais dos alimentos, mantendo o valor nutritivo e facilitando a absorção das proteínas (Pacheco *et al.*, 2005; Cândido *et al.*, 2003), elevando o valor nutricional com propriedades funcionais adequadas a sua aplicação, além de obtenção de peptídeos com atividades biológicas específicas (Roslan *et al.*, 2014b; Yarnpakdee *et al.*, 2015; Vázquez *et al.*, 2017; Giannetto *et al.*, 2020). Hidrolisado proteico é um produto resultante da ação controlada de enzimas proteases sobre alimentos proteicos, regulando temperatura e o pH durante a reação enzimática para obter produto com peso molecular apropriado (Tkaczewska *et al.*, 2020; Amiza *et al.*, 2017; Roslan *et al.*, 2015; Cândido 1998), sendo que a concentração de enzimas pode afetar a eficiência da reação enzimática (Finkler *et al.*, 2022). A produção de hidrolisados proteicos pode incluir uma ampla variedade de produtos, sendo sua produção realizada a partir da hidrólise por meios químicos ou biológicos, sendo a hidrólise química usualmente a mais aplicada na prática industrial, no entanto os processos biológicos utilizando adição de enzimas propiciam produtos com maior valor nutritivo (Martins *et al.*, 2009).

Hidrolisados proteicos derivados de subprodutos do pescado podem ser capazes de substituir ou complementar a farinha de peixes na dieta dos animais e aponta algumas características qualitativas aos hidrolisados como propriedades biológicas, imunológicas e organolépticas, sendo elas, de excelente valor nutricional, com poder antioxidante, anti-hipertensivo e antimicrobiano, estimulando a imunidade não específica, melhorando a resistência a doenças e consequentemente aumentando a sobrevivência dos animais, melhora a atividade enzimática intestinal e provoca alterações da expressão gênica espacial de um possível transportador de 'di' e 'tri' peptídeos (Lorenz *et al.*, 2018). Substituto ou complementar de fonte de proteína na formulação de ração, o hidrolisado também auxilia na diminuição do estresse animal no pós-manejo de produção, demonstrado por Martins *et al.* (2021), que destacam a potencial redução do estresse em larvas de tilápia alimentadas com hidrolisado proteico de fígado de aves com 4 e 8% de inclusão deste hidrolisado resultando em menores taxas glicêmicas após estresse fisiológico agudo, sugerindo que estas inclusões melhoram as condições metabólicas, seguidas por manejo rotineiro de produção. Além disso, há uma necessidade de explorar alimentos alternativos, seja por preocupações ambientais ou pela viabilidade econômica (Nunes *et al.*, 2005).

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho das larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com níveis crescentes de hidrolisados de fígado de aves.

## 2. Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Desempenho Zootécnico do Instituto Federal do Paraná, campus Foz do Iguaçu, por um período de 28 dias (CEUA/IFPR - nº 1994100620).

Foram elaboradas sete rações com diferentes níveis de hidrolisado proteico de fígado de aves (2, 4, 6, 8, 10 e 12%) e uma ração controle 0% (isenta de hidrolisado) em rações isoproteicas (38%) (Tabela 1).

**Tabela 1** - Composição percentual e nutricional calculado das dietas para larvas de tilápia alimentadas com hidrolisado de vísceras de aves.

Ingredientes (%)	Níveis de hidrolisado de fígado de aves (%)						
	0	2	4	6	8	10	12
Farelo de soja	26,00	27,00	28,00	29,00	30,00	31,00	32,00
Milho	16,25	14,04	11,83	9,63	7,42	5,21	3,00
Farinha de peixe	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Farinha de vísceras de aves	12,00	10,87	9,76	8,64	7,53	6,42	5,32
Arroz quireira	12,00	11,33	10,67	10,00	9,33	8,67	8,00
Farinha de penas	10,00	10,55	11,09	11,64	12,18	12,72	13,24
Farinha de carne e ossos	5,90	5,92	5,94	5,95	5,97	5,99	6,00
Óleo de soja	4,00	4,30	4,60	4,91	5,21	5,51	5,81
Suplemento mineral e vitamínico*	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Metionina	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18	0,19	0,19
Propionato de cálcio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Fosfato bicálcico	0,00	0,12	0,25	0,37	0,49	0,62	0,74
Hidrolisado de aves	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00
Total	100	100	100	100	100	100	100
Nutrientes calculados							
Cálcio (%)	2,000	1,987	1,973	1,960	1,947	1,933	1,920
Fósforo total (%)	1,250	1,237	1,223	1,210	1,197	1,183	1,240
Fósforo disponível (%)	1,080	1,067	1,053	1,040	1,027	1,013	1,080
Energia bruta (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3000	3000	2950
Gordura (%)	9,090	9,077	9,063	9,050	9,037	9,023	9,720
Lisina total (%)	1,990	1,977	1,963	1,950	1,937	1,923	1,970
Metionina total (%)	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
Proteína bruta (%)	38	38	38	38	38	38	38

\* Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A (min) 2.222.222U.I.; Vit. D3 (min) 888.889U.I.; Vit. E (min) 33.333.333U.I.; Vit. K3 (min) 22.222g; Vit. B1 (min) 5.555.556mg; Vit. B2 (min) 5.555.556mg; Ácido pantotênico (min) 11,111g; Vit. B6 (min) 5.555.556mg; Vit. B12 (min) 6.667mcg; Ácido nicotínico (min) 22,222g; Ácido fólico (min) 1.333,333mg; Biotina (min) 222,22mg; Inositol (min) 88,888g; Ferro (min) 22,222g; Cobre (min) 4.000mg; Manganês (min) 6.666,67mg; Cobalto (min) 44,444mg; Zinco (min) 31,111g; Iodo (min) 177,778mg; Selênio (min) 177,778mg. Fonte: Autoria própria.

Os ingredientes foram moídos separadamente em moinho tipo martelo com peneira de 0,3mm, posteriormente, os micro-ingredientes foram adicionados à ração. O óleo de soja, foi reservado para mistura do hormônio 17-alfa-metiltestosterona, o qual foi utilizado na proporção de 60 mg/kg de ração. Após o óleo com hormônio foi incorporado na ração, e na sequência peneirado para eliminar grumos que se formam ao utilizar o óleo.

Foram utilizadas 700 larvas com dois dias de vida, distribuídas em 28 aquários (40 litros de água), com densidade de 25 larvas de tilápia por aquário. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com sete tratamentos e quatro repetições. As larvas receberam as rações fareladas com diferentes níveis de inclusão de hidrolisados seis vezes ao dia (8; 10; 12; 14; 16 e 18 horas), fornecidas *ad libitum*. A sistema apresentava renovação de água contínua, porém, foram realizadas sifonagem diárias para retiradas de sobras de rações e fezes. A sifonagem no período da manhã ocorreu após a primeira alimentação (9:30 horas) e a tarde foi realizada após a quinta alimentação às 17:00 horas.

Os parâmetros de qualidade da água como: pH, temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L) e condutividade elétrica (µS/cm) foram aferidos semanalmente com equipamentos portáteis (water, Quality Master), (Dissolved Oxygen meter, Pol-

60). A temperatura da água foi aferida diariamente (8:00 e 17:00 horas.) com o auxílio do termômetro de bulbo de mercúrio. Tais resultados médios foram de: 8,05±0,75, 26,4±1,18°C, 6,05±0,86 mg/L e 296±26,1 µS/cm, respectivamente para pH, temperatura e oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, permanecendo dentro dos parâmetros recomendados para a espécie.

Ao final do procedimento experimental, as larvas foram eutanasiadas com 250 mg/L de benzocaína, seguindo os procedimentos, posteriormente pesadas e medidas individualmente, para quantificar os parâmetros de peso final (mg), comprimento final (mm), biomassa (mg), fator de condição, sobrevivência (%), peso do maior peixe (g) e peso do menor peixe (g), uniformidade do lote (%), pesos abaixo da uniformidade (%), peixes acima da uniformidade (%).

Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade e normalidade de Cramer-Von Mises e posteriormente submetidos a análises de variância (ANOVA), por meio do programa estatístico Statistics, (2012), em médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados registrados para o desempenho produtivo das larvas (Tabela 2), não apresentaram diferenças significativas ( $p>0,05$ ) no peso final, comprimento final, biomassa, fator de condição e sobrevivência das larvas.

**Tabela 2** - Média (desvio padrão) dos parâmetros de desempenho produtivo de larvas de tilápia alimentadas com dietas apresentando diferentes níveis hidrolisado de vísceras de aves.

Parâmetros	Níveis de hidrolisados (%)							Valor de P
	0	2	4	6	8	10	12	
Peso final (mg)	702,7 (±124,9)	708,4 (±108,2)	665,2 (±71,7)	686,8 (±98,3)	765,7 (±93,8)	660,3 (±64,7)	879,8 (±178,8)	0,1225
Comprimento final (mm)	28,0 (±3,1)	27,0 (±1,6)	27,3 (±0,9)	28,7 (±1,2)	28,9 (±0,9)	28,2 (±1,3)	30,9 (±1,5)	0,0547
Biomassa final (g)	15,50 (±0,9)	16,31 (±2,85)	15,74 (±1,11)	16,32 (±2,47)	17,43 (±2,35)	16,05 (±2,13)	19,23 (±1,87)	0,5559
Fator de condição	3,3 (±0,7)	3,6 (±0,5)	3,3 (±0,5)	2,9 (±0,1)	3,2 (±0,1)	2,9 (±0,2)	2,9 (±0,3)	0,1552
Sobrevivência (%)	87,0 (±16,1)	92,0 (±5,7)	95,0 (±5,0)	95,0 (±2,0)	91,0 (±3,8)	97,0 (±3,8)	89,0 (±11,5)	0,6213
Peso do menor peixe (mg)	141,5b (±88,0)	375,5ab (±56,5)	431,8a (±20,5)	312,5ab (±185,0)	449,0a (±111,2)	336,8ab (±69,3)	369,3ab (±108,2)	0,0088*
Peso do maior peixe (mg)	1384,8a (±288,6)	1174,3ab (±211,5)	980,3b (±184,9)	995,3ab (±159,1)	1314,0ab (±302,1)	1019,5ab (±91,3)	1503,5a (±292,6)	0,0193*

\* Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ). Fonte: Autoria própria.

Os resultados demonstram que o hidrolisado proteico, é um alimento eficiente na conversão de proteína em crescimento dos peixes, embora não tenha sido observado influência do hidrolisado sobre o peso final, comprimento dos animais, sobrevivência e fator de condição, foi observado que aqueles que receberam as rações com hidrolisados apresentaram peso mais próximos da média, ou seja apresentaram maior uniformidade dos animais. Os peixes alimentados com a dieta controle, apresentaram maior discrepância em peso dos animais, com maior percentual de peixes abaixo e acima da média.

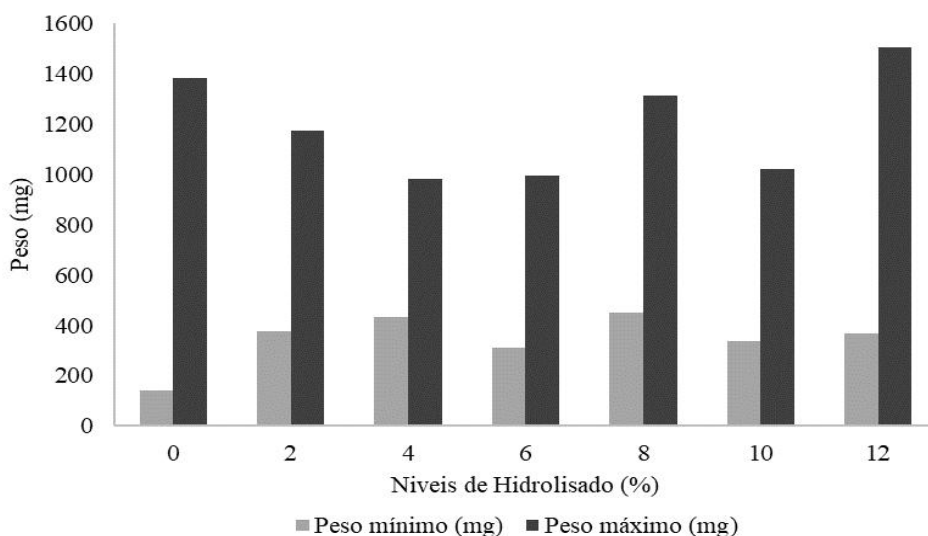
Os resultados obtidos pelo presente estudo corroboram com Gomes (2020), que destaca o efeito nutricional esperado do hidrolisado, em função do alto teor de aminoácidos, efeito palatilizante e promotor de crescimento para juvenis de tilápia do Nilo, mas não se confirmou para juvenis de tilápia, entretanto em condições de desafio, o nível de inclusão de 4% protegeu os peixes contra danos oxidativos. Fries *et al.* (2011), também não observaram diferenças entre os níveis avaliados para desempenho zootécnico e atratividade das rações, utilizando hidrolisados cárneos em rações para alevinos de Kinguio (*Carassius auratus*), se assemelhando aos resultados obtidos por este trabalho, assim como Lewandowski *et al.* (2013) para

larvas de bagre africano e Dieterich, (2014) para juvenis de pintado real.

Também Carvalho *et al.* (2020) que realizaram experimentação com alevinos de tilápia do Nilo com peso médio de 1,42g por 28 dias, avaliando dietas com inclusão do hidrolisado proteico misto de subprodutos de aves e fígado de suínos, demonstrando diferenças significativas para o desempenho zootécnico somente para comprimento médio final para a inclusão de 1% do hidrolisado na ração.

No presente estudo os peixes alimentados sem inclusão de hidrolisado, apresentaram o menor e maior peso individual, não diferindo dos tratamentos com 2, 4, 6, 10 e 12% de inclusão de hidrolisado (Tabela 2; Figura 1). Por outro lado, a dieta com 4 e 8% de hidrolisado apresentou maior padronização dos animais. Para Boscolo *et al.* (2011) a homogeneidade em peso para tilápias refletiu em desempenho negativo, considerando bem estar animal, com base nos comportamentos observados, ocorreram interações mais agressivas de tilápia do Nilo masculinizadas da linhagem GIFT em relação a um lote com tamanhos heterogêneos. No entanto, para o setor de produção é a homogeneidade do lote, que favorece os aspectos cruciais para a eficiência e sustentabilidade da produção.

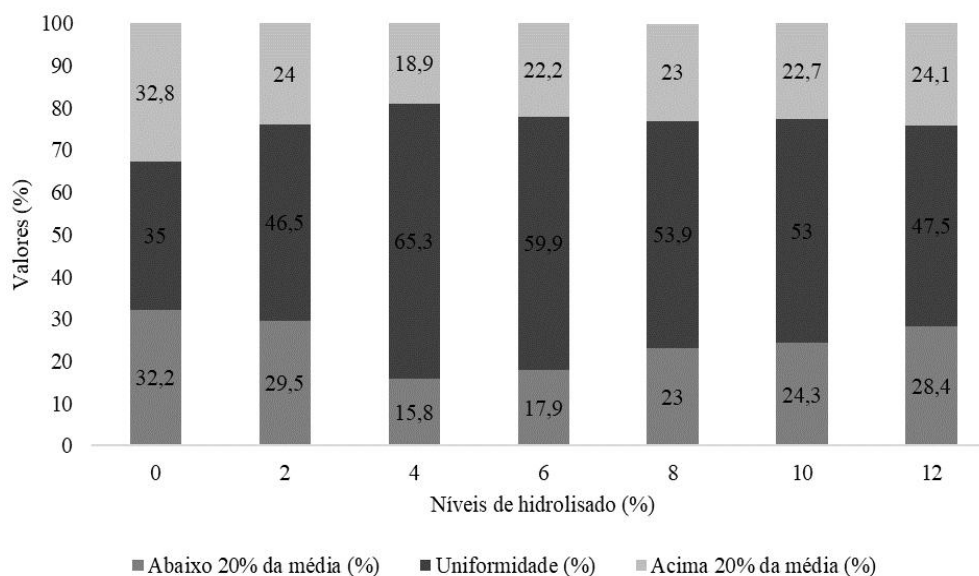
**Figura 1** - Peso mínimo e máximo das larvas de tilápia alimentadas com hidrolisado de vísceras de aves.



Fonte: Autoria própria.

As tilápias alimentadas com 4 e 6% de inclusão de hidrolisados apresentam maior uniformidade dos animais com percentual de 65,3 e 59,9% dos animais (Figura 2). De maneira geral os peixes que receberam qualquer nível de inclusão de hidrolisados apresentam melhor homogeneidade em torno da média, com menos disparidade de peso dos animais.

**Figura 2** - Uniformidade em peso de larvas de tilápia alimentadas com hidrolisado de vísceras de aves.



Fonte: Autoria própria.

Respostas positivas ao uso de hidrolisados, pode estar relacionado ao processo de hidrólise ao alterar a estrutura da proteína disponibilizando grupos funcionais, conferindo ao produto propriedades nutricionais que viabilizam sua utilização (Lafarga & Hayes, 2014). Em estudos com peixes, a utilização do hidrolisado proteico como suplemento alimentar, tem proporcionado resultados satisfatórios em relação ao crescimento em peso.

Os hidrolisados tem sido utilizados em rações de organismos aquáticos, como uma excelente fonte proteica e aminoácidos livres (Bhaskar, 2007; Silva, 2014), melhorando as respostas metabólicas e/ou fisiológicas (Vioque *et al.*, 2006), pois proporciona melhoria na palatabilidade e qualidade física da ração (Oliva-Teles *et al.*, 1999; Martone *et al.*, 2005; Aguila *et al.*, 2007; Alves *et al.*, 2019; Cardoso *et al.*, 2020), porém, em muitos estudos os efeitos positivos não se refletem no ganho de peso, mas em outros parâmetros.

Com aumento da produção de peixes em sistemas de cultivo, conseqüentemente há um aumento na demanda de insumos para a elaborações de rações. Os hidrolisados proteicos, podem ser alimentos viáveis em substituição a farinha de peixes que tem apresentado redução na oferta, principalmente em dietas para peixes carnívoros em função de proteínas e aminoácidos. Neste sentido, a demanda de alimentos provenientes da hidrólise proteica pode aumentar, contudo, são necessários através pesquisas de aprimoramento sobre os melhores níveis de hidrolisados proteicos nas dietas, visando melhorar o crescimento e desenvolvimento dos peixes (Martínez-Alvarez *et al.*, 2015).

#### 4. Conclusão

A inclusão de hidrolisado proteico de fígado de aves não interfere no desempenho zootécnico dos animais, no entanto, recomenda-se 4% de inclusão, por proporcionar melhor uniformidade em peso das larvas.

#### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa. A Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná pela concessão de bolsa e recursos para o desenvolvimento do projeto. A Falbom Agroindustrial Ltda pela concessão de hidrolisados.

## Referências

- Aguila, J., Cuzon, G., Pascual, C., Domingues, P.M., Gaxiola, G., Sánchez, A., Maldonato, T., & Rosas, C. (2007). The effects of fish hydrolysate (CPSP) level on *Octopus maya* (Voss and Solis) diet: Digestive enzyme activity, blood metabolites, and energy balance. *Aquaculture*, 273 (4), 641-655. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.07.010>
- Alves, D. R. S., Silva, T. C., Rocha, J. D. M., Oliveira, S. R., Signor, A., & Boscolo, W. R. (2019). Compelling palatability of protein hydrolysates for Nile tilapia juveniles. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 47, 371-376. <http://doi.org/10.3856/vol47-issue2-fulltext-19>
- Amiza, M. A., Liyana, H. A., & Zaliha, H. (2017). Optimization of enzymatic protein hydrolysis conditions to obtain maximum angiotensin-I-converting enzyme (ACE) inhibitory activity from Angel Wing Clam (*Pholas orientalis*) meat. *Madridge Journal of Food Technology*, 2 (1), 65-73. <http://doi.org/10.18689/mjft-1000110>
- Bhaskar, N., Modi, V. K., Govindaraju, K. Radha, C., & Lalitha, R. G. (2007). Utilization of meat industry by products: Protein hydrolysate from sheep visceral mass. *Bioresource Technology*, 98, 388-394. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.12.017>
- Boscolo, C. N. P., Morais, R.N., & Freitas, E. G. (2011). Same-sized fish groups increase aggressive interaction of sex-reversed males Nile tilapia gift strain. *Applied Animal Behaviour Science*, 135(1-2), 154-159. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.10.003>
- Cândido, L. M. B. (1998). Obtenção de Concentrados e Hidrolisados Protéicos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): Composição, Propriedades Nutritivas e Funcionais. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos), *Universidade Estadual de Campinas*, São Paulo.
- Cândido, L. M. B., & Sgarbieri, V. C. (2003). Enzymatic hydrolysis of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) myofibrillar proteins: effects on nutritional and hydrophilic properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 937-944. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1419>
- Cardoso, M. S., Godoy, A. C., Oxford, J. H., Rodrigues, R. B., Cardoso, M. S., Bittencourt, F., Signor, A., Boscolo, W. R., & Feiden, A. (2020). Apparent digestibility of protein hydrolysates from chicken and swine slaughter residues for Nile tilapia. *Aquaculture*, 529, 735720-735731. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735720>
- Carvalho, K. V., Luczinski, T. G., Boscolo, W. R., Freitas, J. M. A., & Signor, A. (2020). Poultry byproducts and swine liver used in diets for Nile tilapia juveniles. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 48 (5), 895-900. <http://doi.org/10.3856/vol48-issue5-fulltext-2524>
- Dieterich, F. (2014). Desenvolvimento, avaliação físico-química e biológica de hidrolisado proteico de resíduos agroindustriais para surubim. Tese (Doutorado em Aquicultura), *Universidade Estadual Paulista/Centro de Aquicultura*, São Paulo.
- Finkler, J. K., Piana, P. A., Fernanda, J., Boscolo, W. R., Feiden, A., Signor, A., & Fiorese, M. L. (2022). Production of fish protein hydrolysates from *Oreochromis niloticus* fillet trimmings. *Research, Society and Development*, 11(6), e37311629172. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29172>
- Fries, E. M., Luchesi, J. D., Costa, J. M., Ressel, C., Signor, A. A., Boscolo, W. R., & Feiden, A. (2011). Hidrolisados Cárneros Proteicos em Rações para Alevinos de Kinguio (*Carassius auratus*). *Boletim do Instituto de Pesca*, 37 (4), 401-407.
- Giannetto, A., Esposito, E., Lanza, M., Oliva, S., Riolo, K., Di Pietro, S., & Macrì, F. (2020). Protein hydrolysates from anchovy (*Engraulis encrasicolus*) waste: In vitro and in vivo biological activities. *Marine drugs*, 18 (2), 86. <http://doi.org/10.3390/md18020086>
- Gomes, J. R. (2020). Hidrolisado proteico de fígado de aves como aditivo em dietas para tilápia do Nilo. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). *Universidade Federal de Viçosa*, Minas Gerais.
- Lafarga, T., & Hayes, M. (2014). Bioactive peptides from meat muscle and by-products: Generation, functionality and application as functional ingredients. *Meat Science*, 98(2), 227-239. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.036>
- Lewandowski, V., Bittarello, A. C., Pessini, J. E., Signor, A., Feiden, A., & Boscolo, W. R. (2013). Hidrolisado proteico de tilápia na larvicultura de bagre africano, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Cultivando o Saber*, 6(2), 172-177.
- 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(2), 236-246. <https://doi.org/10.1080/10498850.2018.1424745>
- Martínez-Alvarez, O., Chamorro, S., & Brenes, A. (2015). Protein hydrolysates from animal processing by-products as a source of bioactive molecules with interest in animal feeding: A review. *Food Research International*, 73, 204-212. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.005>
- Martins, M. X .B., Franco, A. C., Takeshita, N. A., Mattioli, C. C., & Hisano, H. (2021). Potencial Redução Do Estresse Em Larvas De Tilápia Do Nilo Alimentadas Com Hidrolisado Proteico De Fígado De Aves. *15º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2021*.
- Martins, V. G., Costa, J. A.V., & Prentice-Hernández, C. (2009). Hidrolisado proteico de pescado obtido por vias química e enzimática a partir de corvina (*Micropogonias furnieri*). *Química Nova*, 32(1), 61-66. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000100012>
- Martone, C. B., Borla, O. P., & Sánchez, J. J. (2005). Fishery byproduct as a nutrient source for bacteria and archaea growth media. *Bioresource Technology*, 96(3), 383-387. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.04.008>
- Nunes, R. V., Pozza, P. C., Nunes, C. G. V., Campestrini, E., Kuhl, R., Rocha, L. D., & Costa, F. G. P. (2005). Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(4), 1217-1224. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000400017>
- Oliva-Teles, A., Cerqueira, A. L., & Gonçalves, P. (1999). The utilization of diets containing high levels of fish protein hydrolysate by turbot (*Scophthalmus maximus*) juveniles. *Aquaculture*, 179(1-4), 195-201. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00162-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00162-3)
- Pacheco, M. T. B., Dias, N. F. G., Baldini, V. L. S., Tanikawa, C., & Sgarbieri, V. C. (2005). Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de

concentrados proteicos de soro de leite. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(2), 333-338. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000200026>

Roslan, J., Mustapa Kamal, S. M., Yunos, K. F. Md., & Abdullah, N. (2015). Optimization of enzymatic hydrolysis of tilapia (*Oreochromis niloticus*) byproduct using response surface methodology. *International Food Research Journal*, 22(3), 1117-1123.

Roslan, J., Yunos, K. F. Md., Abdullah, N., & Kamal, S. M. M. (2014). Characterization of Fish Protein Hydrolysate from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) by-Product. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 312-319. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.044>

Silva, T. C. (2014). Hidrolisado proteico de resíduo de pescado na alimentação da tilápia do Nilo: digestibilidade e desempenho zootécnico. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca). *Universidade Estadual do Oeste do Paraná*.

Tkaczewska, J., Borawska-Dziadkiewicz, J., Kulawik, P., Duda, I., Morawska, M., & Mickowska, B. (2020). The effects of hydrolysis condition on the antioxidant activity of protein hydrolysate from *Cyprinus carpio* skin gelatin. *Food Science and Technology*, 117(1), 108616. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108616>

Vázquez, J. A., Blanco, M., Massa, A. E., Amado, I. R., & Pérez-Martín, R. I. (2017). Production of Fish Protein Hydrolysates from *Scyliorhinus canicula* Discards with Antihypertensive and Antioxidant Activities by Enzymatic Hydrolysis and Mathematical Optimization Using Response Surface Methodology. *Marine Drugs*, 15(10), 306. <https://doi.org/10.3390/md15100306>

Vioque, J., Pedroche, J., Yust, M. M., Lqari, H., Megías, C., Girón-Calle, J., Alaiz, M., & Millán, F. (2006). Peptídeos bioativos em proteínas vegetais de reserva. *Brazilian Journal of Food Technology*, 16, 99-102.

Yarnpakdee S., Benjakul S., Kristinsson H. G., & Kishimura H. (2015). Antioxidant and sensory properties of protein hydrolysate derived from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by one-and two-step hydrolysis. *Journal of Food Science and Technology*, 6, 3336-3349. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1394-7>