

Juvenis de Tilápia do Nilo alimentados com níveis distintos de hidrolisado proteico de fígado de aves

Juvenile Nile Tilapia fed different levels of protein hydrolysate from poultry liver

Tilapia del Nilo juvenil alimentada con diferentes niveles de hidrolizado de proteína a partir de hígado de ave

Recebido: 03/04/2024 | Revisado: 20/04/2024 | Aceitado: 24/04/2024 | Publicado: 27/04/2024

Guilherme Henrique de Paula

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

Instituto Federal do Paraná, Brasil

E-mail: depaulahguilherme@gmail.com

Marcos André Fogaça

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6994-7749>

Instituto Federal do Paraná, Brasil

E-mail: marcos.baruks@gmail.com

Wilson Alessandro de Moura

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

Instituto Federal do Paraná, Brasil

E-mail: wilsonifprfoz@gmail.com

Renan Gustavo de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2187-2847>

Instituto Federal do Paraná, Brasil

E-mail: renan.deoliveira@ifpr.edu.br

Luciana Espíndula de Quadros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4967-0975>

Instituto Federal do Paraná, Brasil

E-mail: luciana.quadros@ifpr.edu.br

Sidnei Klein

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

Instituto Federal do Paraná, Brasil

E-mail: sidnei.klein@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

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento de juvenis de tilápia do Nilo ($9,38g \pm 0,22g$) alimentados com distintos níveis crescentes de hidrolisados proteicos de fígado de aves. Foram distribuídos 500 peixes distribuídos em 25 tanques com volume útil de água de 450 litros (20 peixes por tanque), submetidos a diferentes dietas contendo níveis variados de proteína de fígado de aves 0 (controle); 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0%. Foram evidenciadas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) nos parâmetros de peso final, ganho de peso, consumo de ração e comprimento final, com melhor desempenho zootécnico aos animais que se alimentaram com rações com hidrolisado. Os resultados demonstram a eficácia do uso de hidrolisado proteico de fígado de aves em função do seu valor nutricional na formulação de rações para os juvenis de tilápia do Nilo. Com base nos resultados obtidos, recomenda-se a inclusão de 1,5% de hidrolisado proteico de fígado de aves nas rações para juvenis de tilápia do Nilo

Palavras-chave: Desempenho zootécnico; Hidrolisado proteico; Nutrição animal; *Oreochromis niloticus*.

Abstract

The objective of the present work was to evaluate the growth of juvenile Nile tilapia ($9.38g \pm 0.22g$) fed with different increasing levels of protein hydrolysates from poultry liver. 500 fish were distributed in 25 tanks with a useful water volume of 450 liters (20 fish per tank), submitted to different diets containing varying levels of poultry liver protein 0 (control); 1.5; 3.0; 4.5 and 6.0%. Statistically significant differences ($p \leq 0.05$) were evident in the parameters of final weight, weight gain, feed consumption and final length, with better zootechnical performance in animals fed with hydrolyzed diets. The results demonstrate the effectiveness of using poultry liver protein hydrolyzate due to its nutritional value in formulating feed for juvenile Nile tilapia. Based on the results obtained, it is recommended that 1.5% of poultry liver protein hydrolyzate be included in diets for juvenile Nile tilapia.

Keywords: Zootechnical performance; Protein hydrolysate; Animal nutrition; *Oreochromis niloticus*.

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento de juveniles de tilapia del Nilo ($9,38 \text{ g} \pm 0,22 \text{ g}$) alimentados con diferentes niveles crecientes de hidrolizados de proteínas procedentes de hígado de ave. Se distribuyeron 500 peces en 25 tanques con un volumen de agua útil de 450 litros (20 peces por tanque), sometidos a diferentes dietas que contenían diferentes niveles de proteína de hígado de ave 0 (control); 1,5; 3,0; 4,5 y 6,0%. Se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) en los parámetros de peso final, ganancia de peso, consumo de alimento y longitud final, observándose mejor comportamiento zootécnico en los animales alimentados con dietas hidrolizadas. Los resultados demuestran la efectividad del uso de hidrolizado de proteína de hígado de ave debido a su valor nutricional en la formulación de alimentos para juveniles de tilapia del Nilo. Con base en los resultados obtenidos, se recomienda incluir un 1,5% de hidrolizado de proteína de hígado de ave en las dietas para juveniles de tilapia del Nilo.

Palabras clave: Desempeño zootécnico; Hidrolizado de proteína; Nutrición animal; *Oreochromis niloticus*.

1. Introdução

Na aquicultura um dos grandes desafios está relacionado aos elevados custos das rações, que podem representar até 60% dos custos de produção, atribuídos à elevação dos preços da farinha de peixe e à volatilidade dos preços das commodities utilizadas na fabricação das rações (Lazzari et al., 2019). No entanto, a busca por alternativas alimentares na aquicultura não se restringe apenas à questão econômica, está também intimamente ligada às questões ambientais. Sendo assim, há necessidade de explorar alimentos alternativos, seja por preocupações ambientais ou pela viabilidade econômica (Nunes et al., 2005), o que engloba a economia circular, que recicla e valoriza produtos derivados dos resíduos (FAO, 2022). Reaproveitar alimentos de outras cadeias produtivas, contribui na redução da pobreza global, transformando recursos anteriormente inutilizados em proteína animal consumível, aliviando a escassez de alimentos, pois o desperdício prejudica a sustentabilidade da cadeia alimentar, além do valor econômico também são desperdiçados água, terra, energia e força de trabalho (ONU, 2022).

Na avicultura há preocupação na geração dos resíduos e o que eles podem impactar na saúde humana e no meio ambiente solo, água, ar e paisagens (Ferreira et al., 2017). Assim como em qualquer outra criação de animais, a utilização de tecnologias como a hidrólise de subprodutos de outras cadeias produtivas de proteína para serem inseridas na cadeia do pescado tornam-se sugestivas no aspecto ambiental, nutricional e de reaproveitamento.

O hidrolizado proteico é um produto obtido pela ação controlada de enzimas proteolíticas em alimentos ricos em proteínas, regulando temperatura e pH para alcançar um peso molecular apropriado para seu uso (Cândido, 1998). Os subprodutos de origem animal são extremamente nutritivos e possuem uma grande quantidade de lipídios e proteínas, podendo ser utilizados amplamente, desde ração a produtos de cosméticos, entre outros (Lafarga & Hayes, 2014). No entanto, os desafios persistem, o método convencional da hidrólise, que envolve ácido clorídrico, amplamente aceito e empregado, pode resultar na degradação parcial ou completa de aminoácidos essenciais, notadamente cistina, metionina e triptofano (Bernardi et al., 2003). A hidrólise química é comum na indústria, contudo os processos biológicos com enzimas são mais promissores na produção de alimentos altamente funcionais e nutritivos, como por exemplo a hidrólise do pescado é um método eficiente na solubilização de suas proteínas (Martins et al., 2009). O hidrolizado proteico de fígado de aves é um subproduto da agroindústria, utilizado em pequenas quantidades pode aumentar a taxa de crescimento e a conversão alimentar de alguns animais aquáticos, o reaproveitamento desses resíduos aumentaria as receitas e consequentemente reduziria os custos derivados do seu descarte (Mártinez-Alvarez et al., 2015).

Segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o Brasil foi o segundo maior produtor de frango de corte no ano de 2022, produzindo 14.465 milhões de toneladas. Este panorama sugere uma disponibilidade substancial de fígado de aves, tornando a obtenção do hidrolizado proteico uma alternativa viável e uma possível resposta aos desafios relacionados a commodities e farinha de peixe.

Isso é particularmente relevante para o Brasil e para a indústria da tilápia do Nilo, que alcançou uma produção de

579.080 mil toneladas em 2023, representando 65,3% da produção nacional de peixes, no entanto, esse crescimento ficou aquém das expectativas devido aos impactos decorrentes da pandemia e do conflito entre Rússia e Ucrânia (PeixeBR, 2024). A tilápia do Nilo é conhecida por sua rusticidade, crescimento rápido e versatilidade, tornando-a uma escolha importante na aquicultura. Além de seu valor econômico, ela desempenha um papel significativo na cadeia de pescado do Brasil, contribuindo para o suprimento de alimentos e para a economia nacional. Sua carne é apreciada por sua qualidade e sabor, tornando-a uma opção altamente valorizada no mercado de pescado. Especialmente notável é seu valor sustentável na cadeia alimentar, já que contribui para a consecução de cinco Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), incluindo o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico), ODS 10 (Redução das Desigualdades), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 14 (Vida Debaixo D'água) (FAO, 2022).

Por estes motivos o objetivo deste presente estudo foi avaliar o desempenho zootécnico de juvenis de tilápias do Nilo, alimentados com níveis distintos de hidrolisado proteico de fígado de aves nas rações.

2. Metodologia

O experimento foi realizado no Laboratório de Desempenho Zootécnico e Laboratório de Formulação de Ração do IFPR, campus Foz do Iguaçu, por um período de 45 dias (CEUA/IFPR - nº 1539080321).

Foram formuladas cinco rações atendendo à exigência nutricional dos animais, utilizando o software SuperCrac 6.1. Essas rações continham diferentes níveis de inclusão do hidrolisado proteico de fígado de aves, com os seguintes percentuais: 0% (ração controle); 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0% de hidrolisado. Todas as rações foram isoprotéicas (36% de proteína bruta) e valores energéticos variando de 3137 a 3200 kcal/kg (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição percentual e de nutrientes calculados das rações com diferentes níveis de hidrolisado de fígado de aves (dados expressos em kg/ton.).

Ingredientes	Níveis de inclusão de hidrolisado (kg/ton.)				
	0	1,5	3,0	4,5	6,0
Arroz quirera	307,81	309,1	310,4	311,7	313
Farelo de soja	260,9	249,79	238,68	227,57	216,46
Farinha de peixe	200,00	202,63	205,27	207,9	210,54
Fubá milho	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Farinha vísceras aves	60,00	62,31	64,61	66,92	69,22
Farinha de penas	70,00	60,00	50,00	40,00	30,00
Treonina	6,64	7,1	7,56	8,03	8,49
Suplemento mineral e vitamínico*	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
DL-Metionina	2,77	2,84	2,92	3,00	3,07
L-Lisina	0,01	0,51	1,01	1,52	2,02
B H T	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Sal comum	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Óleo de soja	4,68	3,51	2,34	1,17	0,00
Hidrolisado	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
Total	1000	1000	1000	1000	1000
Nutrientes calculados (g/kg)					
Amido	280,80	281,43	282,05	282,68	283,30
Calcio	13,20	13,78	14,41	15,03	16,10
Fósforo total	9,10	9,33	9,55	9,78	10,00
Fósforo Disponível	7,5	7,75	8,00	8,25	8,50
Fibra	16,7	16,45	16,20	15,95	15,70
Gordura	39,4	43,23	47,05	50,88	54,70
Energia Digestível (Kcal/kg)	3137	3127,75	3118,5	3109,25	3100
Proteína Bruta	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00
Lisina Total	21,00	20,50	20,00	19,50	19,00
Metionina + cistina	16,00	15,68	15,35	15,03	14,70
Metionina Total	9,50	9,38	9,25	9,13	9,00
Arginina	24,80	23,85	22,90	21,95	21,00
Treonina	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00

*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: Autores.

Os ingredientes macro foram moídos em moinho tipo martelo (Vieira MCS 280) com peneira de 0,3mm, posteriormente os micro-ingredientes e o óleo de soja foram adicionados aos macros e misturados com auxílio de sacos plásticos transparentes de polietileno (0,20mm de espessura), após a mistura foi necessário passar em peneira tipo areia 1mm, para eliminar grumos que se formam ao utilizar o óleo e posteriormente as rações foram extrusadas em matrizes de 2mm (EX-Micro).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), onde os peixes foram aleatoriamente distribuídos em 25 tanques, resultando em cinco tratamentos com cinco repetições. Cada tratamento correspondeu a uma ração com níveis distintos de inclusão do hidrolisado proteico de fígado de aves (0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6%).

Os peixes utilizados no procedimento experimental, passaram por um período de aclimação e adaptação ao laboratório por um período de 10 dias. Após esse período, 500 juvenis de tilápia do Nilo, com peso inicial médio de 9,38g ±

0,22g, foram distribuídos em 25 caixas de 450 litros de água, sendo 20 peixes por unidade experimental.

A alimentação foi fornecida *ad libitum*, administrada 4 vezes ao dia (7h30, 10h30, 13h30 e 16h30), para estimar uma quantidade mínima a ser fornecida em cada arraçoamento. Para calcular a conversão alimentar e o consumo de ração, foram utilizados potes com alíquotas conhecidas para cada unidade experimental, registrando a alíquota inicial e as quantidades adicionadas durante o experimento.

O sistema de produção adotado foi o de recirculação de água. Os tanques apresentaram um volume útil de água com aproximadamente 450 litros. A água provenientes dos tanques de experimentais, passavam por dois decantadores de 200 litros cada, na sequência um filtro mecânico (200 litros) compostos por tijolo e pedra brita, após por um mini filtro mecânico de 20 litros revestido com saco telados, preenchido com carvão ativado, após por um filtro biológico de 1000 litros dividido em duas partes (primeira com pedra brita e areia e segunda com argila expandida e mídias MBBR - Moving Bed Biofilm Reactor) com aeração constante e por fim uma caixa de 1000 litros equipada com motobomba hidráulica (modelo Eletroplas ECH-751) e aquecimento por serpentina 8000 watts acionado automaticamente por termostato e controlador de temperatura.

Durante todo o experimento, foi assegurado um suprimento contínuo de oxigênio por meio de um soprador de ar central. A água utilizada foi proveniente de um poço artesiano localizado nas instalações do Instituto Federal do Paraná (IFPR). O fotoperíodo 12/12 foi controlado através de iluminação com dez lâmpadas tubulares de LED.

Os parâmetros de qualidade da água como: pH, oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e amônia foram aferidos semanalmente com equipamentos portáteis (MS TECNOPON mPA210, Politerm POL-60 e Labcon Test, respectivamente). A temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) foi aferida diariamente (7h30 e 16h30) com o auxílio do termômetro de bulbo de mercúrio.

Ao final do período experimental, os peixes foram mantidos em jejum por 12 horas para esvaziamento do trato digestório e eutanasiados em benzocaína (250 mg/L). Logo após foram realizadas a contagem, pesagem e medição, para posteriormente serem realizados os cálculos de peso final (g), ganho de peso (g), consumo de ração (g), comprimento final (cm), conversão alimentar, taxa de sobrevivência (%), fator de condição e taxa de crescimento específico.

Durante a biometria final foram separados uma amostra de peixes cada tratamento, em sacos plásticos transparentes e refrigeradas em uma caixa de isopor contendo gelo, para a determinação da composição centesimal, sendo calculados os valores de umidade, cinzas, proteína bruta e extrato etéreo, adotando as diretrizes preconizadas por Rodrigues (2010), modificadas para determinação de umidade em resíduos orgânicos contendo amônia. Para a umidade foram utilizadas placas de Petri previamente secas a 105°C durante seis horas, balança analítica, estufa com ar forçado (SL - 102/1980), pinças metálicas e dessecadores. Para garantir uma secagem homogênea, as amostras foram fragmentadas em pedaços cúbicos, totalizando aproximadamente 50g por amostragem, com objetivo de ampliar a área de superfície exposta ao ar durante a secagem a 55°C , por um período de 48h a 72h até obter peso constante.

As análises de composição centesimal da carcaça dos peixes inteiros, foram realizadas segundo o preconizado pela AOAC (20025).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo checados os pressupostos de normalidade e homocedasticidade, por Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente, subsequente foram aplicados ao teste de média Tukey a 5% de significância. Os dados estatísticos foram calculados com auxílio do programa estatístico RStudio (versão: 2023.06.1+524).

3. Resultados e Discussão

Os parâmetros de qualidade de água avaliados apresentaram médias de 6,18 mg/L de oxigênio dissolvido. Valores acima de 4,0 mg/L são indicados para a criação de peixes (Mercante et al., 2008). A temperatura média de $26,8^{\circ}\text{C}$

proporcionou um ambiente térmico adequado para as espécies em cultivo. Sendo que para a tilápia do Nilo seu conforto térmico se encontra em 27°C (Oliveira et al., 2010). O pH manteve-se em torno de 8,2. Em geral, valores de pH de 6,5 a 9,0 são mais adequados à produção de peixes (Kubitza, 1998). Os valores registrados de condutividade elétrica apresentaram média de 293,22 $\mu\text{S}/\text{cm}$, o que pode ser atribuído à origem da água utilizada e às características geoquímicas do poço artesiano, que naturalmente apresenta uma média de 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ao ano. A amônia apresentou uma média de 0,25ppm.

Foram observadas diferenças ($p \leq 0,05$) nos parâmetros de peso final, ganho de peso, consumo de ração e comprimento final, com melhor desempenho zootécnico aos animais que se alimentaram com rações com hidrolisado (Tabela 2), demonstrando efeito positivo do hidrolisado proteico de fígado de aves sobre o desempenho dos animais. A diferença significativa para o consumo de ração demonstra que a inclusão do hidrolisado estimulou o consumo pelos peixes, sendo atribuído à maior palatabilidade do aditivo e à sua capacidade de tornar a dieta mais atrativa. Por outro lado, a conversão alimentar, fator de condição, sobrevivência e taxa de crescimento específico não apresentaram diferenças significativas entre os grupos alimentados com diferentes níveis de hidrolisado. Isso indica uma estabilidade nos parâmetros independentemente do aumento da inclusão do hidrolisado proteico na ração.

Tabela 2 - Desempenho zootécnico de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com hidrolisado proteico de fígado de aves (média \pm desvio padrão).

Parâmetros	Níveis de inclusão de hidrolisado (%)					Valor de p
	0	1,5	3	4,5	6	
Peso final (g)	68,21 \pm 3,03b	75,74 \pm 1,42a	73,75 \pm 1,92a	74,73 \pm 2,70a	76,30 \pm 1,99a	0,021*
Ganho de peso (g)	58,78 \pm 3,97b	66,26 \pm 1,04a	64,34 \pm 2,54a	65,21 \pm 2,26a	67,28 \pm 2,28a	0,013*
Consumo de ração (g)	60,11 \pm 3,42b	63,10 \pm 1,82ab	60,45 \pm 1,89ab	64,45 \pm 3,67ab	65,78 \pm 2,39a	0,000*
Conversão alimentar aparente	1,04 \pm 0,11	0,96 \pm 0,04	0,94 \pm 0,04	0,99 \pm 0,05	1,01 \pm 0,03	0,176
Comprimento final (cm)	11,92 \pm 0,36b	12,34 \pm 0,19ab	12,56 \pm 0,36a	12,54 \pm 0,36a	12,65 \pm 0,30a	0,017*
Sobrevivência (%)	94,00 \pm 5,48	94,00 \pm 4,18	99,00 \pm 2,24	97,00 \pm 4,47	96,25 \pm 4,79	0,504
Fator de condição	4,03 \pm 0,22	4,03 \pm 0,17	3,73 \pm 0,28	3,80 \pm 0,22	3,78 \pm 0,24	0,124
Taxa de crescimento específico	4,42 \pm 0,42	4,63 \pm 0,24	4,58 \pm 0,26	4,59 \pm 0,21	4,75 \pm 0,15	0,506

*Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Autores.

De modo geral os animais alimentados com hidrolisado proteico de fígado de aves nesta fase, apresentaram maior desempenho zootécnico, se assemelhando aos resultados obtidos por Franco et al. (2021) avaliando os efeitos de dietas com hidrolisado proteico de fígado de aves sobre o desempenho zootécnico de pós-larvas de tilápia do Nilo, o qual destaca melhoria no peso final, ganho de peso, crescimento total e taxa de crescimento específico para os peixes alimentados com 2 e 8% de inclusão.

Os hidrolisados protéicos derivados de subprodutos demonstram amplos benefícios à saúde por possuírem função nutracêutica (Lafarga & Hayes, 2014). Outra teoria para o bom desempenho zootécnico dos peixes alimentados com hidrolisados de proteínas é que estes alimentos possuem moléculas estimuladoras de produção de fatores de crescimento, semelhante aos hormônios IGF-I e IGF-II (insulin-like growth factor ou fatores de crescimento insulina-símile 1 e 2), contudo é fundamental monitorar com atenção o nível de inclusão, pois em grandes quantidades podem prejudicar a eficiência alimentar das larvas de peixes, associado a um crescimento e sobrevivência reduzidos (Martínez-Alvarez et al., 2015).

No entanto resultados obtidos, diferiram dos resultados obtidos por Gomes (2020) e Paula et al. (2023), onde não observaram efeitos da inclusão de hidrolisado de fígado de aves em alevinos de tilápias do Nilo e aos de Lewandowski et al., (2014) que avaliou o desempenho zootécnico de diferentes hidrolisados proteicos na larvicultura de jundiá (*Rhamdia voulezi*) e

mandi (*Pimelodus britskii*).

Os resultados interpretados objetivam práticas alimentares na piscicultura, mas é importante fazê-lo com cuidado, considerando os aspectos econômicos de produção. Além disso, é essencial entender as necessidades dos peixes em cultivo, para reduzir impactos ambientais e atender suas necessidades nutricionais, formulando dietas equilibradas para diferentes estágios de crescimento, visando rápido desenvolvimento e redução do estresse a que estão expostos (Pezzato et al., 2009).

Além da avaliação do desempenho zootécnico dos juvenis de tilápia do Nilo diante de diferentes inclusões de hidrolisado proteico de fígado de aves, a pesquisa também abrangeu a análise da composição centesimal dos peixes. No entanto, não foram observadas diferenças significativas entre os distintos níveis de inclusão do hidrolisado proteico de fígado de aves para os parâmetros analisados (Tabela 3). Os resultados demonstram uma uniformidade nos valores encontrados, independentemente das variações nas formulações da ração.

Tabela 3 - Composição centesimal de carcaça de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com hidrolisado proteico de fígado de aves (média \pm desvio padrão).

Parâmetros	Níveis de inclusão de hidrolisado (%)					Valor de p
	0	1,5	3	4,5	6	
Umidade	76,81 \pm 1,56	75,91 \pm 0,41	76,34 \pm 1,29	74,76 \pm 2,38	75,47 \pm 1,33	0,304
Cinzas	14,49 \pm 0,77	15,20 \pm 1,13	15,07 \pm 0,68	14,28 \pm 1,86	15,35 \pm 2,16	0,723
Proteína bruta	50,73 \pm 2,57	48,57 \pm 2,21	50,58 \pm 1,91	50,83 \pm 3,10	49,73 \pm 3,78	0,665
Extrato etéreo	28,82 \pm 2,84	29,52 \pm 1,71	29,10 \pm 1,35	28,89 \pm 1,88	29,38 \pm 4,62	0,991

Fonte: Autores.

Segundo Peron et al. (2020), sobre a avaliação de proteína hidrolisada de aves e suínos aminEAU Tilápia® sobre o desempenho e resistência ao estresse na fase inicial, onde alimentou os animais com rações contendo níveis de hidrolisados (0; 0,3; 0,6; 0,9; 1,2 e 1,5%), apresentou médias de proteína bruta (14,48%) e extrato etéreo (8,34%) na carcaça, sendo estes abaixo do presente estudo, concluindo que a inclusão de 0,6% de hidrolisado proteico de aves e suínos em rações para larvas de tilápia, é o nível ideal de concentração para ganho de peso e comprimento, e boa resposta à resistência ao estresse por exposição ao ar. Levando em consideração a fase inicial dos animais, essa aparente inversão na análise da carcaça pode ser atribuída à composição relativa dos diferentes tecidos do corpo dos peixes em estágios distintos de vida, mesmo que a exigência dietética de proteína possa diminuir com a idade, a composição da carcaça pode refletir a acumulação de tecido muscular (rico em proteínas) nas fases mais avançadas do desenvolvimento.

Adicionalmente, estudos semelhantes corroboram com a uniformidade dos resultados encontrados. Terrazas et al. (2002) que investigou o impacto da farinha de resíduos de peixe e de frango na alimentação de juvenis de tambaqui, encontrou resultados comparáveis aos deste trabalho em relação à proteína bruta, identificaram que a composição centesimal corporal apresentou médias de 45,22% de proteína e em contrapartida uma porcentagem de 42,56% de extrato etéreo devido às diferenças nas dietas e nas demandas metabólicas das espécies.

Os valores também se assemelham ao trabalho de Boscolo et al. (2008) que observaram valores médios da composição da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias de 50,37% para proteína bruta, 21,77% para extrato etéreo e 18,75% para cinzas. Ainda segundo Boscolo et al. (2008), os valores encontrados na literatura permitem classificar as farinhas em duas categorias: farinhas de primeira qualidade, com teores de proteína bruta acima de 60%, possivelmente provenientes de peixes inteiros; e farinhas de segunda qualidade, feitas a partir de resíduos de indústrias processadoras de

pescado, com proteína bruta em torno de 50%. No entanto, é relevante destacar que, ao contrário da finalidade da farinha de peixe, nosso estudo não foi concebido para produzir farinha, mas sim para investigar o desempenho zootécnico dos peixes.

Silva et al. (2023), sobre a utilização do subproduto da tilápia do Nilo de linhagens GIFT (Genetic Improvement of Farmed Tilápia) para produção de farinha de pescado, encontrando valores médios de composição centesimal de 46,67% de PB, 23,80% de EE e 30,27% de cinzas.

Levando em consideração a fase do animal e as composições centesimais do animal inteiro e a dos estudos comparativos de resíduos, além do foco de desempenho zootécnico, demonstra que os juvenis de tilápia do Nilo, do presente estudo, aproveitam eficientemente este alimento protéico.

Em relação às cinzas e o seu elevado teor, faz-se necessária a verificação minuciosa da quantidade de fósforo e cálcio não aproveitada, pois se apresentar quantidades excessivas não aproveitadas eficientemente, podem levar à eutrofização do meio de produção (Boscolo et al., 2005).

Os resultados sugerem que a inclusão de níveis moderados proporciona melhorias sobre o desempenho, porém, níveis mais elevados de hidrolisado proteico de fígado de aves na ração para juvenis de tilápia do Nilo não resulta em melhorias significativas no desempenho zootécnico, podendo estar relacionado ao gastar energético para metabolizar e excretar os resíduos do metabolismo.

4. Conclusão

Considerando os resultados objetivos, recomenda-se a inclusão de 1,5% de hidrolisado de fígado de aves nas rações para juvenis de tilápia do Nilo por proporcionar melhor desempenho produtivo. Os resultados são fundamentais para a otimização das formulações de ração na aquicultura, visando melhorar a produção e o crescimento saudável dos peixes, enquanto considera-se a eficiência econômica da alimentação oferecida. No entanto, estudos adicionais, com resultados de digestibilidade dos nutrientes e de aminoácidos, são necessários para uma compreensão completa dos efeitos destes alimentos na nutrição de tilápias.

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

- Aquino, C. (2022). Poultry and Products Annual. U.S. *Department of Agriculture, Agricultural Research Service*. <https://www.usda.gov/>
- Association Of Official Analytical Chemists – AOAC. Official methods of analysis. (18a ed.), 2005.
- Bernardi, C. R., Luiz, M. T. B., Zanotto, D. L., & Guidoni, A. L. (2003). Preparo de hidrolisados protéicos para a análise de aminoácidos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 23(3), 317-322. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612003000300004>
- Boscolo, W. R., Signor, A., Feiden, A., Signor, A. A., Schaefer, L. A., Reidel, A. (2005). Farinha de resíduos da filetagem de tilápia em rações para alevinos de piaçu (*Leporinus macrocephalus*). *R. Bras. Zootec.*, 34(6), 1819-1827. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000600004>
- Boscolo, W. R., Hayashi, C., Feiden, A., Meurer, F., Signor, A. A. (2008). Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Ciência Rural*, 38(9), 2579-2586. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008005000022>
- Cândido, L. M. B. (1998). Obtenção de concentrados e hidrolisados protéicos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): composição, propriedades nutritivas e funcionais. *UNICAMP*. <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.1998.125738>
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0461en>

- Ferreira, A., Kunh, S. S., Cremonese, P. A., Dieter, J., Teleken, J. G., Sampaio, S. C., & Kunh, P. D. (2017). Brazilian poultry activity waste: Destinations and energetic potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(2), 3081-3089. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.078>
- Franco, A. C., Martins, M. X. B., Chiste, B. M., Mattioli, C. C., & Hisano, H. (2021). Efeito de dietas com hidrolisado proteico de fígado de aves sobre o desempenho zootécnico de pós-larvas de tilápia-do-nilo. *Embrapa Meio Ambiente, Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica*, 15, 1-10. <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1138615&biblioteca=vazio&busca=1138615&qFacets=1138615&sort=&paginaacao=t&paginaAtual=1>
- 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*. <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/28222>
- Kubitza, F. (1998). Qualidade da água na produção de peixes - Parte 1. 1(45). <https://panoramadaaquicultura.com.br/qualidade-da-agua-na-producao-de-peixes-parte-i/>
- 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>
- Lazzari, R., Battisti, E. K., Devens, M. A., Durigon, E. G., Schneider, T. L. S., Hermes, L. B., Peixoto, N. C., & Coldebella, I. J. (2019). Qualidade de rações armazenadas em alimentadores automáticos em piscicultura. *Veterinária e Zootecnia*, 26, 1-9. <https://doi.org/10.35172/rvz.2019.v26.181>
- Lewandowski, V., Sary, C., Schullerw, J. M., Dieterich, F., Feiden, A., Signor, A., & Boscolo, W. R. (2014). Hidrolisados proteicos em dietas para larvas de peixes. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, 12(4), 277-282. <https://doi.org/10.7213/academica.12.04.AO06>
- Martins, V. G., Costa, J. A. V., & Prentice-Hernández, C. (2009). Hidrolisado protéico de pescado obtido por vias química e enzimática a partir de corvina (*Micropogonias furnieri*). *Quim. Nova*, 32 (1), 61-66. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000100012>
- 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. *Institute of Food Science, Technology and Nutrition (ICTAN-CSIC)*, 73, 204-212. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.005>
- Mercante, C. T. J., Esteves, K. E., Pereira, J. S., & Osti, J. S. (2008). Limnologia na Aquicultura: Estudo de Caso em Pesqueiros. <https://www.pesca.sp.gov.br/textos-tecnicos>
- 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. *R. Bras. Zootec.*, 34(4), 1217-1224. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000400017>
- Oliveira, R. P. C., Silva, P. C., Brito, P. P., Gomes, J. P., Silva, R. F., Filho, P. R. S., & Roque, R. S. (2010). Variáveis Hidrológicas Físico-Químicas na Criação da Tilápia-do-Nilo no Sistema Raceway com Diferentes Renovações de Água. *Ci. Anim. Bras.*, 11(3), 482-487. <https://doi.org/10.5216/cab.v11i3.3847>
- ONU, Organização das Nações Unidas (2022). Reduzir desperdício de alimentos é essencial para combater fome no mundo. <https://news.un.org/pt/story/2022/09/1802701>
- Paula, H. G., Matiolo, K. S., Moura, W. A., Figueiredo, E. S., Silva, K. N., Klein, S., Kolling, E. M., Reidel, A., & Signor, A. A. (2023). Hidrolisado proteico de fígado de aves na dieta de larvas de tilápia (*Oreochromis niloticus*). *Research, Society and Development*, 12(12), e117121243694. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i12.43694>
- PEIXEBR, (2024). Anuário Brasileiro da Piscicultura, *Associação Brasileira da Piscicultura*. <https://www.peixebr.com.br/anuario/>
- Peron, F. P., Paula, B. B., & Santos, A. J. F. (2020). Avaliação de proteína hidrolisada de aves e suínos aminEAU Tilápia@ sobre o desempenho e resistência ao estresse da tilápia do Nilo na fase inicial. *Braz. J. of Develop.*, 6(8), 55058-55064. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-066>
- Pezzato, L. E., Barros, M. M., & Furuya, W. M. (2009). Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. *R. Bras. Zootec.*, 38, 43-51. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300005>
- Rodrigues, R. C. (2010). Métodos de Análises Bromatológicas de Alimentos: Métodos Físicos, Químicos e Bromatológicos. *Embrapa Clima Temperado*. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/884390>
- Silva, B. B., Silva, R. S. T., Ferrer, D. M. V., & Sturm, B. R. (2023). Utilização do subproduto da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) de linhagens GIFT para produção de farinha de pescado. *Revista de Medicina Veterinária do UNIFESO*, 3(1).
- Terrazas, W. D. M., Pereira-Filho, M., & Oliveira-Pereira, M. I. (2002). Efeito da farinha de resíduo de peixe e de frango no desempenho e na composição corporal de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818). *Acta Amazônica*, 32(1), 155-162. <https://doi.org/10.1590/1809-43922002321162>