

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E**  
**ENGENHARIA DE PESCA**

**MÁRCIA REGINA PIOVESAN**

**ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE HIDROLISADO PROTEICO DE**  
**FRANGO CONTENDO SUBSTÂNCIAS COADJUVANTES PARA ALEVINOS DE**  
**TILAPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) E PARA O DOURADO (*Salminus***  
***brasilensis*)**

**TOLEDO**

**2022**

**MÁRCIA REGINA PIOVESAN**

**ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE HIDROLISADO PROTEICO DE  
FRANGO CONTENDO SUBSTÂNCIAS COADJUVANTES PARA ALEVINOS DE  
TILAPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) E PARA O DOURADO (*Salminus  
brasilensis*)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia da Pesca

Orientador: Prof. Dr. Fábio Bittencourt

Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto O. Santos

**TOLEDO**

**2022**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Piovesan, Márcia Regina

Atratividade e palatabilidade de hidrolisado proteico de frango contendo substâncias coadjuvantes para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e para o Dourado (*Salminus brasiliensis*) / Márcia Regina Piovesan; orientador Fabio Bittencourt; coorientador Alexandre Augusto Oliveira Santos. -- Toledo, 2022.

78 p.

Tese (Doutorado Campus de Toledo) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, 2022.

1. Aquicultura. 2. Atrato palatabilidade. 3. nutrição de peixes. 4. preferência alimentar. I. Bittencourt, Fabio , orient. II. Oliveira Santos, Alexandre Augusto, coorient. III. Título.

# FOLHA DE APROVAÇÃO

**MÁRCIA REGINA PIOVESAN**

**ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE HIDROLISADO PROTEICO DE  
FRANGO CONTENDO SUBSTÂNCIAS COADJUVANTES PARA ALEVINOS DE  
TILAPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) E PARA O DOURADO (*Salminus  
brasilensis*)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, linha de pesquisa Aquicultura, APROVADA pela comissão julgadora composta pelos membros:

## COMISSÃO JULGADORA

---

Prof. Dr. Fábio Bittencourt  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

---

Prof. Dr. Aldi Feiden  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

---

Prof. Dr. Altevir Signor  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

---

Prof. Dr. Denis Rogério Sanches Alves  
Universidade Federal do Paraná

---

Profa. Dra. Jahina Fagundes de Assis Hattori  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Em 15 de dezembro de 2022.

Local de defesa: Online: 14:00: <https://meet.google.com/aep-jwhc-vyp>

Dedico este trabalho a meu filho Davi e meu esposo Fabiano T. Sartori pelo carinho e compreensão durante o período dedicado aos estudos.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, pelo dom da vida, pela saúde e por me amparar nos momentos de dificuldade.

Aos meus pais André e Genoveva, por serem minha inspiração, mostrando-me sempre o melhor caminho com amor, respeito, fé e gratidão.

Ao Fabiano, meu esposo, amigo e companheiro em todas as etapas desta caminhada. Obrigada pela paciência e equilíbrio. Ao Davi, meu filho, por me fazer querer ser uma pessoa melhor todos os dias. És o amor da minha vida!

À minha família, por todo amor e incentivo, em especial a minha irmã Mari que é minha inspiração e exemplo de força, coragem e amor. Te amo!

As minhas amigas: Jahin F. Assis Hattori (minha irmã de coração, por sempre estar por perto, auxiliando, incentivando, sendo alegria e coragem em muitos momentos!! Você sempre esteve presente em momentos muito importantes, trazendo sempre sua alegria de viver! Minha gratidão!) e Karen Carrilho Lira (com sua serenidade, tranquilidade e carinho, estando sempre presente e com seu sorriso tornando os dias mais leves!) por trilharmos essa etapa juntas. Gratidão!

O meu orientador Prof. Dr. Fabio Bittencourt pelos ensinamentos, compreensão, paciência e amizade. Obrigada pela honra da orientação e pela acolhida!

Ao meu coorientador Prof. Dr. Alexandre pelos ensinamentos e pelo carinho.

Ao Prof. Dr. Altevir Signor, Prof. Dr. Aldi Feiden, Prof. Dr. Denis Rogerio Sanches Alves e Profª. Dra. Jahina Fagundes de Assis Hattori pela disponibilidade e sugestões na banca deste trabalho. E ao Prof. Dr. Wilson Rogerio Boscolo por sempre sanar minhas dúvidas, obrigada pela disponibilidade e compreensão.

Aos professores e amigos do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura – GEMAQ da Unioeste/Toledo-PR, pelo apoio e infraestrutura para realização do projeto de pesquisa, pela acolhida e a oportunidade de aprendizado.

Meu agradecimento e gratidão em especial a Suzana, Victor, Grace e Jahina, pela disponibilidade e contribuições no andamento dos trabalhos.

Enfim, a todos que de uma forma ou de outra fizeram parte desta caminhada.

**ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE HIDROLISADO PROTEICO DE  
FRANGO CONTENDO SUBSTÂNCIAS COADJUVANTES PARA ALEVINOS DE  
TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) E PARA O DOURADO (*Salminus  
brasiliensis*)**

**RESUMO**

Este estudo foi conduzido com intuito de determinar a atratividade e palatabilidade de dietas contendo hidrolisado proteico de frango com distintas substâncias coadjuvantes em comparação com uma ração controle em formulações de rações, composto por dois ensaios experimentais. Foram elaboradas seis dietas contendo: 1-farinha de peixe ((FPE) - ração controle); 2-proteína hidrolisada de penas (PHP); 3-proteína hidrolisada de frango com 75% de proteína bruta (PB) (PHF75%); 4-proteína hidrolisada de frango com amido (PHFA60%); 5-proteína hidrolisada de frango com levedura (PHFL60%); e 6-proteína hidrolisada de frango com maltodextrina (PHFM60%). Em experimentos distintos, os alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e dourado (*Salminus brasiliensis*), foram distribuídos individualmente em 12 aquários com volume útil de 20 litros cada, com controle de aeração e temperatura individual. As dietas foram fornecidas seis vezes ao dia, sendo realizado sorteio aleatório prévio, preconizando o consumo de todas as dietas ao menos uma vez ao dia para cada aquário. Os alevinos de tilápia com peso  $6,48 \pm 0,37g$ , receberam em cada alimentação a oferta de 13 peletes, enquanto, os alevinos de dourado com peso  $8,22 \pm 0,89g$  receberam 6 peletes, de acordo com a média de consumo da espécie, avaliada previamente durante o período de adaptação. As filmagens foram realizadas durante três minutos, a partir da oferta das dietas experimentais. Os comportamentos: tempo de captura do primeiro pelete, número de rejeições, número de aproximações sem captura e número de peletes consumidos foram analisados e após tabulados, aplicado o índice de atratividade palatabilidade (IAP) e submetidos a ANOVA. No ensaio com a tilápia todas as dietas testadas apresentaram IAP positivos (acima de 85%) não diferindo da dieta controle ( $p > 0,05$ ), demonstrando afetarem positivamente o consumo das dietas. Para o ensaio com o dourado as dietas testadas apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) quanto ao índice de atratividade palatabilidade (IAP). APHF75% apresentou o maior IAP (54,19%), enquanto a dieta controle FPE apresentou o menor IAP (34,21%). As dietas contendo substâncias coadjuvantes

demonstraram interferir positivamente quanto a atratividade e palatabilidade para ambas as espécies. A dieta PHP foi a que apresentou maior consumo de peletes para o ensaio com a tilápia (94,55%) e para o dourado foi a dieta PHF75% (61,83%).

**PALAVRAS-CHAVE:** comportamento alimentar, nutrição de peixes, preferência alimentar.



## ABSTRACT

This study was carried out with the aim of determining the attractiveness and palatability of diets containing chicken protein hydrolyzate with different supporting substances in comparison with a control diet in feed formulations, consisting of two experimental trials. Six diets containing: 1-fish meal ((FPE) - control diet); 2-hydrolyzed feather protein (PHP); 3-hydrolyzed chicken protein with 75% crude protein (CP) (PHF75%); 4-hydrolyzed chicken protein with starch (PHFA60%); 5-hydrolyzed chicken protein with yeast (PHFL60%); and 6-hydrolyzed chicken protein with maltodextrin (PHFM60%). In different experiments, fingerlings of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and goldfish (*Salminus brasiliensis*) were individually distributed in 12 aquariums with a useful volume of 20 liters each, with individual aeration and temperature control. The diets were provided six times a day, with prior random drawing being carried out, recommending the consumption of all diets at least once a day for each aquarium. The tilapia fingerlings weighing  $6.48 \pm 0.37\text{g}$  received 13 pellets at each feeding, while the goldfish fingerlings weighing  $8.22 \pm 0.89\text{g}$  received 6 pellets, according to the average consumption of the species, evaluated previously during the adaptation period. Filming was performed during three minutes, from the offer of experimental diets. The behaviors: time of capture of the first pellet, number of rejections, number of approaches without capture and number of pellets consumed were analyzed and after tabulated, the attractiveness and palatability index (IAP) was applied and submitted to ANOVA. In the tilapia assay, all tested diets showed positive IAP (above 85%) not differing from the control diet ( $p > 0.05$ ), demonstrating that they positively affect diet consumption. For the test with dorado, the tested diets showed a significant difference ( $p < 0.05$ ) regarding the attractiveness and palatability index (IAP). The PHF75% had the highest IAP (54.19%), while the control FPE diet had the lowest IAP (34.21%). Diets containing supporting substances demonstrated to interfere positively in terms of attractiveness and palatability for both species. The PHP diet was the one that presented the highest consumption of pellets for the test with tilapia (94.55%) and for the Dorado it was the PHF75% diet (61.83%).

**KEYWORDS:** feeding behavior, fish nutrition, food preference.

Tese elaborada e formatada conforme a norma da publicação científica: Aquaculture.  
Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/journal/13652109>>

## SUMÁRIO

<b>Introdução Geral</b> .....	8
<b>Capítulo 1. Atratividade e palatabilidade do hidrolisado proteico de frango com inclusão de amido, levedura e maltodextrina: um ensaio para alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)</b> .....	21
Introdução .....	22
Material e Métodos .....	24
Resultados .....	33
Discussão .....	34
Considerações Finais .....	37
Referências Bibliográficas .....	37
<b>Capítulo 2. Atratividade e palatabilidade do hidrolisado proteico de frango com inclusão de substâncias coadjuvantes para alevinos de dourado (<i>Salminus brasiliensis</i>)</b> .....	47
Introdução .....	48
Material e Métodos .....	50
Resultados .....	58
Discussão .....	59
Considerações Finais .....	61
Referências Bibliográficas .....	62
<b>Considerações Finais</b> .....	74

## Introdução Geral

A aquicultura mundial consolidou-se com crescimento contínuo nas últimas décadas, representando a produção animal com maior crescimento nos últimos anos (FAO, 2020). A Aquicultura é estimulada entre outros fatores pelo aumento crescente da população e consequente demanda por alimentos saudáveis bem como de qualidade (Borghetti *et al.*, 2003; Maia, 2003), e em especial, o aumento do consumo de peixes, que entre os organismos aquáticos mais cultiváveis, estes têm maior percentual de produção (FAO, 2020).

Um dos fatores fundamentais para o crescimento e desenvolvimento do setor é a nutrição, no entanto a formulação de dietas balanceadas requer conhecimentos sobre as necessidades nutricionais das espécies, bem como o desenvolvimento de ingredientes que promovam a produção tecnológica e sustentável de peixes, sem comprometer o desempenho produtivo (Thiessen, 2004). O hábito alimentar de cada espécie, bem como o balanço nutricional da dieta ideal em cada fase é um dos fatores extremamente importantes para a saúde animal e homogeneidade dos lotes nas criações, assegurando maior produtividade e lucratividade.

A piscicultura evoluiu com relação à tecnologia utilizada, e o sistema de produção passou para formas mais intensivas necessitando o emprego de rações balanceadas (Szumiec, 1979; Graeff e Mondardo, 2006), onde a atratividade e palatabilidade são componentes indispensáveis na formulação de dietas, com a finalidade de garantir maior ingestão de alimento e redução no impacto ambiental (Oliveira *et al.*, 2022).

O comportamento alimentar dos peixes, constitui-se por particularidades envolvendo a especificidade etológica e nutricionais de cada espécie (Isaeva e Kasumyan, 2001), que estão intimamente relacionadas às diferentes modalidades fisiológicas, em especial de integração sensorial, dentre eles o olfato e o paladar que são os responsáveis por identificar a atratividade e a palatabilidade de uma dieta (Mearns 1986; Oliveira *et al.*, 2022). Nesse sentido, a escolha dos ingredientes na formulação das rações, além de contribuir para a palatabilidade e o aumento do consumo, pode afetar o custo final dessa dieta (Barroso, Castro, Aoki e Helmer, 2002; Glencroos, Booth e Allan, 2007; Alves *et al.*, 2020a).

A tilapicultura, destaca-se dentre as atividades agrárias de produção de pescado (Albuquerque *et al.*, 2013), além de ser responsável pela consolidação da cadeia produtiva aquícola no país, constitui uma importante fonte de emprego e renda aos envolvidos no setor produtivo. O desempenho zootécnico e as características adequadas a criação, tornam a tilápia do Nilo uma das espécies mais produzidas no país, sendo o Brasil o quarto maior produtor

mundial (SOFIA, 2022) com produção de 361,3 mil toneladas no ano de 2021 (IBGE, 2022). A produção dessa espécie aumenta a cada ano devido sua rusticidade ao manejo, consumo de ração em todas as fases, hábito alimentar onívoro (Takishita *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2009), por apresentar abrangente utilização de nutrientes de origem animal e vegetal, o que possibilita avaliar alimentos alternativos, que contribuam com o seu desempenho e digestibilidade (Ostrensky *et al.*, 2008; Brito *et al.*, 2017; Alves *et al.*, 2019b).

Considerada um modelo animal de experimentação, a tilápia tem contribuído para o desenvolvimento produtivo de outras espécies, pois os estudos realizados podem inferir, como por exemplo, a investigação e avaliação de alimentos alternativos e inovadores e a exigência nutricional dessa espécie, fornecem um aporte para estudos com espécies nativas, trazendo benefícios para todo o setor (Rocha *et al.*, 2021). Dessa forma, pode-se ressaltar a importância da tilapicultura na contribuição da criação de outras espécies (Furuya, 2010; Andrade *et al.*, 2015; Brito *et al.*, 2017).

Além disso, a partir da década de 90, segundo Cyrino e Fracalossi (2012), houve um aumento da produção de espécies nativas com a finalidade para pesca esportiva. Porém outras qualidades recentemente são evidenciadas, como qualidade da carcaça, aceitação pelo consumidor e preço de mercado (Weingartner e Zaniboni-Filho, 2013; Lorenz, 2017).

O dourado está entre as espécies nativas com boa aceitação pelo mercado e ampla distribuição geográfica, habitando os rios Paraná, Paraguai e Uruguai, segmentos da Bacia da Prata, bem como a Bacia do Rio São Francisco (Dairiki, 2013; Fracalossi *et al.*, 2004, Hattori *et al.*, 2021)

O dourado é um peixe de hábito alimentar carnívoro (Rodrigues e Menin, 2006) e mesmo com o aumento do cultivo dessa espécie, principalmente na região sul do Brasil, pesquisas em relação à nutrição são pouco desenvolvidas quando comparadas com a tilápia do Nilo, por exemplo. Teixeira (2010), destaca a utilização de rações produzidas para a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) no cultivo do dourado, por possuir características alimentares similares. Hattori *et al.* (2021), enfatizam ainda a preocupação na evolução de trabalhos na área de nutrição para o dourado.

O cultivo do dourado em maior escala produtiva quando relacionado a nutrição, requer alta qualidade da dieta ofertada, pois esta deve conter quantidades elevadas de proteínas de origem animal, e conseqüentemente, quantidade ideal de aminoácidos essenciais suficiente para realizar a síntese proteica, fato este que resulta em aumento nos custos de sua produção

(Shiau e Lan, 1996; Flora *et al.*, 2010), e ainda, por ser um peixe carnívoro, devem-se encontrar formas para que a ração se torne mais atrativa e palatável para a espécie (Hattori *et al.*, 2021).

Na atualidade, a farinha de peixe é utilizada como a principal fonte proteica em dietas para organismos aquáticos, devido ao bom equilíbrio de aminoácidos e alta digestibilidade (NRC, 2011; Silva *et al.*, 2017; Hattori *et al.*, 2021). Entretanto, as flutuações em sua disponibilidade são atreladas ao elevado preço desta matéria-prima e associados aos impactos ambientais relacionados à sobrepesca (FAO, 2018), gerando uma problemática quanto a limitação deste ingrediente e sua inclusão em rações.

A utilização de ingredientes alternativos à farinha de peixe, devem atender as exigências e composições nutricionais de forma equilibrada e atrativa, para isso, devem fornecer compostos químicos atrativos e palatáveis para estimularem o consumo da dieta pelos peixes (Hardy, 2010). Estudos de comportamento alimentar, avaliando a inclusão de ingredientes alternativos, particularmente ingredientes considerados coprodutos do processamento de alimentos ou de diferentes segmentos da cadeia produtiva do pescado, tem se apresentado como uma prática promissora, econômica e ambientalmente adequada. Um dos ingredientes que vem se destacando são os hidrolisados proteicos, por apresentarem característica nutricionais favoráveis como alta qualidade proteica, peptídeos bioativos e aminoácidos livres, tornando-o uma excelente fonte alimentar (Ribeiro, 2016).

Nesse contexto, a proteína hidrolisada de coprodutos agroindustriais é uma boa alternativa à substituição da farinha de peixe (Chalamaih *et al.*, 2012), fornecendo adequado suprimento de nutrientes processados de interesse para à nutrição animal.

O hidrolisado proteico que consiste em uma proteína funcional ou a clivagem da proteína obtida pelo processo enzimático ou químico (ácido ou alcalino), com o intuito de melhorar as características nutritivas e funcionais da matéria-prima, a fim de fornecer aminoácidos livres e unidade peptídicas de vários tamanhos e tem proporcionado efeitos benéficos com relação a atratividade e palatabilidade (Alves *et al.*, 2019a), digestibilidade (Cardoso *et al.*, 2021) de dietas para peixes, influenciando ainda no crescimento (Lewandowski *et al.*, 2013) e sistema imunológico (Khosravi *et al.*, 2015) dos peixes.

Avaliar ingredientes alternativos que possam ser incluídos nas dietas como fontes proteicas de origem animal e vegetal, possibilitando a disponibilidade contínua dos produtos ao longo do ano de diversos ingredientes, com composições homogêneas e custo competitivo

ao ingrediente em escassez, pois a proteína animal é o nutriente mais oneroso das rações e ao mesmo tempo o principal ingrediente relacionado ao crescimento do peixe (Boscolo *et al.*, 2005; Furuya, 2010; Zhou e Yue, 2012).

Em estudos recentes com a utilização de ingredientes e/ou aditivos como coadjuvantes em dietas para peixes, contribuem no desempenho da cadeia produtiva (Pezatto *et al.*, 2002; Boscolo *et al.*, 2005; Andrade *et al.*, 2015; Rocha *et al.*, 2021), melhora nos aspectos nutricionais das dietas, proporcionando o suprimento adequado de nutrientes, além de reduzir os custos de produção, sendo estes fatores indispensáveis no desenvolvimento da aquicultura.

Entre as substâncias coadjuvantes nas dietas, o amido é um glucano, composto por dois polissacarídeos: amilose e amilopectina, representando a principal fonte de carboidrato encontrada em rações para organismos aquáticos, suas quantidades em rações podem variar de 5 a 60% do total de nutrientes, e é o principal componente para a expansão e aglutinação do produto final, atuando, ainda, como fonte de energia para os animais. Contudo, para que seja bem utilizado, é necessário a cocção e um grau de gelatinização adequados durante o processo de extrusão (Moro, 2015).

A levedura (*Saccharomyces* sp), é obtida da fermentação anaeróbica do caldo de cana ou do melaço no processo de produção de álcool gerado pela indústria sucroalcooleira (Meurer *et al.*, 2000). Sua parede celular possui carboidratos (20% a 35%) compostos, majoritariamente, por glucanas e mananas, os quais parecem agir sobre o sistema imunológico e na prevenção da colonização de bactérias patogênicas no trato gastrintestinal do animal (Spring, 2000). Contém vitaminas do complexo B, enzimas, ácidos graxos voláteis, minerais quelatados, estimulantes bacterianos, antibióticos naturais e peptídeos que proporcionam palatabilidade à ração, ainda, resulta em melhor desempenho, resistência e menor estresse ao animal (Machado, 1997). Apresenta biossegurança no seu manuseio e inclusão nas dietas, sendo de fácil incorporação à mistura durante o processamento da ração (Hisano *et al.*, 2004).

A maltodextrina é obtida a partir do amido (Moore *et al.*, 2005) por um processo de hidrólise que pode ser enzimática ( $\alpha$ -amilase), ácida ou uma combinação dos dois métodos, resultando em moléculas de diversos tamanhos, possuindo em média de cinco a dez unidades de glicose por molécula. Pode ser classificada como um carboidrato complexo com alto índice glicêmico responsável por diminuir a velocidade com que a glicose flui para o sangue (Sapata *et al.*, 2006). A inclusão da maltodextrina (DM) em rações proporciona bom desempenho e redução nos custos com matéria-prima em rações para animais de interesse zootécnico, sua

utilização deve-se ao estímulo da secreção de enzimas específicas gerado pela presença do carboidrato no intestino, é uma alternativa viável na substituição de fontes de carboidratos considerados de alto custo (Machado e Carvalho, 2015).

A aceitabilidade de dietas artificiais em sistemas de cultivo é um dos fatores primordiais para um bom desempenho no ponto de vista produtivo (Pereira da Silva e Pezzato, 2000; Faria *et al.*, 2001, Kotzamanis *et al.*, 2007), dessa forma a atratividade e palatabilidade de uma dieta torna-se um fator determinante para que as formulações atendam as exigências nutricionais de cada espécie de valor comercial.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a atratividade e a palatabilidade de dietas contendo substâncias coadjuvantes associadas a proteína hidrolisada de frango com 60% de proteína bruta e a proteína hidrolisada de penas em formulações de dietas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e para o dourado (*Salminus brasiliensis*).

#### **Referências:**

Albuquerque, D.M.; Marengoni, N.G.; Boscolo, W.R.; Ribeiro, R.P.; Mahl, I.; Moura, M.C. (2013) Probióticos em dietas para tilápia do Nilo durante a reversão sexual. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.43, p.1503-1508

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. <https://doi.org/10.3856/vol47-issue2-fulltext-19>.

Alves, R. S. A., Oliveira, S. R., Luczinski, T. G., Paulo, I. G. P., Boscolo, W. R., Bittencourt, F., & Signor, A. (2019b). Palatability of protein hydrolysates from industrial byproducts for Nile tilapia juveniles. *Animals*, 9, 2–11. <https://doi.org/10.3390/ani9060311>.



Alves, D.R.S.; Oliveira, S.R.; Luczinski, T.G.; Boscolo, W.R.; Bittencourt, F.; Signor, A.; & Detsch, D.T. (2020a) Attractability and palatability of liquid protein hydrolysates for Nile tilapia juveniles. *Aquaculture Research*, 51, 4 pp 1681-1688 DOI: <https://doi.org/10.1111/are.14514>.

Alves, D. R. S., Oliveira, S. R., Sosa, B; Boscolo, W. R.; Signor, A., & Bittencourt, F. (2020b). Compelling palatability of flavoring attractus aqua® for Nile tilapia juvenile Latin American Journal of Aquatic Research. <http://dx.doi.org/10.3856/vol48-issue2-fulltext-2355>.

Andrade, C. D., Almeida, V. V., Costa, L. B., Berenchtein, B., Mourão, G. B., e Miyada, V. S. (2015). Levedura hidrolisada como fonte de nucleotídeos para leitões recém-desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 788-796.

Barroso, M. V., Castro, J. C., Aoki, P. C. M., e Helmer, J. L. (2002). Valor nutritivo de alguns ingredientes para robalo (*Centropomus parallelus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, 2157–2164.

Boscolo, W. R., Hayashi, C., Meurer, F., Feiden, A., Bombardelli, R. A., e Reidel, A. (2005). Farinha de resíduos da filetagem de tilápias na alimentação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 1807–1812.

Brito, J.M.; Pontes, T.C.; Tsujii, K.M.; Araújo, F.E.; Ricther, B.L. (2017) Automação na tilapicultura: Revisão de literatura, desempenho, piscicultura, tecnologias, tilápias. *Nutritime*, 14, 5053–5062

Cardoso, M. S.; Godoy, A. C.; Oxford, J. H.; Rodrigues, R.; Santos C. M.; Bittencout, F.; Signor, A.; Boscolo, W. R.; Feiden, A. (2021). Apparent digestibility of protein hydrolysates from chicken and swine slaughter residues for Niletilapia. *Aquaculture*, v. 530, 735720. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735720>

Chalamaiah, M.; Kumar, B.D.; Hemalatha, R.; Jyothirmayi, T. (2012). Fish protein hydrolysates: proximate composition, amino aci composition, antioxidante activities and applications: a review. *Food Chemistry*. 135:3020-3038.

Cyrino, J.E.P., e Fracalossi, D.M. (2012). A pesquisa em nutrição de peixes e o desenvolvimento da aquicultura no Brasil: uma perspectiva histórica, in: Fracalossi, D.M., Cyrino, J.E.P. (Eds.), *Nutriaqua: Nutrição E Alimentação de Espécies de Interesse Para a Aquicultura Brasileira*. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Florianópolis.

Dairiki, J. k., Borghesi, R., Dias, C.T. dos S., e Cyrino, J.E.P. (2013). Lysine and arginine requirements of *Salminus brasiliensis*. *Pesq. agropec. bras.* vol.48, n.8 pp.1012-1020.

FAO. (2018) Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Rome, 2018. 227p.

FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome.

FAO. (2022). *Situação da Pesca e Aquicultura Mundial 2022. Rumo à Transformação Azul*. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>.

Faria *et al.*, 2001, Faria, A.C.E.A., C. Hayashi, E.M. Galdioli e C.M. Soares. 2001. Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* L. linhagem tailandesa. *Acta Scientar.*, 23(4): 903-908.

Flora, M.A.D.; Maschke, F.; Ferreira, C. C.; e Pedron, F. A. (2010) Biology and culture of dourado fish (*Salminus brasiliensis*), *Acta Veterinaria Brasilica*, v.4, n.1, p.7-14, 2010.

Fracalossi, D.M., Meyer, G., Santamaria, F.M., Weingartner, M., & Zaniboni-Filho, E. (2004). Desempenho de jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na região sul do Brasil, *Acta Sci.* 26, pp 345-352.

Furuya, W. M. (2010) Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápias. 1ª ed. Toledo: GFM, 100p.

Glencroos, B. D., Booth, M., & Allan, G. L. (2007). A feed is only as good as its ingredients – A review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition*, 13, 17–34. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00450.x>.

Graeff, Á.; Mondardo, M. (2006) Substituição da farinha de peixes pela farinha de penas hidrolisada na alimentação da carpa comum (*Cyprinus carpio* L) na fase de recria. *Revista Ceres*, vol. 53, núm. 305, enero-febrero, pp. 7-13

Hattori, J. F. D. A., Alves, D. R. S., Oliveira, S. R. D., Almeida, A. A. D. S., Boscolo, W. R. (2021). Attractiveness and palatability of liquid hydrolysates for Dourado (*Salminus brasiliensis*) fingerlings. *Aquaculture Research*, 52, 5682– 5690.

<https://doi.org/10.1111/are.15443>

Hardy, R.W.(2010). Utilização de proteínas vegetais em dietas de peixes: efeitos da demanda global e oferta de farinha de peixe. *Aquaculture Research*, 41 (5), 770-776

Hisano, H. et al. (2004) Zinco e levedura desidratada de álcool como pró-nutrientes para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum*, v.26, n.2, p.171-179.

Isaeva, Olga e Kasumyan, A.. (2001). Taste Preferences and the Dynamics of Behavioral Taste Response in the Tench *Tinca tinca* (Cyprinidae). *Journal of Ichthyology*. 41, №8. 640-653.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pecuária/Aquicultura. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/18/16459>. Acesso em 17/10/2022

Khosravi, S. et al. (2015) Effects of protein hydrolysates supplementation in low fish meal diets on growth performance, innate immunity and disease resistance of red sea bream *Pagrus major*. *Fish & Shellfish Immunology*, 45, 858-868.

Kotzamanis, Y.P.; Gisbert, E.; Gatesoupe, F. J.; Infante, J. Z.; Cahu, C. (2007) Effects of different dietary levels of fish protein hydrolysates on growth, digestive enzymes, gut microbiota, and resistance to *Vibrio anguillarum* in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, v.147, p. 205-214.

Kristinsson, H. G. (2006). The production, properties and utilization of fish protein hydrolysates. In: SHETTY, K.; PALIYATH, G.; POMETTO, A.; LEVIN, R. E. *Food Biotechnology*. New York: Taylor & Francis Group, p. 1111-1133.

Lewandowski, V., Decarli, J. A., de Araújo Pedron, F., Feiden, A., Signor, A., e Boscolo, W. R. (2013). Hidrolisados cárneos na alimentação do surubim do Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*). *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 20(4).

Lorenz, Evandro Kleber (2017). Hidrolisados Protéicos na alimentação de juvenis de dourado *Salminus brasiliensis*. (Tese de doutorado) UNESP, Piracicaba.

Machado, C. A., e Carvalho, L. S. (2015) Maltodextrina na alimentação animal Maltodextrina na alimentação animal. *RPCV* (2015) 110 (593-594) 14-16

Machado, P. F. (1997). Uso da levedura desidratada na alimentação de ruminantes. In: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal, 1997, Campinas. Anais... Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. p.111-128.

Mearns, K. J. (1986). Sensitivity of brown trout (*Salmo trutta L.*) and Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) fry to amino acids at the start of exogenous feeding. *Aquaculture*, 55(3), 191–200. doi:10.1016/0044-8486(86)90114-6

Meurer, F., Hayashi, C., Soares, CM, e Boscolo, WR (2000). Utilização de levedura spray dry na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus L.*). *Acta Scientiarum. Ciências Biológicas*, 22, 479-484

Moore, GRP, Canto, LR, Amante, ER, Soldi, V., 2005. Mandioca e amido de milho na produção de maltodextrina. *Quím. Nova* 28, 34-38.

Moro, G. V. (2015). Rações para organismos aquáticos: tipos e formas de processamento/ Giovanni Vitti Moro – Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura. 32 p.: il. color. (Documentos / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2318- 1400; 14)

National Research Council (NRC). 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. National Academies Press, Washington, 379p.

Oliveira, S. R.; Boscolo, W. R.; Alves, D. R. S.; Assis, J. F.; Signor, A.; Bittencourt, F. (2022). Attractivity and palatability of different hydrolysed proteins for the ornamental species *Betta splendens* (Regan, 1910). *AquacultureResearch* (Online) <sup>JCR</sup>.

Ostrensky, A.; Borghetti, J.R.; Soto, D. *Aquicultura no Brasil: O Desafio é Crescer*; Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca: Brasília, Brazil, 2008; 276p

Pastore, S.C.G.; Gaiotto, J.R.; Ribeiro, F.A.S.; Nunes, A.J.P. (2012) Formulação de rações e boas práticas de fabricação In: FRACALOSSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. *Nutriaqua*. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. Florianópolis/SC, p. 295-308.

Pereira da Silva, E. M., e Pezzato, L. E. (2000). Respostas da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29, 1273–1280. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000500003>

Pezzato, L.E., Miranda, E.C.; Barros, M.M.; Pinto, L.G.Q.; Furuya, W.M.; Pezzato, A.C. (2002) Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, p.1595-1604

Rocha, J.D.M.; Rosseto, J. F.; Silva, T.C.; Feiden, A.; Bittencourt, F.; Boscolo, W.R.; Signor, A. (2021). Proteína hidrolisada de frango em dietas para alevinos de tilápia. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 14, e154101421796. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21796>

Rodrigues, S.S., e Menin, E. (2006). Anatomia bucofaringeana de *Salminus brasiliensis* (Cuvier 1817). *Biotemas*.

Sapata, B.S., Fayh, A.P., Oliveira, A.R. (2006). Efeitos do consumo prévio de carboidratos na resposta glicêmica e no desempenho. *Veterinário. Bras. Med. Esporte* 12, 256–268.

Shiau, S.-Y., e Lan, C.-W (1996). Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*) *Aquaculture*, 145 pp. 259-266.

Silva, F. F. D., Sá, J. F. D., Schio, A. R., Ítavo, L. C. V., Silva, R. R., & Mateus, R. G. (2009). Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 371-389.

Silva, T. C. da, Rocha, J. D. M., Moreira, P., Signor, A., & Boscolo, W. R. (2017). Fish protein hydrolysate in diets for Nile tilapia post-larvae. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(7), 485–492. doi:10.1590/s0100-204x2017000700002

Spring, P. (2000). Yeast's secret weapon aids animal production. *Feed Mix (special)*, Minneapolis, v.1, p.32.

Szumiec, M. A., & Szumiec, J. (1979). The influence of temperature on the effectiveness of carp production in ponds—The Third European Congress of Ichthyobiology.

Takishita, S. S., Lanna, E. A. T., Donzele, J. L., Bomfim, M. A. D., Quadros, M., & Sousa, M. P. D. (2009). Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilápia-do-nylo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 2099-2105.

Teixeira, B., Machado, C., & Fracalossi, C. M. (2010). Exigência protéica em dietas para alevinos de dourado (*Salminus brasiliensis*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*:2010, 32- ISSN 1806-2636

Thiessen, D. Optimization de feed peas, canola and flaxseed for aqua feeds: the Canadian Prairie perspective. In: Cruz, S. et al.; AVANCES IN NUTRICIÓN ACUICOLA VII. Memorias del VII Simposium Internacional de nutrición acuicula, Hermosillo, Sonora, México, 16-19, 2004.

Weingartner, M., & Zaniboni-Filho, E. (2013). Biología e cultivo do dourado, in: Bernardo Baldisseroto, Levy de Carvalho Gomes (Eds.), *Espécies Nativas Para Psicultura No Brasil*. Editora UFSM, Santa Maria PP. 245-274.

Zhou, Q. C., & Yue, R. (2012). Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*. *Aquaculture Research*, 43, 806–814. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02892.x>



## **CAPÍTULO 1. Atratividade e palatabilidade do hidrolisado proteico de frango com inclusão de amido, levedura e maltodextrina: um ensaio para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

**Márcia Regina Piovesan<sup>1,2</sup>, Jahina Fagundes de Assis Hattori<sup>2</sup>, Suzana Raquel de Oliveira<sup>1</sup>, Victor Santos Lira da Nóbrega<sup>1</sup>, Wilson Rogério Boscolo<sup>1</sup>, Alexandre Augusto Oliveira Santos<sup>3</sup>, Fábio Bittencourt<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade do Oeste do Estado do Paraná - UNIOESTE, Centro de Engenharia e Ciências Exatas, Toledo, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Colegiado do Curso de Matemática, Toledo, Brasil.

<sup>3</sup> Instituto federal de educação ciência e tecnologia do Espírito Santo (Ifes), Campus Piúma, Brasil

Autor Correspondente: Márcia Regina Piovesan ([marciapiovesan@utfpr.edu.br](mailto:marciapiovesan@utfpr.edu.br))

### **Resumo:**

Para determinar a atratividade e palatabilidade de dietas contendo hidrolisados proteicos e distintas substâncias coadjuvantes em formulações de rações para alevinos de tilápia, *Oreochromis niloticus*, seis dietas foram elaboradas contendo: 1-farinha de peixe ((FPE) - ração controle); 2-proteína hidrolisada de penas (PHP); 3-proteína hidrolisada de frango com 75% de proteína bruta (PB) (PHF75%); 4-proteína hidrolisada de frango com amido (PHFA60%); 5-proteína hidrolisada de frango com levedura (PHFL60%); e 6-proteína hidrolisada de frango com maltodextrina (PHFM60%). Foram utilizados alevinos de tilápia do Nilo com peso médio de  $6,48 \pm 0,37\text{g}$ , distribuídos individualmente em 12 aquários com volume útil de 20 litros cada, com controle de aeração e temperatura individualizada. As dietas foram fornecidas seis vezes ao dia. Os comportamentos: tempo de captura do primeiro pelete, número de rejeições, número de aproximações sem captura e número de peletes consumidos foram analisados e tabulados, os dados foram submetidos à ANOVA e aplicado o índice de atratividade e palatabilidade (IAP). Todas as dietas testadas apresentaram índice de atratividade e palatabilidade (IAP) acima de 85%, demonstrando afetarem positivamente o consumo das dietas em comparação a dieta controle.

**PALAVRAS-CHAVE:** atrativo alimentar, comportamento alimentar, preferência alimentar, substâncias coadjuvantes.

## 1.Introdução

Um dos pilares para o sucesso produtivo e de mercado, gerando a maximização dos aspectos produtivos dos animais, é a nutrição (Furuya, 2010). Na atualidade, a farinha de peixe é utilizada como a principal fonte proteica em dietas para organismos aquáticos, devido ao bom equilíbrio de aminoácidos e alta digestibilidade (NRC, 2011; Silva *et al.*, 2017; Hattori *et al.*, 2021). Entretanto, as flutuações em sua disponibilidade atrelada ao elevado preço desta matéria-prima e ainda associados aos impactos ambientais relacionados à sobrepesca (FAO, 2018), geram uma problemática quanto a limitação deste ingrediente e sua inclusão em rações.

Avaliar digestibilidade, desempenho zootécnico e influência no crescimento são comuns quando novas dietas são formuladas, contudo, a avaliação de aceitação dos ingredientes pelos animais, fator importante para o consumo, comumente é negligenciado (Zhou e Yue, 2012). De acordo com Alves *et al.* (2019a), uma ração só será ideal se, além de sua alta qualidade nutricional, apresentar características organolépticas que facilitem a detecção e estimulem sua ingestão, fato que torna as avaliações de palatabilidade de novas dietas importantes. Assim, ingredientes alternativos à farinha de peixe devem atender as exigências quantitativas e qualitativas dos nutrientes, bem como, devem fornecer compostos químicos atrativos e palatáveis para estimularem o consumo da dieta pelos peixes (Hardy, 2010).

Com este entrave futuro anunciado, a indústria de rações busca adaptar-se procurando fontes proteicas e energéticas, de origem animal e/ou vegetal (Pastore *et al.*, 2012), que possam ser alternativas de alimentos a ser incluídas em dietas para peixes, como ingredientes de alta palatabilidade que possam reduzir a geração de resíduos (Tantikiti, 2014; Apper *et al.*, 2016; Alves *et al.*, 2019b) e criando possibilidades de diferentes escolhas de ingredientes com qualidades nutricionais equivalentes.

As proteínas hidrolisadas oriundas de subprodutos agroindustriais apresentam elevada qualidade biológica (Mullen *et al.*, 2017), principalmente em aminoácidos livres, uma boa alternativa à substituição da farinha de peixe (Chalamaih *et al.*, 2012), fornecendo um adequado suprimento de nutrientes à nutrição animal. Além disso, o Brasil apresenta uma cadeia produtiva (aves, bovino e suíno) consolidada, assumindo a terceira posição na produção mundial de carne de frango (ABPA, 2020), o que gera grande disponibilidade de resíduos (aparas e vísceras) que podem ser aproveitados pelo emprego da biotecnologia por meio do

processo hidrolítico (Toldrá *et al.*, 2016). Na aquicultura, a inclusão de hidrolisados proteicos em dietas para peixes tem proporcionado efeitos benéficos sobre os aspectos da atratividade e palatabilidade (Alves *et al.*, 2019b), digestibilidade (Cardoso *et al.*, 2021), crescimento (Lewandowski *et al.*, 2013) e sistema imunológico (Khosravi *et al.*, 2015).

Associar ingredientes alternativos como fontes proteicas e energéticas, como por exemplo a levedura, o amido e a maltodextrina, em dietas para peixes, pode ser utilizada como forma de redução ou manutenção de custos, melhorar o desempenho animal ou ainda uma forma de substituir alimentos tradicionalmente utilizados (Gonçalves *et al.*, 2010). Como forma de viabilizar a utilização destes ingredientes na formulação de rações há a necessidade de determinar a composição química e avaliar a atratividade e palatabilidade destes, possibilitando a formulação de rações que melhor atendam às exigências nutricionais da espécie (Oliveira *et al.*, 2022).

A levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) é um subproduto da indústria sucroalcooleira, com grande produção em diversas regiões do Brasil, e possui alto valor nutritivo (Gonçalves *et al.*, 2010). Para produção de etanol, por meio de processo de hidrólise, as leveduras liberam nucleotídeos e nucleosídeos, produtos altamente digestíveis, além destes disponibilizam aminoácidos e peptídeos, sendo fortemente recomendadas para nutrição animal (Andrade *et al.*, 2011). Visto seu alto valor nutricional e ação imunoestimulante (Butolo, 2001) apresenta-se como importante ingrediente para compor rações para organismos aquáticos, apresentando resultados positivos como substituto da farinha de peixe (Pádua, 1996; Oliva-Teles & Gonçalves, 2001; Gonçalves *et al.*, 2010).

O amido representa a principal fonte de carboidrato encontrada em rações para organismos aquáticos (Moro, 2015) e é composto por dois polissacarídeos: amilose e amilopectina. Ao ser avaliado em substituição de fontes energéticas de carboidratos, não interferiu no desempenho zootécnico dos animais (Machado *et al.*, 2015). Além de sua função nutricional, possui propriedades importantes no processo de extrusão, aglutinação dos nutrientes e formação dos peletes (Boscolo *et al.*, 2008).

A maltodextrina é um produto resultado da hidrólise parcial ácida e/ou enzimática do amido, constituída por unidades de D-glicose (Marchal *et al.*, 1999). De acordo com FDA (2003), é um polímero sacarídeo nutritivo, sem sabor adocicado, apresenta-se como pó branco ou solução concentrada obtida a partir dos amidos de milho, batata ou arroz.

O objetivo deste estudo foi avaliar a atratividade e palatabilidade dessas substâncias

coadjuvantes associadas a proteína hidrolisada de frango, com 60% de proteína bruta, em comparação com a farinha de peixe nas formulações de dietas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

## **2. Material e Métodos**

### **2.1 Ensaio**

O experimento foi conduzido em janeiro de 2022 no Laboratório de Etologia do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura – GEMaQ, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, campus Toledo-PR. A metodologia presente neste estudo foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais de Produção– CEUAP da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, conforme Certificado Experimental no Uso de Animais em Pesquisa Nº P09/22.

### **2.2 Aquisição de ingredientes e formulação das dietas**

Os ingredientes-teste (PHF) utilizados nesse experimento foram cedidos pela empresa BRF Ingredients® por meio de parceria institucional com a UNIOESTE.

Foram produzidas rações experimentais contendo Proteína Hidrolisada de Penas de frango, contendo 76,20% de proteína bruta (PHP76,20%); Proteína Hidrolisada de Frango (PHF), na qual, os hidrolisados utilizados foram a Proteína Hidrolisada de Frango contendo 75% de proteína bruta (PHF75%); e a Proteína Hidrolisada de Frango contendo 60% de proteína bruta (PHF60%). O processo de hidrólise dos ingredientes-teste foi realizado na própria empresa.

As seis dietas experimentais foram elaboradas atendendo as necessidades da espécie (Fracolossi & Cyrino, 2013; Furuya, 2010 (Tabela 1).

As dietas experimentais foram:

1. FPE = Dieta controle, contendo 5% de farinha de peixe;
2. PHP = Dieta contendo 5% de proteína hidrolisada de pena de frango;
3. PHF75% = Dieta contendo 5% de proteína hidrolisada de frango 75% PB;
4. PHFA60% = Dieta contendo 5% de proteína hidrolisada de frango (60% PB) com inclusão de Amido;



Total	100	100	100	100	100	100
<p>Abreviações: FPE (controle), dieta contendo 5% de farinha de peixe; PHP, dieta contendo proteína hidrolisada de penas; PHF75%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango 75%PB; PHFA60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango(60%PB) com inclusão de amido; PHFL60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de levedura; PHFM60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de maltodextrina.</p> <p>a Proteína bruta de resíduo do abate de Tilápia.</p> <p>b Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A 500.000 UI; vit. D3 200.000 UI; vit. E 5.000 mg; vit. K3 1.000 mg; vit. B1 1.500 mg; vit. B2 1.500 mg; vit. B6 1.500 mg; vit. B12 4.000 mg; ácido fólico 500 mg; pantotenato de cálcio 4.000 mg; vit. C 15.000 mg; biotina 50 mg; Inositol 10.000 mg; nicotinamida 7.000 mg; colina 40.000 mg; cobalto 10 mg; cobre 500 mg; ferro 5.000 mg; iodo 50 mg; manganês 1.500 mg; selênio 10 mg; zinco 5.000 mg.</p> <p>c Concentração de ácido ascórbico.</p> <p>d Concentração de colina.</p>						

### 2.3 Fabricação da ração

A produção das dietas experimentais teve início com a seleção, pesagem e mistura de todos os ingredientes sólidos. Na sequência os ingredientes foram triturados, primeiramente com uma peneira 0.6mm de diâmetro e posteriormente com uma peneira de 0.3mm de diâmetro em um triturador do tipo martelo (modelo MCs 280, marca Vieira Moinhos e Martelo, Tatuí-SP, Brasil). Posteriormente, todos os ingredientes foram homogeneizados em um misturador mecânico do tipo ‘Y’ (modelo MA 200, marca Marconi Equipamentos Laboratoriais, Piracicaba - SP, Brasil) e na sequência umidificada com 23% de água para o processo de extrusão, no equipamento modelo Ex-Micro (Exteec Máquinas, Ribeirão Preto - SP, Brasil) com 1.3 mm de diâmetro. Em seguida, todas as dietas foram levadas para estufa (modelo TE-394/3-D, Tecnal Equipamentos Científico para Laboratórios, Piracicaba - SP, Brasil) por 24h à 55°C para secagem.

### 2.4 Análises químicas

As rações e os hidrolisados foram analisadas quanto à porcentagem de proteína bruta, matéria seca, matéria mineral e energia bruta (Tabelas 2 e 3), composição de aminoácidos das proteínas hidrolisadas e das dietas utilizadas (Tabelas 4 e 5). A análise referente a energia bruta foi determinada por meio de bomba calorimétrica (IKA<sup>®</sup> C2000) no Laboratório de Qualidade de Alimentos (LQA) do GEMAq. As demais análises foram realizadas pelo método MA-009 (White *et al.*, 1986; Hagen *et al.*, 1989) por um laboratório comercial (CBO Análises Laboratoriais Ltda., Valinhos-SP).

**Tabela 2** - Composição química das dietas experimentais utilizadas para avaliação de atratividade e palatabilidade para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (com base na matéria seca).

Parâmetros	Dietas					
	FPE	PHP	PHF75%	PHFA60%	PHFL60%	PHFM60%
Proteína Bruta (%)	41,33	42,19	41,21	41,41	40,87	41,06
Matéria seca (%)	94,57	94,35	94,76	94,70	94,41	94,64
Matéria Mineral (%)	6,62	7,12	6,53	6,46	6,60	6,43
Energia Bruta (kcal/kg)	4633,50	4605,50	4598,50	4642,00	4588,50	4608,50

Abreviações: FPE (controle), dieta contendo 5% de farinha de peixe; PHP, dieta contendo proteína hidrolisada de penas; PHF75%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango 75%PB; PHFA60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango(60%PB) com inclusão de amido; PHFL60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de levedura; PHFM60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de maltodextrina.

**Tabela 3** - Composição química dos hidrolisados proteicos utilizados, nas dietas, para avaliação de atrato palatabilidade para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com base na matéria seca.

Parâmetros	Ingredientes				
	PHP	PHF75%	PHFA60%	PHFL60%	PHFM60%
Proteína Bruta (%)	76,20	73,40	56,31	56,91	59,33
Matéria seca (%)	0,81	5,24	7,51	5,60	5,81
Matéria Mineral (%)	9,86	4,34	3,88	4,63	2,85
Energia Bruta (kcal/kg)	4550	5430	5050	5060	5030
Umidade	3,78	4,93	5,98	5,80	4,63

Abreviações: PHP, proteína hidrolisada de penas; PHF75%, proteína hidrolisada de frango 75%PB; PHFA60%, proteína hidrolisada de frango(60%PB) com inclusão de amido; PHFL60%, proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de levedura; PHFM60%, proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de maltodextrina.

**Tabela 4.** Percentual do perfil de aminoácidos das proteínas utilizadas na avaliação de atratividade e palatabilidade de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Composição Química	Proteínas hidrolisadas				
	PHP	PHF75%	FHFA60%	PHFL60%	PHFM60%
Ácido Aspártico (%)	6,14	6,24	4,70	5,15	4,91
Ácido Glutâmico (%)	9,56	9,95	7,83	7,52	7,56
Serina (%)	7,49	3,18	2,36	2,69	2,13
Glicina (%)	6,53	6,30	4,50	3,99	4,44
Histidina (%)	1,18	1,86	1,36	1,35	1,32
Taurina (%)	0,18	0,67	0,65	0,46	0,29
Arginina (%)	4,67	4,71	3,70	3,43	3,54
Treonina (%)	3,72	3,26	2,46	2,64	2,34
Alanina (%)	4,10	4,93	3,63	3,78	3,54
Prolina (%)	5,91	4,32	3,33	2,96	2,98
Tirosina (%)	2,25	2,18	1,77	1,81	1,68
Valina (%)	6,07	3,33	2,81	2,96	2,55
Metionina (%)	1,21	1,72	1,44	1,32	1,53
Cistina (%)	3,11	1,73	0,86	0,87	0,61
Isoleucina (%)	4,0	2,97	2,37	2,52	2,27
Leucina (%)	6,17	5,47	4,17	4,26	4,06
Fenilalanina (%)	3,65	2,93	2,23	2,29	1,97
Lisina (%)	3,0	5,32	3,64	3,96	3,88
Hidroxiprolina (%)	0,33	-	1,82	1,30	1,22
Total (%)	79,27	71,07	55,63	55,26	52,82

Abreviações: PHP, proteína hidrolisada de penas; PHF75%, proteína hidrolisada de frango 75%PB; PHFA60%, proteína hidrolisada de frango(60%PB) com inclusão de amido; PHFL60%, proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de levedura; PHFM60%, proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de maltodextrina.



**Tabela 5.** Percentual de aminoácidos livres detectados nas dietas experimentais utilizadas na avaliação da atratividade e palatabilidade para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com base na matéria seca.

Composição Química	Dietas					
	FPE	PHP	PHF75%	PHFA60%	PHFM60%	PHFL60%
Ácido Aspártico (%)	0,02	0,04	0,03	0,06	0,04	0,05
Ácido Glutâmico (%)	0,04	0,08	0,06	0,12	0,08	0,10
Serina (%)	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
Glicina (%)	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04
Histidina (%)	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03
Taurina (%)	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02
Arginina (%)	0,06	0,10	0,07	0,14	0,09	0,12
Treonina (%)	0,52	0,50	0,25	0,57	0,53	0,55
Alanina (%)	0,03	0,06	0,04	0,08	0,06	0,07
Prolina (%)	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03	0,05
Tirosina (%)	0,03	0,04	0,03	0,06	0,05	0,05
Valina (%)	0,02	0,04	0,03	0,06	0,04	0,05
Metionina (%)	0,45	0,39	0,21	0,42	0,42	0,41
Cistina (%)	0,08	0,07	0,04	0,08	0,08	0,07
Isoleucina (%)	0,01	0,03	0,03	0,05	0,03	0,04
Leucina (%)	0,03	0,08	0,06	0,12	0,08	0,09
Fenilalanina (%)	0,02	0,05	0,03	0,06	0,04	0,05
Lisina (%)	0,16	0,12	0,05	0,14	0,12	0,12
Asparagina (%)	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02
Glutamina (%)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hidroxiprolina (%)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Total (%)	1,60	1,75	1,07	2,18	1,82	1,95

Abreviações: FPE (controle), dieta contendo 5% de farinha de peixe; PHP, dieta contendo proteína hidrolisada de penas; PHF75%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango 75%PB; PHFA60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango(60%PB) com inclusão de amido; PHFL60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de levedura; PHFM60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de maltodextrina.

## 2.5 Avaliação e Coleta de dados

Foram utilizados 12 aquários de vidro temperado com volume útil de 20 litros e tampa do mesmo material, com orifício circular de 5 cm de diâmetro, com sistema de aeração e controle de temperatura com o uso de termostatos, individualizados (Figura 1). Para não comprometer o comportamento dos peixes com a movimentação no laboratório foi inserida uma tampa de compensado naval branca ao redor da estrutura dos aquários (Figura 2). Os aquários possuíam isolamento nas laterais com poliestireno (EVA) branco, evitando a interação entre os aquários, e estavam alocados sobre placas de isopor. Em cada aquário, foi alocado um alevino de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com peso médio de  $6,48 \pm 0,37$  g, comprimento total de  $7,30 \pm 0,25$  cm e comprimento padrão de  $5,71 \pm 0,21$  cm

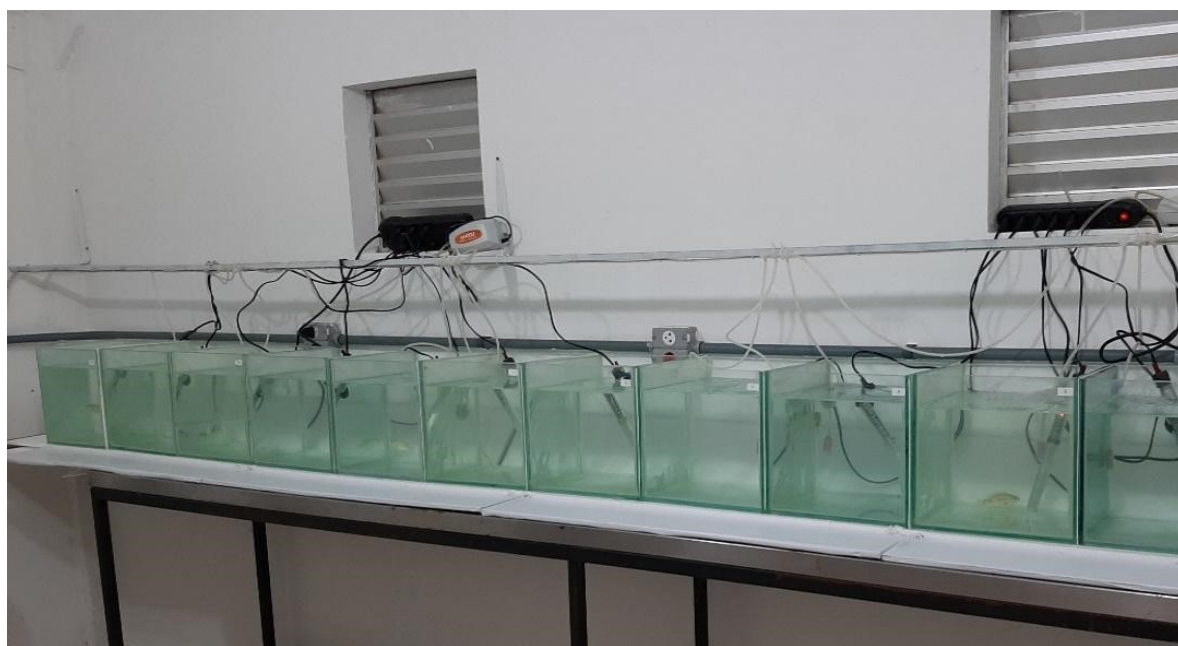


Figura 1: Local do experimento, aquários individualizados

Os parâmetros de qualidade de água foram controlados durante o experimento, e estes, aferidos com o auxílio de sonda multiparâmetro portátil (pH/TDS/Cond/OD/Temp) - SX836. A água manteve-se com temperatura média de  $28,71 \pm 0,51$  °C; o pH:  $7,75 \pm 0,081$  e oxigênio dissolvido,  $6,88 \pm 0,33$  mg L<sup>-1</sup>. As variáveis amônia tóxica e total foram avaliadas com o kit colorimétrico e os valores médios foram, amônia total:  $0,5 \pm 0,26$  ppm e amônia tóxica:  $0,023 \pm 0,016$  ppm.



Figura 2: Local do experimento, barreira confeccionada com compensado naval

Cinco dias antes do início do experimento, os peixes foram submetidos a um período de treinamento, para que pudessem se adaptar à presença humana e para quantificar o número de pellets necessários até a saciedade aparente. Os peixes foram alimentados durante a adaptação com a ração PHF75%, os pellets ofertados possuíam diâmetro de 1,2 mm.

Após o período de adaptação, iniciou-se os ensaios de atratividade e palatabilidade. As seis dietas experimentais avaliadas foram oferecidas para todos os peixes, seguindo um delineamento inteiramente casualizado, nos horários 8h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h. A alimentação foi filmada por um período de três minutos com uma câmera modelo Go Pro 5 Black 4K Ultra HD, assim que a ração foi depositada nos tanques de observação.

O ensaio teve a duração de 12 dias, obtendo 864 filmagens (12 peixes x 6 alimentações, 72 ensaios ao dia). Em que foram registrados os comportamentos de: (a) tempo de captura do primeiro pelete, (b) frequência de aproximações sem capturar o pelete, (c) quantidade de peletes ingeridos, (d) frequência de ejeções/regurgitações dos pellets. Os vídeos foram analisados visualmente e o registro dos comportamentos tabulados para posterior avaliação. Respectivamente foi calculado o índice de atratividade e palatabilidade (IAP) de acordo com Hattori (2022).

## 2.6 Índice de atrato-palatabilidade

O ensaio de atratividade e palatabilidade e o Índice de Atratividade e Palatabilidade (*IAP*) foram realizados de acordo com a metodologia descrita por Kasumyan e Morsi (1996); Kasumyan e Doving (2003); Kasumyan e Sidorov (2012), Alves *et al.* (2019); e Alves, Oliveira *et al.* (2022) com adaptações de acordo com Hattoriet *al.* (2021). Para a verificação do índice de atratividade e palatabilidade foi utilizado o modelo proposto por Hattori (2022), dado por:  $IAP = \frac{1}{3}(P_{TCP} + P_{CP} + P_{TCT}) - P_{NRP}$ , onde:

$P_{TCP} = 100 - \left(\frac{TCP}{T_F} \times 100\right)$ , sendo *TCP* tempo de captura do primeiro pelete e *T<sub>F</sub>* o tempo de filmagem, em segundos;

$P_{CP} = \left(\frac{CP}{NP} \times 100\right)$ , sendo *CP* o número de peletes consumidos e *NP* o número de peletes oferecidos;

$P_{TCT} = 100 - \left[(T_{Total} - TCP) \times \frac{100}{T_F}\right]$ , onde *T<sub>Total</sub>* será o tempo de consumo de todos os peletes e será considerado nulo se não houver captura de peletes ou caso não sejam consumidos todos os peletes;

$P_{NRP} = \frac{NRP}{NP} \times 100$ , sendo *NRP* o número de rejeições dos peletes.

## 2.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro- Wilk e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene, e posteriormente submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA) a 5% de significância, atendendo aos pressupostos realizou-se o teste de Tukey para comparação das médias. As análises foram realizadas no software Statistic 7.1®.

### 3. Resultados

As análises realizadas apontam que todas as dietas testadas proporcionaram índice de palatabilidade positivo e superior a 86%. Os parâmetros de atrato-palatabilidade avaliados neste estudo não apresentaram diferença estatística ( $p > 0,05$ ) (Tabela 6).

**Tabela 6.** Valores médios dos parâmetros e do Índice de Atratividade e Palatabilidade (IAP) de diferentes dietas com hidrolisados proteicos para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Tratamentos	Índice atrato palatabilidade (%)	Peletes Consumidos (%)	Número de rejeições após a captura do pelete	Número de aproximações sem captura do pelete	Tempo de Captura do primeiro pelete (s)
PHFA60%	91,40	93,91±15,97	0,21±0,64	1,41±0,58	5,03±12,22
PHP	90,78	94,55± 14,78	0,09±0,17	1,44±0,78	4,33±9,17
PHFL60%	90,42	92,36±22,18	0,24±0,51	1,14±0,54	6,22±14,35
FPE	89,66	93,10±18,02	0,12±0,26	1,63±0,74	7,58±17,61
PHF75%	89,37	93,80±19,35	0,21±0,33	1,38±0,60	2,14±3,37
PHFM60%	86,66	91,08±20,71	0,39±0,61	1,40±0,57	4,01±8,67

Abreviações: FPE (controle), dieta contendo 5% de farinha de peixe; PHP, dieta contendo proteína hidrolisada de penas; PHF75%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango 75%PB; PHFA60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango(60%PB) com inclusão de amido; PHFL60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de levedura; PHFM60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de maltodextrina.

Ao analisar o IAP não foram encontradas diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ), porém o tratamento PHFA60% obteve o maior IAP (91,40%), seguido por PHP com 90,78% e PHFL60% com 90,42% e a dieta controle (FPE) com 89,66%.

Para o comportamento alimentar referente ao consumo de peletes, o valor médio dos tratamentos PHFA60%, PHP e PHF75% foram melhores quando comparados à dieta FPE. A dieta PHP teve um consumo de 94,55% dos peletes, valor superior de 1,45% em relação FPE. A dieta PHFA60%, proporcionou acréscimo de 0,81% na ingestão, seguida da PHF75% com 0,70%, quando comparadas a FPE. As demais dietas (PHFM60%, PHFL60%) obtiveram consumo inferior a dieta controle, contudo com IAP positivo e não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Quanto ao número de rejeição de peletes após captura, não foram encontradas diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ) o menor valor médio de número de rejeição observado foi na dieta PHP, enquanto o maior valor foi observado em PHFM60%. Porém os dados do presente estudo destacam que a PHFA60%, PHFL60% e PHFM60% apresentaram número de rejeição de peletes 1,75; 2 e 3,25 vezes maior em relação à dieta FPE (controle).

Todas as dietas testadas apresentaram menor número de aproximação sem captura de peletes em relação à FPE, no entanto não apresentaram efeito significativo ( $p > 0,05$ ).

Para a variável tempo de captura do 1º pelete (em segundos), todas as dietas contendo hidrolisado proteico resultaram em menor tempo para captura do pelete em segundos, dando destaque a dieta PHF75% que apresentou cinco segundos a menos na captura, seguida da PHFM60% e PHP com três segundos e a PHFA60% e PHFL60% com dois e um segundos, respectivamente, comparadas com a dieta FPE, embora não tenham sido encontradas diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ).

#### **4. Discussão**

O comportamento alimentar dos peixes é caracterizado pelos órgãos sensoriais ligados basicamente ao olfato (Hara, 1993), entretanto, o paladar é o responsável pela ingestão ou não do alimento, independente do órgão sensorial envolvido na alimentação (Pereira-da-Silva e Pezzato, 2000; Oliveira *et al.*, 2022), essa dinâmica está associada a atratividade e palatabilidade dos ingredientes (Hattori *et al.*, 2021).

A dinâmica de percepção dos alimentos está relacionada a individualidade de cada espécie e a composição da dieta que influencia em sua atração ou repulsão (Alves *et al.*, 2020a; Hattori *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2022), como atribuído aos aminoácidos por Ward (1991), em que foram destacadas as capacidades de atratividade de um alimento pela presença de aminoácidos em sua composição. De acordo com Kasumyan (1997), os aminoácidos que demonstraram ser palatáveis a diversas espécies de peixes avaliadas com hábitos alimentares distintos, como a alanina, ácido glutâmico e ácido aspártico, possuem ação estimulante para a maioria das espécies. Os aminoácidos livres, presentes em maior concentração na dieta PHFA60% que apresentou o melhor índice de atratividade e palatabilidade, entre as dietas avaliadas, apresentou maior concentração dos seguintes aminoácidos livres: serina, glicina, taurina, arginina, treonina, prolina, alanina, tirosina, valina, isoleucina, leucina, fenilalanina e

asparagina, estes 16 aminoácidos também foram considerados estimulantes por Kasumyan & Doving (2003).

A composição de aminoácidos e suas quantidades são importantes na avaliação de uma dieta, como avaliado por Alves *et al.* (2019a), em que os hidrolisados líquidos na dieta para tilápia do Nilo, resultaram menores índices de palatabilidade, estes possuíam porcentagens menores de proteína bruta e teor de aminoácidos livres em sua composição, evidenciando que o consumo de peletes e número de rejeições após a captura do primeiro pelete podem estar associados a concentração de aminoácidos livres presente na dieta.

A oferta de dietas contendo hidrolisado proteico para peixes é fonte de diversas pesquisas, em tem apresentado resultados positivos a sua inclusão, pode-se destacar, na alimentação de Betta (*Betta splendens*) por Oliveira *et al.* (2022), dourado (*Salminus brasiliensis*) por Hattori *et al.* (2021), e tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por Alves *et al.* (2019 e 2020). Dentre os hidrolisados utilizados neste estudo, a proteína hidrolisada de frango (PHF) tem se constituído uma alternativa de ingrediente funcional de alto valor biológico, fonte de peptídeos bioativos que promovem funcionalidades específicas na saúde do animal, influenciando também na performance produtiva e no parâmetro de crescimento de alevinos da tilápia do Nilo, como verificado por Rocha *et al.* (2021).

Outros ingredientes também possuem respostas diferenciadas em função de seu grau de atratividade e palatabilidade como observado por Pereira-da-Silva e Pezzato (2000), em que avaliaram o comportamento alimentar da tilápia frente a 14 ingredientes, dentre eles a levedura de cana de açúcar e o glúten de milho, os quais foram classificados com média atrato palatabilidade, sugerindo que deve ser considerado uma combinação de fatores relacionados aos comportamentos mais significativos, como número de ingestão e frequência aos comedouros.

Ao associar substâncias denominadas coadjuvantes como a levedura, o amido e a maltodextrina a proteína hidrolisada de frango, buscou-se avaliar o comportamento alimentar dos peixes estimulando-os por meio de substâncias atrativas presentes em suas composições como os aminoácidos, peptídeos e compostos nitrogenados, como destacado por Alves *et al.* (2020). O presente estudo, evidencia a preferência alimentar dos peixes pela dieta constituída por proteína hidrolisada de frango com inclusão de amido PHFA60%, com IAP de 91,40%, esta possui o maior percentual de aminoácidos livres (2,18%) em comparação com as demais dietas testadas.

A levedura pode ser utilizada para suplementação em rações para peixes, como fonte proteica e lipídica bem como probiótico, tendo potencial para melhorar o metabolismo e a resposta imune (Iwashita, 2012). Por possuírem alto teor de aminoácidos e peptídeos, podem também ser empregadas como palatabilizantes para peixes (Ozório *et al.*, 2012). Neste estudo, a dieta PHFL60% apresentou IAP ( $p>0,05$ ) não diferindo da dieta controle.

Todas as dietas testadas apresentaram índice de atratividade e palatabilidade positivos, em que as dietas PHFA60%, PHP e PHF75% obtiveram incremento de 1% no consumo, dietas estas compostas com proteínas hidrolisadas com maior percentual de aminoácidos totais (Tabela 4).

Conforme Alves *et al.* (2020b), o tempo de captura do primeiro pelete, pode ser estimulado usando ingredientes com boa atratividade, pois ao estimular a resposta gustativa extraoral do animal desencadeia-se o comportamento de busca do alimento (Kasumyan & Doving, 2003).

Na aquicultura, almeja-se que tempo de captura seja baixo, tendo em vista a menor perda de nutrientes para a água, resultando uma ingestão completa da dieta e causando menor impacto ambiental (Oliveira *et al.*, 2022; Alves *et al.*, 2020b; Cyrino *et al.*, 2012). Todas as dietas testadas contendo hidrolisado proteico resultaram em baixo tempo para captura, demonstrando que podem ser utilizadas com o intuito de redução do tempo de ingestão, em que, nos ensaios realizados, a dieta PHF75% apresentou cinco segundos a menos na captura, seguida da PHFM60% e PHP, ambas com três segundos e a PHFA60% e PHFL60% com dois e um segundos, respectivamente, ao serem comparadas com a dieta FPE.

A atratividade e palatabilidade são componentes indispensáveis na formulação de dietas a fim de garantir a máxima ingestão de alimento e mitigar o impacto ambiental (Oliveira *et al.*, 2022). No presente estudo, todas as dietas apresentaram índice de atratividade e palatabilidade semelhantes em relação a maioria dos parâmetros analisados, tendo como referência a dieta controle (FPE). Dessa forma, pode-se inferir que a inclusão das substâncias coadjuvantes: amido, levedura e maltodextrina aos hidrolisados proteicos mostrou-se equivalente a farinha de peixe, no que diz respeito a atratividade e palatabilidade, ressaltando que esses elementos podem contribuir na saúde do peixe.



## **5. Considerações Finais**

As dietas analisadas neste estudo, com inclusão das substâncias coadjuvantes, amido, levedura e maltodextrina, ao hidrolisado proteico, mostraram-se similares a dieta com farinha de peixe bem como a dieta contendo proteína hidrolisada de penas, quanto a atratividade e palatabilidade para alevinos de tilápia do Nilo,

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem à empresa BRF Ingredientes pela doação de ingredientes e apoio financeiro, e ao Grupo de Estudos em Gestão da Aquicultura - GEMaQ da Universidade do Oeste do Paraná (UNIOESTE) campus Toledo-PR, pela disponibilização dos estudos laboratoriais e suporte técnico.

## **Conflitos de interesse**

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## **Declaração de disponibilidade de dados**

Temos o prazer de informar que nossos dados experimentais estão à disposição para qualquer solicitação ou dúvida.

## **Referências Bibliográficas**

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual. (2020). Disponível em: <https://abpa-br.org/abpa-lanca-relatorio-anual-2020/>. Acesso em: 14/10/2022.

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. <https://doi.org/10.3856/vol47-issue2-fulltext-19>.

Alves, R. S. A., Oliveira, S. R., Luczinski, T. G., Paulo, I. G. P., Boscolo, W. R., Bittencourt, F., & Signor, A. (2019b). Palatability of protein hydrolysates from industrial byproducts for Nile tilapia juveniles. *Animals*, 9, 2–11. <https://doi.org/10.3390/ani9060311>.

Alves, D.R.S.; Oliveira, S.R.; Luczinski, T.G.; Boscollo, W.R.; Bittencourt, F.; Signor, A.; & Detsch, D.T. (2020a) Attractability and palatability of liquid protein hydrolysates for Nile tilapia juveniles. *Aquaculture Research*, 51, 4 pp 1681-1688 DOI: <https://doi.org/10.1111/are.14514>

Alves, D. R. S., Oliveira, S. R., Sosa, B; Boscolo, W. R.; Signor, A., & Bittencourt, F. (2020b). Compelling palatability of flavoring attractus aqua® for Nile tilapia juvenile Latin American Journal of Aquatic Research. <http://dx.doi.org/10.3856/vol48-issue2-fulltext-2355>.

Andrade, C. D., Almeida, V. V., Costa, L. B., Berenchtein, B., Mourão, G. B., & Miyada, V. S. (2011). Levedura hidrolisada como fonte de nucleotídeos para leitões recém-desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 788-796.

Apper, E.; Weissman, D.; Respondek, F.; Guyonvarch, A.; Baron, F.; Boisot, P.; Rodilesd, A.; Merrifield, D.L. (2016). Hydrolysed wheat gluten as part of a diet based on animal and plant proteins supports good growth performance of Asian seabass (*Lates calcarifer*), without impairing intestinal morphology or microbiota. *Aquaculture*, 453, 40–48.

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*, Santa Maria, v.38, n.9, p.2579-2586. ISSN 0103-8478

Boscolo, W. R., Hayashi, C., Meurer, F., Feiden, A., Bombardelli, R. A., & Reidel, A. (2005). Farinha de resíduos da filetagem de tilápias na alimentação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 1807–1812.

Butolo, J. E. (2001). Leveduras vivas e termolizadas na alimentação animal. In: Simpósio sobre ingredientes alternativos na alimentação animal. Campinas. **Anais...** Campinas, p.191-198, 2001.

Cardoso, M. S.; Godoy, A. C.; Oxford, J. H.; Rodrigues, R.; Santos C. M.; Bittencout, F.; Signor, A.; Boscolo, W. R.; Feiden, A. (2021). Apparent digestibility of protein hydrolysates from chicken and swine slaughter residues for Niletilapia. *Aquaculture*, v. 530, 735720. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735720>

Chalamaiah, M.; Kumar, B.D.; Hemalatha, R.; Jyothirmayi, T. (2012). Fish protein hydrolysates: proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: a review. *Food Chemistry*. 135:3020-3038.

Cyrino, J.E.P., & Fracalossi, D.M. (2012). A pesquisa em nutrição de peixes e o desenvolvimento da aquicultura no Brasil: uma perspectiva histórica, in: Fracalossi, D.M., Cyrino, J.E.P. (Eds.), *Nutriaqua: Nutrição E Alimentação de Espécies de Interesse Para a*

Aquicultura Brasileira. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Florianópolis.

FAO. (2018) Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome, 2018. 227p.

FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome.

FAO. 2022. *Situação da Pesca e Aquicultura Mundial 2022*. Rumo à Transformação Azul . Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>

FDA-Food and Drug Administration. 21 Code of Federal Regulations. Rockville: U.S. Department of Health and Human Services, 2003. v. 3, sec. 184, p. 523.

Fracalossi, D.M., & Cyrino, J.E.P. (2013) *Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira*, editora Aquabio. ISBN: 978-85-60190-03-4.

Furuya, W. M. (2010) *Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápias*. 1ª ed. Toledo: GFM, 100p.

Gonçalves, L. U., Carvalho, M. de, Viegas, E. M. M. (2010). Utilização de levedura integra e seus derivados em **dietas para juvenis de tilápia do Nilo**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.40, n.5, p.1173-1179, mai, 2010. ISSN 0103-8478

Hagen, S. R., Frost, B., & Augustin, J. (1989). Precolumn phenylisothiocyanate derivatization and liquid-chromatography of amino-acids in food. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 72, 912–916.

Hardy, R.W. (2010). Utilização de proteínas vegetais em dietas de peixes: efeitos da demanda global e oferta de farinha de peixe. *Aquaculture Research*, 41 (5), 770-776.

Hattori, J.F. de A., Alves, D. R. S., Oliveira, S. R. de, Almeida, A. A. de S., Boscolo, W. R. (2021). Atratividade e palatabilidade de hidrolisados líquidos para alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*). *Aquaculture Research*, 52, 11 pp 5682-5690. <https://doi.org/10.1111/are.15443>.

Hattori, J. F. de A. Atratividade e Palatabilidade de Hidrolisados Proteicos Líquidos e Secos e de Aminoácidos para alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*). Ph.D. Thesis, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Brazil, 2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pecuária/Aquicultura. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/18/16459>. Acesso em 17/10/2022

Instituto Adolfo Lutz (2004). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos (4th ed., 1020 p). São Paulo, SP: IMESP.

Iwashita, M. K. P. 197p Probióticos na alimentação de tilápias do Nilo: desempenho produtivo, hematologia e Imunologia. Tese (Doutorado em Aquicultura) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100166/iwashita\\_mkp\\_dr\\_jabo.pdf?sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100166/iwashita_mkp_dr_jabo.pdf?sequence=1). Acesso em: 15 out. 2022.

Kasumyan, A. O. (1997). Gustatory reception and feeding behavior in fish. *Journal of Ichthyology*, 37, 78–93.

Kasumyan, A. O., & Doving, K. B. (2003). Taste preferences in fish. *Fish and Fisheries*, 4, 289–347. <https://doi.org/10.1046/j.1467-2979.2003.00121.x>

Kasumyan, A. O., & Morsi, A. M. (1996). Taste sensitivity of common carp *Cyprinus carpio* to free amino acids and classical taste substances. *Journal of Ichthyology*, 36, 391–403.

Kasumyan, A. O., & Sidorov, S. S. (2012). Effects of the long-term anosmia combined with vision deprivation on the taste sensitivity and feeding behaviour of the rainbow trout *Parasalmo (Oncorhynchus) mykiss*. *Journal of Ichthyology*, 52, 109–119.

Khosravi, S. et al. (2015) Effects of protein hydrolysates supplementation in low fish meal diets on growth performance, innate immunity and disease resistance of red sea bream *Pagrus major*. *Fish & Shellfish Immunology*, 45, 858-868.

Lewandowski, V., Decarli, J. A., de Araújo Pedron, F., Feiden, A., Signor, A., & Boscolo, W. R. (2013). Hidrolisados cárneos na alimentação do surubim do Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*). *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 20(4).

Machado, C. A., & Carvalho, L. S. (2015) Maltodextrina na alimentação animal. *RPCV* (2015) 110 (593-594) 14-16.

Marchal, L. M.; Beeftink, H. H.; Tramper, J. (1999). Towards a rational design of commercial maltodextrins. *Trends in Food Science and Technology*, v. 10, n. 11, p. 345-355.

Moro, G. V. (2015). Rações para organismos aquáticos: tipos e formas de processamento/ Giovanni Vitti Moro – Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura. 32 p.: il. color. (Documentos / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2318- 1400; 14)

Mullen, A. M., Álvarez, C., Zeugolis, D. I., Henschion, M., O'Neill, E., & Drummond, L. (2017). Alternative uses for co-products: Harnessing the potential of valuable compounds from meat processing chains. *Meat Science*, 132, 90–98. doi: 10.1016/j.meatsci.2017.04.243

National Research Council of the National Academy of Sciences of the United States [NRC]. 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. **National Academy Press**, Washington, DC, USA.

Oliveira-Teles, A.; Gonçalves, P. (2001) Partial replacement of fishmeal by brewersyeast (*Saccharomices cerevisiae*) in diets for sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquaculture*, v.202, n.3-4, p.269-278, 2001.

Oliveira, S. R.; Boscolo, W. R.; Alves, D. R. S.; Assis, J. F. ; Signor, A.; Bittencourt, F. (2022). Attractivity and palatability of different hydrolysed proteins for the ornamental species *Betta splendens* (Regan, 1910). *Aquaculture Research* (Online).

Ozório, R. O., Portz, L., Borghesi, R., & Cyrino, J. E. (2012). Effects of dietary yeast (*Saccharomyces cerevisia*) supplementation in practical diets of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Animals*, 2(1), 16-24.

Pádua, D.M.C. (1996). Utilização de levedura alcoólica (*Saccharomy cerevisiae*) como fonte protéica na alimentação de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Pisces, Teleostei): Aspéctos metabólicos e desempenho produtivo.1996. 120f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, SP

Pastore, S.C.G.; Gaiotto, J.R.; Ribeiro, F.A.S.; Nunes, A.J.P. (2012) Formulação de rações e boas práticas de fabricação In: FRACALOSSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. *Nutriaqua*. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. Florianópolis/SC, p. 295-308.



Pereira da Silva, E. M., & Pezzato, L. E. (2000). Respostas da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29, 1273–1280. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000500003>

Rocha, J.D.M.; Rosseto, J. F.; Silva, T.C.; Feiden, A.; Bittencourt, F.; Boscolo, W.R.; Signor, A. (2021). Proteína hidrolisada de frango em dietas para alevinos de tilápia. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 14, e154101421796. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21796>

Silva, T. C. da, Rocha, J. D. M., Moreira, P., Signor, A., & Boscolo, W. R. (2017). Fish protein hydrolysate in diets for Nile tilapia post-larvae. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(7), 485–492. doi:10.1590/s0100-204x2017000700002

Statsoft, Inc. (2005). STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. STATSOFT, Inc. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

Tantikitti, C. (2014). Feed palatability and the alternative protein sources in shrimp feed. *Songklanakarin J. Sci. Tech*, 36, 51–55.

Takishita, S. S., Lanna, E. A. T., Donzele, J. L., Bomfim, M. A. D., Quadros, M., & Sousa, M. P. D. (2009). Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 2099-2105.

Toldrá, F.; Mora, L.; Reig, M. (2016) New insights into meat by-product utilization. *Meat Science*, 120: 54 - 59. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.021>

Ward, N.E. (1991). Amino acids: aquafeed "attractants". *Feed International*, 9:34-40.

White, J. A.; Hart, R. J. & Fry, J. C. (1986). An evaluation of the Waters pico-tang system for the amino-acid-analysis of food materials. *Jornal of Automatic Chemistry*, 8, 170-177. <http://doi.org/10.1155/S1463924686000330>.

Zhou, Q. C., & Yue, R. (2012). Aparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*. *Aquaculture Research*, 43, 806–814. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02892.x>.

## CAPÍTULO 2. Atratividade e palatabilidade em dietas contendo hidrolisado proteico de frango e substâncias coadjuvantes para alevinos de dourado (*Salminus brasiliensis*)

Márcia Regina Piovesan<sup>1,2</sup>, Jahina Fagundes de Assis Hattori<sup>2</sup>, Suzana Raquel de Oliveira<sup>1</sup>, Grace Kelly Goudinho<sup>1</sup>, Wilson Rogério Boscolo<sup>1</sup>, Alexandre Augusto Oliveira Santos<sup>3</sup>, Fábio Bittencourt<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Oeste do Estado do Paraná - UNIOESTE, Centro de Engenharia e Ciências Exatas, Toledo, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Colegiado do Curso de Matemática, Toledo, Brasil.

<sup>3</sup> Instituto federal de educação ciência e tecnologia do Espírito Santo (Ifes), Campus Piúma, Brasil

Autor Correspondente: Márcia Regina Piovesan ([marciapiovesan@utfpr.edu.br](mailto:marciapiovesan@utfpr.edu.br))

### Resumo:

Este experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a atratividade e palatabilidade de dietas formuladas com hidrolisados e com a inclusão de distintas substâncias coadjuvantes em sua composição para alevinos de dourado (*Salminus brasiliensis*) em relação a uma ração controle. Seis dietas foram elaboradas contendo: 1- farinha de peixe, ração controle positivo (FPE); 2-proteína hidrolisada de penas (PHP); 3-proteína hidrolisada de frango, com 75% de proteína bruta (PB) (PHF75%); as demais dietas foram compostas com proteína hidrolisada de frango (60%PB) com a inclusão de: 4- amido (PHFA60%); 5- levedura (PHFL60%) e 6-maltodextrina (PHFM60%). Doze alevinos de dourado com peso médio de  $8,22 \pm 0,89$ g, foram distribuídos em 12 aquários com volume útil de 20 litros cada, com controle de aeração e temperatura individual. Os peixes foram alimentados seis vezes ao dia com seis peletes em cada horário, e para definição da alimentação de cada aquário, foi realizado sorteio prévio das dietas, preconizando o consumo de todas ao menos uma vez ao dia em todos os aquários. Assim que o alimento foi colocado no aquário, os mesmos foram filmados por três minutos, e os seguintes comportamentos foram analisados: tempo de captura do primeiro pelete, número de rejeições, número de aproximações sem captura e número de peletes consumidos e após calculado o índice de atratividade e palatabilidade (IAP). As dietas testadas apresentaram diferença significativa quanto ao IAP. A PHF75% apresentou o maior IAP (54,19%) comparando-se ao obtido na dieta controle FPE (34,21%). As dietas contendo substâncias coadjuvantes demonstraram equivalência quanto a atratividade e palatabilidade do dourado.

**PALAVRAS-CHAVE:** amido, comportamento alimentar, levedura, maltodextrina, hidrolisado proteico.

## 1.Introdução

A nutrição de peixes, com o crescimento e consolidação da aquicultura, tem se fortalecido técnica e cientificamente, buscando aliar qualidade nutricional, economia e redução de impactos ambientais da atividade. Sabe-se que a nutrição é um fator primordial para a maximização dos aspectos produtivos dos animais (Furuya, 2010).

Mesmo com o avanço nas pesquisas na área da aquicultura, pouco se tem estudado sobre peixes nativos. O dourado (*Salminus brasilienses*) é uma espécie que apresenta características desejáveis para a criação, como rápido desenvolvimento inicial, aceitação a dietas artificiais, hábito alimentar carnívoro e rusticidade (Flora *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2008; Weingartner & Zanboni-Filho, 2010; Hattori *et al.*, 2021). Contudo a expansão da produção dessa espécie (Furuya, 2001; Zamboni Filho *et al.*, 2000; Donatelli 2014) está atrelada a dois fatores: produção de juvenis em grandes proporções e custo elevado com alimentação devido ao seu hábito alimentar carnívoro, em que sua dieta exige proteínas de alto valor biológico e em quantidade elevada (40% proteína bruta), requisitando concentrações razoáveis de aminoácidos essenciais para realizar a síntese proteica, fato que resulta no aumento do custo com sua alimentação (Shiau; Lan, 1996; Flora *et al.*, 2010; Hattori *et al.*, 2021).

Tradicionalmente, o alimento de origem animal mais utilizado como fonte proteica na nutrição de peixes é farinha de peixe (Henrique *et al.*, 2018), pela estabilidade no teor de aminoácidos bem com a alta digestibilidade. No entanto, com a probabilidade de escassez do produto, instituições de pesquisa e a própria indústria tem buscado avaliar ingredientes de forma a reduzir a dependência dessa fonte de proteína (Hardy, 2010), tornando necessária a utilização de recursos proteicos alternativos de origem animal e vegetal (Pastore *et al.*, 2012). Entretanto, existem entraves quanto à inclusão destes ingredientes, principalmente quando se refere ao comportamento alimentar de espécies carnívoras (Oliva-Teles, 2015), que exigem um alto teor de proteína (Boscolo *et al.*, 2002).

Avaliar ingredientes alternativos que possam ser adicionados a dietas na forma de substâncias coadjuvantes em fontes proteicas de origem animal e vegetal, possibilita a disponibilidade constante ao longo do ano, composição homogênea e custo relativamente inferior, pois a proteína é o nutriente mais oneroso da ração e ao mesmo tempo o principal relacionado ao crescimento do peixe (Boscolo *et al.*, 2005; Furuya, 2010; Zhou & Yue, 2012). Assim, esses ingredientes e substâncias coadjuvantes à farinha de peixe devem

atender as exigências e composições nutricionais de forma equilibrada e atrativa, para isso, devem fornecer compostos químicos atrativos e palatáveis para estimularem o consumo da dieta pelos peixes (Hardy, 2010).

Nesse contexto, a proteína hidrolisada de coprodutos agroindustriais é uma boa alternativa à substituição da farinha de peixe (Chalamaih *et al.*, 2012), fornecendo adequado suprimento de nutrientes processados de interesse para a nutrição animal. O hidrolisado proteico, consiste na clivagem da proteína pelo processo enzimático ou químico (ácido ou alcalino), com o intuito de melhorar as características nutritivas e funcionais da matéria-prima, a fim de fornecer aminoácidos livres e unidade peptídicas de vários tamanhos (Kristinsson & Rasco, 2000) e tem proporcionado efeitos benéficos com relação a atratividade e palatabilidade (Hattori *et al.*, 2021), digestibilidade (dos Santos Cardoso, M. *et al.*, 2021), crescimento (Lewandowski *et al.*, 2013) e sistema imunológico (Khosravi *et al.*, 2015) em rações para peixes.

Com esse intuito, estudos estão sendo realizados com objetivo de avaliar alimentos ou ingredientes que possam contribuir no desenvolvimento da cadeia produtiva, diminuindo custos de produção (Boscolo *et al.*, 2005; Rocha *et al.*, 2021) e melhorando aspectos nutricionais, pois alimentos balanceados e com suprimento adequado são demandas indispensáveis no desenvolvimento da aquicultura mundial. Informações referentes a qualidade nutricional, atratividade e palatabilidade de diferentes ingredientes podem contribuir para a identificação de recursos pouco utilizados ou não utilizados e ainda a criação de novas tecnologias para aquicultura, ingredientes estes que podem ser tão ou mais eficazes que a farinha de peixe (Rocha *et al.*, 2021).

O amido é uma substância química denominada glucano, composto por dois polissacarídeos: amilose e amilopectina, representando a principal fonte de carboidrato encontrada em rações para organismos aquáticos, sendo o principal componente para a expansão e aglutinação do produto final, atuando, ainda, como fonte de energia. Contudo, para que seja bem utilizado, é necessários uma cocção e um grau de gelatinização adequados durante o processo de extrusão (Moro, 2015).

A levedura (*Saccharomyces* sp) produzida pela indústria sucroalcooleira é um alimento proteico obtido da fermentação anaeróbica do caldo de cana ou do melaço no processo de produção de álcool (Meurer *et al.*, 2000). Sua parede celular possui carboidratos (20% a 35%) compostos, maiormente, por glucanas e mananas, os quais parecem agir sobre o sistema

imunológico e na prevenção da colonização de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal do animal (Spring, 2000). Contém vitaminas do complexo B, enzimas, ácidos graxos voláteis, minerais quelatados, estimulantes bacterianos, antibióticos naturais e peptídeos que proporcionam palatabilidade à ração, ainda, resulta em melhor desempenho, resistência e menor estresse ao animal (Machado, 1997). Ainda possui biossegurança e fácil incorporação à mistura durante o processamento da ração (Hisano *et al.*, 2004).

A maltodextrina é obtida a partir do amido (Moore *et al.*, 2005) por um processo de hidrólise que pode ser enzimática ( $\alpha$ -amilase), ácida ou uma combinação dos dois métodos, resultando em moléculas de diversos tamanhos, possuindo em média de cinco a dez unidades de glicose por molécula (Morehouse *et al.*, 1972). Pode ser classificada como um carboidrato complexo com alto índice glicêmico responsável por diminuir a velocidade com que a glicose flui para o sangue (Sapata *et al.*, 2006). A inclusão da maltodextrina (DM) em rações proporciona bom desempenho e redução nos custos com matéria-prima em rações para animais de interesse zootécnico, sua utilização deve-se ao estímulo da secreção de enzimas específicas gerado pela presença do carboidrato no intestino e é uma alternativa viável na substituição de fontes de carboidratos considerados de alto custo (Machado & Carvalho, 2015).

O objetivo deste estudo foi avaliar a atratividade e palatabilidade dessas substâncias coadjuvantes associadas a proteína hidrolisada de frango com 60% de proteína bruta em comparação a ração contendo farinha de peixe em formulações de dietas para alevinos de dourado (*Salminus brasiliensis*).

## **2. Material e Métodos**

### **2.1 Ensaio**

O ensaio foi realizado em janeiro de 2022 no Laboratório de Etologia do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura – GEMAq, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, campus Toledo-PR, durante doze dias. A metodologia presente neste estudo foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais de Produção – CEUAP da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, conforme Certificado Experimental no Uso de Animais em Pesquisa N° P09/22.



Suplemento Mineral Vitamínico <sup>b</sup>	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fosfato Bicálcico	1,57	2,30	2,19	2,20	2,20	2,20
Sal Comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Calcário Calcítico	0,52	0,70	0,77	0,78	0,78	0,78
Vitamina C (35%) <sup>c</sup>	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Cloreto de Colina (60%) <sup>d</sup>	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
DL Metionina (99%)	0,47	0,52	0,47	0,47	0,47	0,46
L-Lisina HCL	0,15	0,32	0,08	0,15	0,14	0,15
L-Treonina	0,56	0,57	0,55	0,56	0,55	0,57
Proteína Hidrolisada de Aves	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00
Proteína Hidrolisada de Penas	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Óleo de soja	4,86	4,97	4,80	4,89	5,00	4,91
PHF Amido	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00
PHF Levedura	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00
PHF Malto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Abreviações: FPE (controle), dieta contendo 5% de farinha de peixe; PHP, dieta contendo proteína hidrolisada de penas; PHF75%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango 75%PB; PHFA60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango(60%PB) com inclusão de amido; PHFL60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de levedura; PHFM60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de maltodextrina.

a Proteína bruta da farinha de resíduo do abate de tilápia.

b Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A 500.000 UI; vit. D3 200.000 UI; vit. E 5.000 mg; vit. K3 1.000 mg; vit. B1 1.500 mg; vit. B2 1.500 mg; vit. B6 1.500 mg; vit. B12 4.000 mg; ácido fólico 500 mg; pantotenato de cálcio 4.000 mg; vit. C 15.000 mg; biotina 50 mg; Inositol 10.000 mg; nicotinamida 7.000 mg; colina 40.000 mg; cobalto 10 mg; cobre 500 mg; ferro 5.000 mg; iodo 50 mg; manganês 1.500 mg; selênio 10 mg; zinco 5.000 mg.

c Concentração de ácido ascórbico.

d Concentração de colina.

## 2.3 Fabricação da ração

A produção dos alimentos iniciou com a seleção, pesagem e mistura de todos os ingredientes sólidos. Na sequência, foram triturados: primeiramente com uma peneira 0.6mm de diâmetro e posteriormente com uma peneira de 0.3mm de diâmetro em um triturador do



tipo martelo (modelo MCs 280, marca Vieira Moinhos e Martelo, Tatuí-SP, Brasil). Posteriormente, todos os ingredientes foram homogeneizados em um misturador mecânico do tipo ‘Y’ (modelo MA 200, marca Marconi Equipamentos Laboratoriais, Piracicaba - SP, Brasil) e na sequência umidificada com 23% de água para o processo de extrusão (1,3 mm de diâmetro), o qual foi realizado em um equipamento modelo Ex-Micro com capacidade de produção de 10 kg h<sup>-1</sup> (marca Extec Máquinas, Ribeirão Preto - SP, Brasil). Após este processo a ração foi levada para estufa (modelo TE-394/3-D, marca Tecnal Equipamentos Científico para Laboratórios, Piracicaba - SP, Brasil) por 24h à 55°C para secagem.

## 2.4 Análises químicas

Os hidrolisados e as rações foram analisados quanto à porcentagem de proteína bruta, matéria seca, matéria mineral e energia bruta (Tabelas 2 e 3) e ainda quanto a composição de aminoácidos das proteínas hidrolisadas e das dietas utilizadas (Tabelas 4 e 5). A análise referente a energia bruta foi determinada por meio de bomba calorimétrica (IKA<sup>®</sup> C2000) no Laboratório de Qualidade de Alimentos (LQA) do GEMAg. As demais análises foram realizadas pelo método MA-009 (White et al., 1986; Hagen et al., 1989) por um laboratório comercial (CBO Análises Laboratoriais Ltda., Valinhos-SP).

**Tabela 2** - Composição química das dietas experimentais utilizadas para avaliação de atrato palatabilidade para alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*) (com base na matéria seca).

Parâmetros	Dietas					
	FPE	PHP	PHF75%	PHFA60%	PHFL60%	PHFM60%
Proteína Bruta (%)	41,33	42,19	41,21	41,41	40,87	41,06
Matéria seca (%)	94,57	94,35	94,76	94,70	94,41	94,64
Matéria Mineral (%)	6,62	7,12	6,53	6,46	6,60	6,43
Energia Bruta (kcal/kg)	4633,50	4605,50	4598,50	4642,00	4588,50	4608,50

Abreviações: FPE (controle), dieta contendo 5% de farinha de peixe; PHP, dieta contendo proteína hidrolisada de penas; PHF75%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango 75%PB; PHFA60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango(60%PB) com inclusão de amido; PHFL60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de levedura; PHFM60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de maltodextrina.

**Tabela 3** - Composição química dos hidrolisados proteicos utilizados, nas dietas, para avaliação de atrato palatabilidade para alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*), com base na matéria seca.

Parâmetros	Ingredientes				
	PHP	PHF75%	PHFA60%	PHFL60%	PHFM60%
Proteína Bruta (%)	76,20	73,40	56,31	56,91	59,33
Matéria seca (%)	0,81	5,24	7,51	5,60	5,81
Matéria Mineral (%)	9,86	4,34	3,88	4,63	2,85
Energia Bruta (kcal/kg)	4550	5430	5050	5060	5030
Umidade	3,78	4,93	5,98	5,80	4,63

Abreviações: PHP, proteína hidrolisada de penas; PHF75%, proteína hidrolisada de frango 75%PB; PHFA60%, proteína hidrolisada de frango(60%PB) com inclusão de amido; PHFL60%, proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de levedura; PHFM60%, proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de maltodextrina.

**Tabela 4.** Percentual do perfil de aminoácidos das proteínas utilizadas na avaliação de atratividade e palatabilidade de alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*).

Composição Química	Proteínas hidrolisadas				
	PHP	PHF75%	PHFA60%	PHFL60%	PHFM60%
Ácido Aspártico (%)	6,14	6,24	4,70	5,15	4,91
Ácido Glutâmico (%)	9,56	9,95	7,83	7,52	7,56
Serina (%)	7,49	3,18	2,36	2,69	2,13
Glicina (%)	6,53	6,30	4,50	3,99	4,44
Histidina (%)	1,18	1,86	1,36	1,35	1,32
Taurina (%)	0,18	0,67	0,65	0,46	0,29
Arginina (%)	4,67	4,71	3,70	3,43	3,54
Treonina (%)	3,72	3,26	2,46	2,64	2,34
Alanina (%)	4,1	4,93	3,63	3,78	3,54
Prolina (%)	5,91	4,32	3,33	2,96	2,98
Tirosina (%)	2,25	2,18	1,77	1,81	1,68
Valina (%)	6,07	3,33	2,81	2,96	2,55
Metionina (%)	1,21	1,72	1,44	1,32	1,53

Cistina (%)	3,11	1,73	0,86	0,87	0,61
Isoleucina (%)	4,0	2,97	2,37	2,52	2,27
Leucina (%)	6,17	5,47	4,17	4,26	4,06
Fenilalanina (%)	3,65	2,93	2,23	2,29	1,97
Lisina (%)	3,0	5,32	3,64	3,96	3,88
Hidroxiprolina (%)	0,33	-	1,82	1,30	1,22
Total (%)	79,27	71,07	55,63	55,26	52,82

Abreviações: PHP, proteína hidrolisada de penas; PHF75%, proteína hidrolisada de frango 75%PB; PHFA60%, proteína hidrolisada de frango(60%PB) com inclusão de amido; PHFL60%, proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de levedura; PHFM60%, proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de maltodextrina.

**Tabela 5.** Percentual de aminoácidos livres detectados nas dietas experimentais utilizadas na avaliação da atratividade e palatabilidade para alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*), com base na matéria seca.

Composição Química	Dietas					
	FPE	PHP	PHF75%	PHFA60%	PHFM60%	PHFL60%
Ácido Aspártico (%)	0,02	0,04	0,03	0,06	0,04	0,05
Ácido Glutâmico (%)	0,04	0,08	0,06	0,12	0,08	0,10
Serina (%)	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
Glicina (%)	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04
Histidina (%)	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03
Taurina (%)	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02
Arginina (%)	0,06	0,10	0,07	0,14	0,09	0,12
Treonina (%)	0,52	0,50	0,25	0,57	0,53	0,55
Alanina (%)	0,03	0,06	0,04	0,08	0,06	0,07
Prolina (%)	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03	0,05
Tirosina (%)	0,03	0,04	0,03	0,06	0,05	0,05
Valina (%)	0,02	0,04	0,03	0,06	0,04	0,05
Metionina (%)	0,45	0,39	0,21	0,42	0,42	0,41
Cistina (%)	0,08	0,07	0,04	0,08	0,08	0,07
Isoleucina (%)	0,01	0,03	0,03	0,05	0,03	0,04

Leucina (%)	0,03	0,08	0,06	0,12	0,08	0,09
Fenilalanina (%)	0,02	0,05	0,03	0,06	0,04	0,05
Lisina (%)	0,16	0,12	0,05	0,14	0,12	0,12
Asparagina (%)	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02
Glutamina (%)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hidroxiprolina (%)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Total (%)	1,60	1,75	1,07	2,18	1,82	1,95

Abreviações: FPE (controle), dieta contendo 5% de farinha de peixe; PHP, dieta contendo proteína hidrolisada de penas; PHF75%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango 75%PB; PHFA60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango(60%PB) com inclusão de amido; PHFL60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de levedura; PHFM60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de maltodextrina.

## 2.5 Avaliação e coleta de dados

Foram utilizados doze aquários de vidro temperado, com capacidade útil de 20 litros e tampas do mesmo material, possuindo orifício circular de 5 cm de diâmetro, com sistema de aeração e controle de temperatura individual. Foi inserida uma tampa de compensado naval branca ao redor da estrutura dos aquários para não comprometer o comportamento dos peixes com a movimentação no laboratório. Os aquários possuíam isolamento nas laterais, evitando a interação entre os aquários, e estavam alocados sobre placas de isopor. Em cada aquário foi alocado um alevino de dourado (*Salminus brasiliensis*), com peso médio de  $8,22 \pm 0,89$ g, comprimento total de  $9,49 \pm 0,43$  cm e comprimento padrão de  $8,21 \pm 0,37$  cm.

Os parâmetros de qualidade da água foram controlados durante o experimento com auxílio de um multiparâmetro portátil (pH/TDS/Cond/OD/Temp) - SX836. A água manteve-se com temperatura média de  $29,21 \pm 0,78$  °C; o pH:  $7,98 \pm 0,07$  e oxigênio dissolvido,  $7,345 \pm 0,21$  mg L<sup>-1</sup>.

Os peixes foram submetidos a um período de treinamento, cinco dias antes do início do experimento, para que pudessem se adaptar a presença humana, e para quantificar o número de peletes necessários até saciedade aparente. Estes foram alimentados durante a adaptação com a ração PHF75% e os peletes ofertados possuíam diâmetro de 1,2 mm. Após esse período houve início o ensaio de atratividade e palatabilidade, seguindo um sorteio aleatório dos seis tipos de alimentos avaliados e foram oferecidos para os peixes nos horários 8h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h. No momento do fornecimento da ração, o comportamento dos animais

foi filmado por um período de três minutos com uma câmera modelo Go Pro 5 Black 4K Ultra HD.

O ensaio contou com 864 filmagens de três minutos, durante 12 dias (12 peixes x 6 alimentações, 72 ensaios ao dia), sendo registrados os comportamentos de: (a) o tempo de captura do primeiro pelete; (b) frequência de aproximações sem capturar o pelete; (c) quantidade de peletes ingeridos; e (d) frequência de ejeções/regurgitações dos peletes. Os vídeos foram analisados e o registro dos comportamentos tabulado para posterior cálculo do índice de atratividade e palatabilidade (IAP) de acordo com Hattori (2022).

## 2.6 Índice de atrato palatabilidade

O experimento de atratividade e palatabilidade e o Índice de Atratividade e Palatabilidade (IAP) foram realizados de acordo com a metodologia descrita por Kasumyan e Morsi (1996); Kasumyan e Doving (2003); Kasumyan e Sidorov (2012); Alves *et al.* (2019); e Alves, Oliveira *et al.* (2022) com adaptações de acordo com Hattori *et al.* (2021). Utilizou-se o índice de atratividade e palatabilidade proposto por Hattori (2022), dado por:

$$IAP = \frac{1}{3}(P_{TCP} + P_{CP} + P_{TCT}) - P_{NRP}, \text{ onde:}$$

$P_{TCP} = 100 - \left(\frac{TCP}{T_F} \times 100\right)$ , sendo  $TCP$  tempo de captura do primeiro pelete e  $T_F$  o tempo de filmagem, em segundos;

$P_{CP} = \left(\frac{CP}{NP} \times 100\right)$ , sendo  $CP$  o número de peletes consumidos e  $NP$  o número de peletes oferecidos;

$P_{TCT} = 100 - \left[(T_{Total} - TCP) \times \frac{100}{T_F}\right]$ , onde  $T_{Total}$  é o tempo de consumo de todos os peletes e foi considerado nulo se não houvesse captura de peletes ou caso não fossem consumidos todos os peletes;

$P_{NRP} = \frac{NRP}{NP} \times 100$ , sendo  $NRP$  o número de rejeições dos peletes.

## 2.7 Análise estatística

Os dados foram verificados quanto a normalidade pelo teste de Shapiro- Wilk e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene, e posteriormente submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA) a 5% de significância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. As análises foram realizadas no software Statistic 7.1®.

### 3. Resultados

O índice de atratividade e palatabilidade e o número de peletes consumidos demonstraram diferença estatística entre os dados ( $p < 0,05$ ), enquanto os comportamentos: rejeições após captura, aproximação sem captura e tempo de captura do pelete não apresentaram diferença estatística ao serem avaliados ( $p > 0,05$ ) (Tabela 6).

**Tabela 6.** Valores médios dos parâmetros e do índice de atrato palatabilidade (IAP) de diferentes dietas contendo hidrolisados proteicos para alevinos de dourado (*Salminus brasiliensis*).

Tratamentos	Índice atrato palatabilidade (%)	Peletes Consumidos (%)	Número de rejeições após a captura do pelete (quantidade)	Número de aproximações sem captura do pelete (quantidade)	Tempo de Captura do primeiro pelete (s)
PHF75%	54,19 <sup>a</sup>	61,83±22,16 <sup>a</sup>	0,50±0,37	2,43±0,86	34,19±33,44
PHP	47,23 <sup>ab</sup>	51,16±24,50 <sup>ab</sup>	0,50±0,42	3,00±1,52	36,92±30,86
PHFM60%	46,99 <sup>ab</sup>	51,83±27,66 <sup>ab</sup>	0,59±0,46	3,34±2,05	41,63±48,27
PHFA60%	45,87 <sup>ab</sup>	48,5±23,50 <sup>ab</sup>	0,56±0,42	3,05±1,76	35,87±31,38
PHFL60%	36,94 <sup>ab</sup>	36,5±23,00 <sup>ab</sup>	0,66±0,57	3,48±2,34	49,28±47,64
FPE	34,2 <sup>b</sup>	30,33±21,83 <sup>b</sup>	0,67±0,78	2,73±1,96	49,37±44,20

Abreviações: FPE (controle), dieta contendo 5% de farinha de peixe; PHP, dieta contendo proteína hidrolisada de penas; PHF75%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango 75%PB; PHFA60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango(60%PB) com inclusão de amido; PHFL60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de levedura; PHFM60%, dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com inclusão de maltodextrina.

Ao analisar o IAP foram encontradas diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ) entre as dietas testadas, evidenciando o tratamento PHF75% com maior índice (54,19%) e FPE com menor

índice (34,21%). As dietas PHP, PHFM60%, PHFA60%, PHFL60% mostraram-se estatisticamente iguais.

Para o comportamento alimentar referente ao consumo de pelete, foram verificadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) e o valor médio de consumo de pelete referente ao tratamento PHF75% foi superior ( $p < 0,05$ ) quando comparado à dieta FPE, não diferindo dos demais. Foi observado nas dietas contendo inclusão de substâncias coadjuvantes o aumento de 21,5%; 18,17% e 6,17% de consumo de peletes em relação à FPE, respectivamente para PHFM60%, PHFA60% e PHFL60%.

Quanto ao número de rejeição de peletes após captura, não foram encontradas diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ). Os menores valores médios de número de rejeição observados foram nas dietas PHF75% e PHP, enquanto o maior valor foi observado em FPE. Porém os dados do presente trabalho destacam que todas as dietas apresentaram número de rejeição de peletes menor em relação à dieta FPE (controle).

A segunda dieta com maior IAP foi a dieta PHP, esta dieta contém o maior valor de proteína bruta (42,19%) e a maior porcentagem de matéria mineral, este hidrolisado possui a maior porcentagem de proteína bruta 76,20% e matéria mineral (4,34%).

As dietas contendo as substâncias coadjuvantes e proteína hidrolisada de penas apresentaram maior número de aproximações sem captura de peletes em relação à FPE. A dieta PHF75% apresentou 0,30 aproximações inferiores à dieta controle. No entanto não apresentaram efeito significativo ( $p > 0,05$ ).

Para a variável tempo de captura do primeiro pelete (em segundos), todas as dietas contendo hidrolisado proteico resultaram em menor tempo para captura do pelete em segundos, dando destaque a dieta PHF75% que apresentou 15 segundos a menos na captura, seguida da PHFA60% com 14 segundos e PHP com 13 segundos e a PHFM60% e PHFL60% com oito e menos de um segundo, respectivamente, comparadas com a dieta FPE, embora não tenham sido encontradas diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ).

#### **4. Discussão**

O comportamento alimentar dos peixes é constituído por particularidades envolvendo as características fisiológicas de cada espécie (Isaeva & Kasumyan, 2001) e ainda, esses são controlados por diferentes integrações sensoriais abrangendo os sentidos, especialmente o

olfato e o paladar, responsáveis por identificar a atratividade e a palatabilidade de uma dieta (Mearns, 1986; Hara, 1986; Oliveira *et al.*, 2022).

Com maior número de papilas gustativas em comparação aos demais animais, os receptores gustatórios dos peixes podem ser localizados externamente (extraoral) e internamente (oral), e podem ser encontrados nos lábios, nas brânquias, na cavidade oral, na faringe, no esôfago e na superfície corporal e apêndices, como barbilhões e nadadeiras (Ishimaru *et al.*, 2005; Moraes, 2016; Oliveira *et al.*, 2022). No entanto, sua quantidade assim como sua distribuição modificam conforme a espécie e ainda, a densidade geral das papilas gustativas varia de acordo com o estilo de vida das espécies (Hara *et al.*, 1994ab; Hara, 1994; Moraes, 2016).

Existem três sistemas quimiossensoriais, em peixes, que são descritos por Kotrschal (2000): o primeiro é o olfato, o segundo é o paladar, este é dividido em dois subsistemas que compreendem os botões gustativos e as células quimiossensoriais isoladas, e o terceiro é o senso comum que se baseia em terminações livres de nervos epidérmicos. No qual os botões gustativos são responsáveis principalmente pela detecção de aminoácidos assim como estímulos tácteis. Dessa forma, nem todas as espécies de peixes são atraídas (ou repelidas) pelos mesmos alimentos, principalmente considerando sua composição de aminoácidos (Hattori *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2022).

Estudos com uso de hidrolisados como atrativo alimentar para peixes vêm demonstrando resultados favoráveis em relação a sua inclusão e proporcionando bons índices de atratividade e palatabilidade em comparação a farinha de peixe, como o estudo realizado por Oliveira *et al.* (2022), em que o hidrolisado proteico de fígado suíno resultou em diferença significativa com relação ao consumo de peletes pelo *Betta splendens*, e todos os hidrolisados proteicos testados proporcionaram os melhores índices de palatabilidade. Fries *et al.* (2011), mostraram que hidrolisados proteicos cárneos utilizados em rações para o *Carassius auratus* são considerados atrativos e palatáveis para essa espécie.

Broggi *et al.* (2017), constataram que dietas contendo hidrolisados de proteína de sardinha contribuíram para maior ingestão de ração pelo jundiá (*Rhamdia quelen*). Em respostas de atratividade e palatabilidade para a tilápia do Nilo com baixo nível de inclusão (5%) de um hidrolisado de aves, Alves *et al.* (2019a) revelaram acréscimo no consumo de ração em comparação com uma dieta à base de farinha de peixe.



Em avaliação de atratividade e palatabilidade para o dourado (*Salminus brasiliensis*), verificou-se que a espécie apresentou preferência pela ração contendo o hidrolisado de mucosa suína, dieta esta que continha maior teor de aminoácidos livres em comparação com as outras testadas (Hattori *et al.*, 2021).

As respostas alcançadas nos testes realizados para o dourado no presente estudo evidenciam que as dietas compostas por hidrolisados proteicos apresentaram os melhores índices atratividade e palatabilidade (IAP).

A atratividade e palatabilidade de diversos aminoácidos em dez espécies de peixes com hábitos alimentares distintos, Kasumyan & Doving (2003), constataram que vários deles possuem ação estimulante para a maioria das espécies observadas, dentre esses aminoácidos podemos destacar: ácido aspártico, ácido glutâmico, alanina e a lisina. Neste estudo, a dieta com maior IAP foi a PHF75% que contém a maior porcentagem dos referidos aminoácidos, evidenciou-se ainda o menor número de aproximações sem captura de peletes em relação as demais dietas.

A rejeição de peletes está associada a detecção e ao reconhecimento de substâncias agradáveis ou desagradáveis pelo animal, possibilitando analisar se o alimento será ingerido ou rejeitado (Pereira da Silva & Pezzato, 2000ab; Lokkeborg *et al.*, 2014; Olsen e Lundh, 2016; Moraes, 2016). A dieta que possuiu o maior número de rejeições foi a dieta controle (FPE), sem adição de hidrolisado proteico na sua formulação.

Associadas aos hidrolisados proteicos de frango, as substâncias denominadas coadjuvantes, que neste estudo foram o amido, a levedura e a maltodextrina, demonstram não interferir negativamente na atratividade e palatabilidade das dietas testadas e surgem como uma alternativa promissora diante da quantidade de matéria prima e qualidade nutricional conferidas aos mesmos, podendo assim serem substitutos adequados em relação a farinha de peixe em dietas para alevinos de dourado.

## **5. Considerações Finais**

A atratividade e palatabilidade dos hidrolisados proteicos associados as substâncias coadjuvantes em dietas para *S. brasiliensis*, destaca a possibilidade de utilização em dietas como uso de ingredientes alternativos na composição e com maior aceitação da dieta PHF75%.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à empresa BRF Ingredientes pela doação de ingredientes e apoio financeiro, e ao Grupo de Estudos em Gestão da Aquicultura - GEMAQ da Universidade do Oeste do Paraná (UNIOESTE) campus Toledo-PR, pela disponibilização dos estudos laboratoriais e suporte técnico.

### **Conflitos de interesse**

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

### **Declaração de disponibilidade de dados**

Temos o prazer de informar que nossos dados experimentais estão à disposição para qualquer solicitação ou dúvida.

### **Referências Bibliográficas**

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. <https://doi.org/10.3856/vol47-issue2-fulltext-19>.

Alves, R. S. A., Oliveira, S. R., Luczinski, T. G., Paulo, I. G. P., Boscolo, W. R., Bittencourt, F., & Signor, A. (2019b). Palatability of protein hydrolysates from industrial byproducts for Nile tilapia juveniles. *Animals*, 9, 2–11. <https://doi.org/10.3390/ani9060311>.

Alves, D.R.S.; Oliveira, S.R.; Luczinski, T.G.; Boscolo, W.R.; Bittencourt, F.; Signor, A.; & Detsch, D.T. (2020a) Attractability and palatability of liquid protein hydrolysates for Nile tilapia juveniles. *Aquaculture Research*, 51, 4 pp 1681-1688 DOI: <https://doi.org/10.1111/are.14514>

Alves, D. R. S., Oliveira, S. R., Sosa, B; Boscolo, W. R.; Signor, A., & Bittencourt, F. (2020b). Compelling palatability of flavoring attractus aqua® for Nile tilapia juvenile Latin American Journal of Aquatic Research. <http://dx.doi.org/10.3856/vol48-issue2-fulltext-2355>.

Andrade, C. D., Almeida, V. V., Costa, L. B., Berenchtein, B., Mourão, G. B., & Miyada, V. S. (2011). Levedura hidrolisada como fonte de nucleotídeos para leitões recém-desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 788-796.

Boscolo, W.R.; Hayashi, C.; Meurer, F. (2002). Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.13, p.539-545.

Boscolo, W. R., Hayashi, C., Meurer, F., Feiden, A., Bombardelli, R. A., & Reidel, A. (2005). Farinha de resíduos da filetagem de tilápias na alimentação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 1807–1812.

Broggi, J. A., Wosniak, B., Uczay, J., Pessati, M. L., & Fabregat, T. E. H. P. (2017). Hidrolisado proteico de resíduo de sardinha como atrativo alimentar para juvenis de jundiá. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia*, 69, 505–512. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8348>.

Chalamaiah, M.; Kumar, B.D.; Hemalatha, R.; Jyothirmayi, T. (2012). Fish protein hydrolysates: proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: a review. *Food Chemistry*. 135:3020-3038.

Chen, M.Y.; Ye, J.D.; Yang, W.; Wang, K. (2013). Growth, feed utilization and blood metabolic responses to different amylose-amylopectin ratio fed diets in *Tilapia (Oreochromis niloticus)*. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 26, p. 1160-1171.

Cyrino, J.E.P., & Fracalossi, D.M. (2012). A pesquisa em nutrição de peixes e o desenvolvimento da aquicultura no Brasil: uma perspectiva histórica, in: Fracalossi, D.M., Cyrino, J.E.P. (Eds.), *Nutriaqua: Nutrição E Alimentação de Espécies de Interesse Para a Aquicultura Brasileira*. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Florianópolis.

Donadelli, R. A. (2014) Farinha de vísceras de aves como fonte protéica alternativa na nutrição do Dourado, *Salminus brasiliensis* (Curvier, 1816). (Dissertação de mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-Piracicaba.

dos Santos Cardoso, M., Godoy, A. C., Oxford, J. H., Rodrigues, R., dos Santos Cardoso, M., Bittencourt, F., ... & Feiden, A. (2021). Apparent digestibility of protein hydrolysates from chicken and swine slaughter residues for Nile tilapia. *Aquaculture*, 530, 735720.

FAO. (2022). *Resumo da Situação Mundial da Pesca e da Aquicultura 2022. Rumo à Transformação Azul*. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0463en>

Flora, M.A.D.; Maschke, F.; Ferreira, C. C.; & Pedron, F. A. (2010) Biology and culture of dourado fish (*Salminus brasiliensis*), *Acta Veterinaria Brasilica*, v.4, n.1, p.7-14.

Fracalossi, D.M., & Cyrino, J.E.P. (2013) *Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira*, editora Aquabio. ISBN: 978-85-60190-03-4

Fracalossi, D.M., Meyer, G., Santamaria, F.M., Weingartner, M., & Zaniboni-Filho, E. (2004). Desempenho de jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na região sul do Brasil, *Acta Sci.*26, pp 345-352.

Fries, E. M., Luchesi, J. D., Costa, J. M., Ressel, C., Signor, A. A., Boscolo, W. R., & Feiden, A. (2011). Hidrolisados cárneos proteicos em rações para alevinos de Kinguio (*Carassius auratus*). *Boletim do Instituto de Pesca*, 37, 401–407. doi.org/10.4322/rbcv.201.

Furuya, W.M. et al. (2000) Níveis de levedura desidratada “spraydried” na dieta de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Ciência Rural*, v.30, n.4, p.699- 704, 2000.

Furuya, W. M. (2001) *Espécies Nativas. Fundamentos da moderna aquicultura*. Canoas: Ed. Da Ulbra, 2001.83p.

Furuya, W. M. (2010) *Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápias*. 1ª ed. Toledo: GFM, 100p.

Graeff, Á.; Mondardo, M. (2006) Substituição da farinha de peixes pela farinha de penas hidrolisada na alimentação da carpa comum (*Cyprinus carpio* L) na fase de recria. *Revista Ceres*, vol. 53, núm. 305, enero-febrero, pp. 7-13

Hagen, S. R., Frost, B., & Augustin, J. (1989). Precolumn phenylisothiocyanate derivatization and liquid-chromatography of amino-acids in food. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 72, 912–916.

Hara, T. J., S. Macdonald, R.E. Evan, T. Marui & S. Arai. (1984). Morpholine, bile acids and skin mucus as possible chemical cues in salmonid. *Mechanisms of Migration in Fishes*. NATO Conference Series, 14: 363-378.

Hara, T.J.; Y. Kitada e RE Evans. (1994). Padrões de distribuição de papilas gustativas palatinas e suas respostas a aminoácidos em salmonídeos. *J. Fish Biol.*, 45: 453 – 465 (1994).

Hara, T.J. (1994). A diversidade da estimulação química no olfato e gustação de peixes. *Rev. Fish Biol. Pescador.*, 4 (1): 1 – 35 (1994).

Hara, T. J. (2011). Smell, taste, and chemical sensing|chemoreception (smell and taste): An introduction. In A. P. Farrell (Ed.), *Encyclopedia of fish physiology* (pp. 183–186). San Diego, CA: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374553-8.00021-6>.

Hardy, R.W. (2010). Utilização de proteínas vegetais em dietas de peixes: efeitos da demanda global e oferta de farinha de peixe. *Aquaculture Research*, 41 (5), 770-776.

Hattori, J.F.de A., Alves, D. R. S., Oliveira, S. R. de, Almeida, A. A. de S., Boscolo, W. R. (2021). Atratividade e palatabilidade de hidrolisados líquidos para alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*). *Aquaculture Research*, 52, 11 pp 5682-5690. <https://doi.org/10.1111/are.15443>

Hattori, J. F. de A. Atratividade e Palatabilidade de Hidrolisados Proteicos Líquidos e Secos e de Aminoácidos para alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*). Ph.D. Thesis, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Brazil, 2022.

Henrique, J. K.; Batista Rodrigues, R.; Lazzari, R. (2018). Caracterização e uso das farinhas de abatedouros de aves em dietas para peixes. *Acta Tecnológica, [S. l.]*, v. 12, n. 2, p. 103–115. DOI: 10.35818/acta.v12i2.589. Disponível em: <https://periodicos.ifma.edu.br/actatecnologica/article/view/589>. Acesso em: 10 out. 2022.

Hisano, H. et al. (2004). Zinco e levedura desidratada de álcool como pró-nutrientes para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum*, v.26, n.2, p.171-179.

Instituto Adolfo Lutz (2004). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos (4th ed., 1020 p). São Paulo, SP: IMESP.

Isaeva, Olga & Kasumyan, A. (2001). Taste Preferences and the Dynamics of Behavioral Taste Response in the Tench *Tinca tinca* (Cyprinidae). *Journal of Ichthyology*. 41, №8. 640-653.

Ishimaru, Y., Okada, S., Naito, H., Nagai, T., Yasuoka, A., Matsumoto, I., & Abe, K. (2005). Duas famílias de candidatos a receptores gustativos em peixes. *Mecanismos de Desenvolvimento*, 122 (12), 1310 – 1321. <https://doi.org/10.1016/j.mod.2005.07.005>

Kasumyan, A. O., & Doving, K. B. (2003). Taste preferences in fish. *Fish and Fisheries*, 4, 289–347. <https://doi.org/10.1046/j.1467-2979.2003.00121.x>

Kasumyan, A. O., & Morsi, A. M. (1996). Taste sensitivity of common carp *Cyprinus carpio* to free amino acids and classical taste substances. *Journal of Ichthyology*, 36, 391–403.

Kasumyan, A. O., & Sidorov, S. S. (2012). Effects of the long-term anosmia combined with vision deprivation on the taste sensitivity and feeding behaviour of the rainbow trout *Parasalmo (Oncorhynchus) mykiss*. *Journal of Ichthyology*, 52, 109–119.

Khosravi, S. et al. (2015) Effects of protein hydrolysates supplementation in low fish meal diets on growth performance, innate immunity, and disease resistance of red sea bream *Pagrus major*. *Fish & Shellfish Immunology*, 45, 858-868.

Khosravi, S.; Jang, J.W.; Rahimnejad, S. et al. (2015). Essencialidade da colina e sua exigência em dietas para juvenis de papagaios (*Oplegnathus fasciatus*). *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v.28, p.647, 2015. Disponível em: Acesso em: 26/8/2021.

Kotrschal, K., R. C. Peters & K. B. Doving. (1996). Chemosensory and tactile nerve responses from the anterior dorsal fin of a rockling, *Gaidropsarus vulgaris*. *Primary Sensory Neuron*, 1: 297-309



Kristinsson, H. G. (2006). The production, properties, and utilization of fish protein hydrolysates. In: SHETTY, K.; PALIYATH, G.; POMETTO, A.; LEVIN, R. E. Food Biotechnology. New York: Taylor & Francis Group, p. 1111-1133.

Kristinsson, H. G., & Rasco, B. A. (2000). Fish Protein Hydrolysates: Production, Biochemical, and Functional Properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(1), 43–81. doi:10.1080/10408690091189266.

Lewandowski, V., Decarli, J. A., de Araújo Pedron, F., Feiden, A., Signor, A., & Boscolo, W. R. (2013). Hidrolisados cárneos na alimentação do surubim do Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*). *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 20(4).

Lokkeborg, S., Siikavuopio, S. I., Humborstad, O. B., Palm, A. C. U., & Ferter, K. (2014). Towards more efficient longline fisheries: Fish feeding behavior, bait characteristics and development of alternative baits. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24, 985–1003.

Machado, C. A., & Carvalho, L. S. (2015) Maltodextrina na alimentação animal Maltodextrina na alimentação animal. *RPCV* (2015) 110 (593-594) 14-16

Machado, P. F. (1997). Uso da levedura desidratada na alimentação de ruminantes. In: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal, 1997, Campinas. Anais... Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. p.111-128.

Mearns, K. J. (1986). Sensitivity of brown trout (*Salmo trutta L.*) and Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) fry to amino acids at the start of exogenous feeding. *Aquaculture*, 55(3), 191–200. doi:10.1016/0044-8486(86)90114-6

Meurer, F., Hayashi, C., Soares, CM, & Boscolo, WR (2000). Utilização de levedura spray dry na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus L.*). *Acta Scientiarum. Ciências Biológicas*, 22, 479-484

Moraes, S. (2016). The Physiology of Taste in Fish: Potential Implications for Feeding Stimulation and Gut Chemical Sensing. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 25(2), 133–149. doi:10.1080/23308249.2016.1249279

Moore, GRP, Canto, LR, Amante, ER, Soldi, V. (2005). Mandioca e amido de milho na produção de maltodextrina. *Quím. Nova* 28, 34-38.

Moro, G. V. (2015). Rações para organismos aquáticos: tipos e formas de processamento/ Giovanni Vitti Moro – Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura. 32 p.: il. color. (Documentos / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2318- 1400; 14)

National Research Council of the National Academy of Sciences of the United States [NRC]. 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National Academy Press, Washington, DC, USA.

Oliva-Teles, A., Enes, P., & Peres, H. (2015). Substituição de farinha e óleo de peixe em rações aquáticas industriais para peixes carnívoros. *Alimentação e práticas de alimentação em aquicultura*, 203-233.

Oliveira, S. R.; Boscolo, W. R.; Alves, D. R. S.; Assis, J. F. ; Signor, A.; Bittencourt, F. (2022). Attractivity and palatability of different hydrolysed proteins for the ornamental species *Betta splendens* (Regan, 1910). *Aquaculture Research (Online)* <sup>JCR</sup>.

Olsen, K. H., & Lundh, T. (2016). Feeding stimulants in an omnivorous species, crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus 1758). *Aquaculture Reports*, 4, 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2016.06.005>

Pastore, S.C.G.; Gaiotto, J.R.; Ribeiro, F.A.S.; Nunes, A.J.P. (2012) Formulação de rações e boas práticas de fabricação In: FRACALLOSSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. *Nutriaqua*. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. Florianópolis/SC, p. 295-308.

Pereira da Silva, E. M., & Pezzato, L. E. (2000). Respostas da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29, 1273–1280. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000500003>

Rocha, J.D.M.; Rosseto, J. F.; Silva, T.C.; Feiden, A.; Bittencourt, F.; Boscolo, W.R.; Signor, A. (2021). Proteína hidrolisada de frango em dietas para alevinos de tilápia. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 14, e154101421796. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21796>

Sapata, B.S; Fayh, A.P.; Oliveira, A.R. (2006). Efeitos do consumo prévio de carboidratos na resposta glicêmica e no desempenho. *Veterinário. Bras. Med. Esporte* 12, 256–268.

Shiau, S.-Y., & Lan, C.-W (1996). Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*) *Aquaculture*, 145 pp. 259-266.

Silva, E.M.P, & Pezzato, L.E (2000a). Comportamento alimentar da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. *Acta Scientiar*, 21 (2), 297-301.  
<https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v21i0.4436>

Silva, E.M.P., & Pezzato, L.E (2000b). Respostas da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de Peixes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29 (5), 1273 – 1280.  
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000500003>

Spring, P. (2000). Yeast's secret weapon aids animal production. *Feed Mix (special)*, Minneapolis, v.1, p.32.

Statsoft, Inc. (2005). *STATISTICA* (data analysis software system), version 7.1. STATSOFT, Inc. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

Teixeira, B., Machado, C., & Fracalossi, C. M. (2010). Exigência protéica em dietas para alevinos de dourado (*Salminus brasiliensis*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*:2010, 32- ISSN 1806-2636

Weingartner, M., & Zaniboni-Filho, E. (2010). Biologia e cultivo do dourado, in: Bernardo Baldisseroto, Levy de Carvalho Gomes (Eds.), *Espécies Nativas Para Psicultura No Brasil*. Editora UFSM, Santa Maria PP. 245-274.

White, J. A.; Hart, R. J. & Fry, J. C. (1986). An evaluation of the Waters pico-tang system for the amino-acid-analysis of food materials. *Jornal of Automatic Chemistry*, 8, 170-177. <http://doi.org/10.1155/S1463924686000330>

Zaniboni Filho, E. et al (2000) Monitoramento e manejo da ictiofauna do alto rio Uruguai \_ espécies migradoras:UHE-itá. Florianopolis.56p. (relatório final).

Zhou, Q. C., & Yue, R. (2012). Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*. *Aquaculture Research*, 43, 806–814. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02892.x>

### **Considerações Finais**

A partir dos resultados obtidos e o comportamento alimentar das espécies observado nos ensaios conduzidos frente ao alimento ofertado, considera-se importante adaptar a metodologia de acordo com a espécie em estudo. Ao considerar o tempo de captura de peletes, a tilápia mostrou mais ágil em comparação ao dourado. Para este, observar o comportamento alimentar em um período superior a três minutos poderíamos caracterizar o comportamento da espécie de forma mais completa. Da mesma forma ao considerar frequência alimentar, quatro ou cinco horários, contribuirá nos estudos e ainda na viabilização de novos ensaios, considerando a importância e a demanda existente por trabalhos com esta proposta, baseado na busca por fontes alternativas que possam ser adicionados em dietas como fontes proteicas. Bem como inferir, levando em consideração a quantidade de proteína bruta, utilizando o IAP.