

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

**SUZANA RAQUEL DE OLIVEIRA**

Atratividade e palatabilidade de diferentes proteínas hidrolisadas para a espécie  
ornamental *Betta splendens* (Regan, 1910)

Toledo  
2020

**SUZANA RAQUEL DE OLIVEIRA**

Atratividade e palatabilidade de diferentes proteínas hidrolisadas para a espécie  
ornamental *Betta splendens* (Regan, 1910)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Bittencourt  
Co-orientador: Prof. Dr. Denis Rogério Sanches  
Alves

Toledo

2020

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

Oliveira, Suzana Raquel de

Atratividade e palatabilidade de diferentes proteínas hidrolisadas para a espécie ornamental Betta splendens (Regan, 1910) / Suzana Raquel de Oliveira; orientador(a), Fábio Bittencourt; coorientador(a), Denis Rogério Sanches Alves, 2020.

37 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, 2020.

1. comportamento alimentar. 2. peixe ornamental. 3. nutrição animal. I. Bittencourt, Fábio . II. Sanches Alves, Denis Rogério . III. Título.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**SUZANA RAQUEL DE OLIVIERA**

Atratividade e palatabilidade de diferentes proteínas hidrolisadas para a espécie ornamental *Betta splendens* (Regan, 1910).

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado e Doutorado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

### COMISSÃO JULGADORA

---

Prof. Dr. Fábio Bittencourt

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

---

Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

---

Prof. Dr. Leandro Portz

Universidade Federal do Paraná

Local de defesa: Sala 15/*Campus* de Toledo.

Data da defesa: 02/03/2020

## DEDICATÓRIAS

Dedico este trabalho à memória de meu amado e eterno companheiro de vida e alma Sérgio Luiz Martins Caumo e a minha filha Laura de Oliveira Martins Caumo pelo amor incondicional e ensinamentos nesta grande etapa de minha vida.

## AGRADECIMENTOS

A memória de meu eterno companheiro de vida e de alma Sérgio Luiz Martins Caumo, por sempre me apoiar, confiar e acreditar quando iniciei esta etapa. Por me ensinar a amar e por me amar em todos os dias em que esteve presente em minha vida, por ser sempre luz, simplesmente ao amor.

A minha filha, Laura de Oliveira Martins Caumo, por toda a compreensão nos momentos de ausência, amor, doçura, apoio e companheirismo.

Aos meus pais Oswaldo Francisco de Oliveira e Izilda Maria Hebel de Oliveira, por toda dedicação, amor, compreensão, confiança, apoio, ensinamentos e por sempre acreditarem em mim e apoiarem minhas decisões, mesmo que nem sempre concordando com elas.

Ao professor Fábio Bittencourt, pela amizade, pela orientação, por acreditar em minhas idéias e em meu trabalho, pela amizade, pelo aconselhamento e todo conhecimento fornecido que contribuíram para minha formação.

Ao professor Denis Rogério Sanches Alves, pela amizade, pela parceria, pela co-orientação, por debater as possibilidades de meu trabalho e de minha pesquisa e enriquecer o mesmo com suas contribuições, pela compreensão e tempo disposto. Sou muito grata.

Aos professores Aldi Feiden, Altevir Signor e Wilson Rogério Boscolo, pela disposição, por saciar minhas dúvidas, pelos desafios propostos, pelo incentivo e por contribuírem em minha formação.

Ao Grupo de Estudos e Manejo na Aquicultura (GEMAQ), pela disponibilização das estruturas para a realização de pesquisas e por contribuir na minha formação.

Aos amigos e colegas do GEMAQ, os quais eu tive prazer de conviver, pela amizade, pelo auxílio nas pesquisas e atividades do grupo, ao companheirismo.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

A CAPES pelo auxílio da bolsa de estudos.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a execução deste trabalho e em minha formação.

ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE DIFERENTES PROTEÍNAS  
HIDROLISADAS PARA A ESPÉCIE ORNAMENTAL *Betta splendens* (REGAN, 1910)

**RESUMO**

O objetivo deste estudo foi definir a atratividade e palatabilidade de juvenis de *Betta splendens* quando alimentados com dietas contendo proteínas hidrolisadas de aves e suínos. O delineamento experimental foi composto por cinco dietas experimentais contendo farinha de tilápia (FPT) e a inclusão de 5% de diferentes fontes proteicas, proteína hidrolisada de frango (PHF), proteína hidrolisada de fígado suíno (PHS), proteína hidrolisada de penas (PHP) e proteína hidrolisada de mucosa suína (PHM). Foram utilizados cinco juvenis com peso médio de  $2,92 \pm 0,24$ g e comprimento médio de  $3,24 \pm 0,39$  cm. O manejo alimentar foi definido por sorteio em quatro alimentações diárias, durante a alimentação foram observados os comportamentos alimentares referentes ao tempo de captura do primeiro pelete, número de rejeição de pelete, número de aproximação sem captura do pelete, e número de pelete consumidos. Os dados foram submetidos à ANOVA, e em seguida realizado o teste de Duncan a 5% de significância. O maior índice de atratividade e palatabilidade foi encontrado para a PHS com 14,29%, seguido da PHF que apresentou 12,46%, a PHM com 11,62% a PHP com 11,02 e o menor resultado foi para a FPT com 10,33%. Foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para o comportamento alimentar referente ao consumo de pelete em que a PHS proporcionou um aumento no consumo final de peletes de 27,5%, PHF um acréscimo de 20,68%, PHM um acréscimo de 12,06% e PHP acréscimo 6,89% quando comparados à FPT. A PHS, que comprovou o melhor índice de atratividade e palatabilidade, aumentou o consumo de ração final comparado a FPT. Deste modo a PHS pode ser utilizada como uma forma eficaz de impulsionar o consumo de ração para juvenis de *Betta splendens* em substituição à farinha de tilápia e diminuir o desperdício de ração em aquários para essa espécie.

Palavras-chave: comportamento alimentar, peixe ornamental, nutrição animal.

ATTRACTIVITY AND PALATABILITY OF DIFFERENT HYDROLIZED PROTEINS  
FOR THE ORNAMENTAL SPECIES *Betta splendens* (REGAN, 1910)

**ABSTRACT:**

The objective of this study was to define attractivity and palatability of juvenile *Betta splendens* when fed diets containing hydrolyzed proteins derived from poultry and swine. The study design was composed of five experimental diets containing tilapia meal (FPT) and a 5% inclusion of different protein sources: hydrolyzed poultry meal (PHF), hydrolyzed porcine liver meal (PHS), hydrolyzed feather meal (PHP), and hydrolyzed porcine mucosa meal (PHM). Five juveniles were utilized with an average weight of  $2.92 \pm 0.24$  g, and an average length of  $3.24 \pm 0.39$  cm. Feeding management was determined via random drawings of both specimens and feed type, with a feeding schedule of four times per day, in which feeding habits were observed regarding time of capture of the first pellet, number of pellet rejections, number of approaches without pellet capture, and number of pellets consumed. The data was submitted to ANOVA, and subsequently Duncan's MRT was performed with a 5% significance. The greatest index of attractivity and palatability was encountered with PHS at 12.46%, followed by PHM at 11.62%, PHP at 11.02%, and FPT with the lowest result at 10.33%. The significant effect ( $P < 0.05$ ) was observed in the feeding behavior regarding the consumption of pellets, in which PHS represented an increase of 27.5% in final consumption, PHF with an increase of 20.68%, PHM with an increase of 12.06%, and PHP with an increase of 6.89%, when compared to FPT alone. PHS, which was proven to be the most attractive and palatable, increased the overall feed consumption in comparison to FPT. Thus, PHS may be utilized to effectively increase consumption in *Betta splendens* juveniles as a substitute to tilapia meal, and as a means of reducing feed waste in aquariums of this species.

**KEYWORDS:** Animal nutrition, Feeding behavior, Ornamental fish.



ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE DIFERENTES PROTEÍNAS  
HIDROLISADAS PARA A ESPÉCIE ORNAMENTAL *Betta splendens* (REGAN, 1910).

**Suzana Raquel de Oliveira<sup>1</sup>, Denis Rogério Sanches Alves<sup>2</sup>, Ricacio Luan Marques  
Gomes<sup>3</sup>, Altevir Signor<sup>1</sup>, Wilson Rogério Boscolo<sup>1</sup>, Fábio Bittencourt<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>**Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Centro de Engenharias e  
Ciências Exatas, Rua da Faculdade, 645, Jardim La Salle, Cep. 85.903-000, Toledo-PR,  
Brasil.**

<sup>2</sup>**Universidade Federal do Paraná - UFPR (Setor Palotina), Departamento de  
Engenharia e Exatas, Rua Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, Cep. 85.950-000, Palotina-PR,  
Brasil.**

<sup>3</sup>**Centro de Aquicultura Júlio de Mesquita Filho- UNESP Jaboticabal, Cep. 14.884-900  
São Paulo, Brasil.**

**Departamento de Engenharia e Exatas, Rua Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, Cep. 85.950-  
000, Palotina-PR, Brasil.**

**Autor correspondente: Suzana Raquel de Oliveira (suzanarachel@hotmail.com)**

Artigo elaborado e formatado conforme as  
normas das publicações científicas:  
Aquaculture Research - Disponível  
em>:

[https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/  
13652109/homepage/forauthors.html](https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/13652109/homepage/forauthors.html)

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
2.1 Ensaio .....	14
2.2 Aquisição dos ingredientes e formulação das dietas .....	14
2.3 Análises Químicas.....	15
2.4 Metodologia experimental.....	15
2.5 Avaliações de atratividade e palatabilidade .....	17
2.6 Análises estatísticas .....	17
3. RESULTADOS .....	18
4. DISCUSSÃO.....	19
6. CONCLUSÃO.....	22
7. AGRADECIMENTOS.....	22
8. REFERÊNCIAS .....	23
9. TABELAS.....	32

## 1. INTRODUÇÃO

A piscicultura ornamental constitui um mercado consolidado em todo o mundo (Santos et al., 2017). A atividade é altamente lucrativa para a piscicultura, devido ao alto valor unitário obtido por muitas espécies no mercado nacional e internacional (Teixeira, 2015). Estima-se que o peixe beta (*Betta splendens*) originário do Sudeste Asiático (Faria et al., 2006) está entre as espécies ornamentais mais comercializadas no mundo (Ribeiro et al., 2008).

O *Betta splendens*, pertence à família dos anabantídeos, possui o órgão denominado labirinto, localizado próximo às brânquias, que lhe permite a captação direta do oxigênio atmosférico, e é uma espécie mundialmente difundida (Alderton e Guibbs, 2011). Apresenta ampla variedade de cores, tamanhos, abertura e formatos da nadadeira caudal, habilidade de captar oxigênio atmosférico e pouca demanda por manejo, essas características são qualidades marcantes da espécie (Faria et al., 2006). Ainda, apresenta comportamento agressivo (Dzieweczynski e Leopard, 2010), sendo mais ativos em água com temperaturas elevadas 30°C (Forsatkar, Nematollahi e Brown 2016).

Estudos relacionados à nutrição de peixes ornamentais normalmente são dificultadas pelo pouco interesse das agências de fomento e instituições de pesquisa brasileiras (Portz e França, 2012), e formulações adequadas que supram o crescimento dos animais com quantidades apropriadas de proteínas, energia, vitaminas e minerais, são primordiais para o bom desenvolvimento de uma espécie (Furuya, 2010; NRC, 2011).

Em dietas para peixe a principal fonte proteica de origem animal utilizada é a farinha de peixe, entretanto, devido à alta procura e consequência ambiental desse ingrediente, prevê-se no futuro que seu fornecimento diminua ou torne se limitado (Silva et al., 2017). Desse modo, a indústria alimentar aquícola busca adaptar-se investigando fontes proteicas alternativas que possam ser inclusas em dietas para peixes, com elevada disponibilidade de proteína e atrato-palatabilidade, reduzindo o desperdício de alimentos (Tantikitti, 2014; Apper et al., 2016).

Atualmente, fatores como disponibilidade, boa qualidade biológica e baixo custo dos subprodutos agroindustriais, despertam o interesse para seu uso na nutrição animal, sobretudo como forma de facilitar os processos e melhorar a qualidade nutricional destes produtos (Mullen et al. 2017; Silva et al., 2017).

No Brasil a cadeia de agroindústria de aves e suínos é consolidada, com alta geração de subprodutos não comestíveis como vísceras, penas e miúdos. Estes tornam-se potenciais matérias-primas para a produção de ingredientes como farinhas, óleos e hidrolisados proteicos a baixo custo (Decarli et al., 2016; Ferreira et al., 2017; Mullen et al. 2017; Silva et al., 2017).

Os hidrolisados proteicos são produzidos a partir da quebra de proteínas por meio de ação enzimática ou por agentes químicos (Kristinsson e Rasco, 2000; Kristinsson, 2006; Passupuleti et al., 2010; Fries et al., 2011; Alves et al., 2019 ab; 2020ab). O resultado dessa clivagem são frações solúveis e insolúveis, em que a solúvel é rica em proteínas, unidades peptídicas de diversos tamanhos e aminoácidos livres (compostos nitrogenados de baixo peso molecular) e a insolúvel é composta de proteínas não hidrolisadas e outros materiais insolúveis (Martone et al., 2005), podendo agir como atrativos alimentares por serem detectados pelo sistema gustatório dos peixes (Halver e Hardy, 2002; Broggi et al., 2017). Nesse contexto, há evidências de que a utilização de resíduos provenientes do processamento de animais, na forma de hidrolisado proteico, demonstra ser uma potencial fonte nutricional para a nutrição animal (Feltus et al., 2010).

Em dietas para peixes, ingredientes de origem animal são atrativos e palatáveis (Faria et al., 2008), em que a atratividade é responsável em detectar inicialmente o alimento, utilizando-se do estímulo visual e/ou dos quimiorreceptores, contudo a palatabilidade é responsável pela seleção final do alimento, pois, independentemente dos órgãos sensoriais envolvidos na alimentação, esta define se o peixe aceita o alimento e por quanto tempo ele permanece na boca. Assim, os peixes detectam e reconhecem substâncias agradáveis, em seguida, executam a decisão de engolir ou rejeitar (Pereira da Silva e Pezzato, 2000ab; Lokkeborg et al., 2014; Olsen e Lundh, 2016, Moraes, 2016). Assim a palatabilidade é definida pelo ajuste entre a atratividade e a ingestão da dieta, pois, mesmo um ingrediente contendo concentrações adequadas de nutrientes e energia, este pode contribuir na redução do consumo da ração (Glencroos et al., 2007).

A palatabilidade de uma dieta pode ser decisiva para a formulação de rações e ainda um fator limitante no momento da tomada de decisão de quais ingredientes utilizar e em quais quantidades, impactando diretamente o custo final dessa dieta (Barroso et al., 2002; Glencroos et al., 2007).

Pesquisas demonstram que o uso de estimulantes químicos em dietas para várias espécies de peixes tem apresentado efeitos positivos quanto à atrato-palatabilidade (Xue e

Cui, 2001; Kasumyan e Doving, 2003; Kasumyan e Sidorov, 2012; Alves et al., 2019 ab; 2020ab). Altamente específica, a preferência de sabor apresentada por cada espécie de peixe deve ser determinada (Yacoob e Browman, 2007b), pois os compostos definidos como importantes estimulantes alimentares diferem mesmo entre espécies estreitamente relacionadas (Kasumyan e Døving, 2003). Como a alimentação palatável resulta em boas taxas de crescimento, é importante conhecer a preferência dos peixes (Nagel et al., 2014; Carlberg et al., 2015 ).

As respostas comportamentais alimentares são muito utilizadas na indústria da ração ornamental, e variam conforme o nível de atratividade e palatabilidade dos ingredientes utilizados, e os considerados de alta atratividade e palatabilidade devem ser inclusos nas dietas para peixes, com o intuito de aumentar a ingestão alimentar principalmente em períodos críticos, como aqueles que antecedem o inverno, em situações de estresse ou em estados patológicos (Pereira da Silva e Pezzato, 2000).

Pesquisas desenvolvidas com a inclusão de proteínas hidrolisadas em dietas têm apresentado efeitos positivos no desempenho produtivo, atividades imunológicas e digestibilidade e palatabilidade em fases iniciais de diversas espécies de peixes, mesmo que em baixos níveis de inclusão (Chotikachinda et al., 2013; Ovissipour et al., 2014; Silva et al., 2017; Alves et al., 2019ab). Em estudo realizado por Alves, et al. (2019a), o uso de hidrolisados proteicos com maior teor de proteínas e aminoácidos livres, para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em substituição à farinha de peixe, apresentou melhores resultados em termos de atratividade e palatabilidade, comprovados pelos índice de palatabilidade em comparação à dieta controle (contendo farinha de peixe).

Na aquicultura, os sistemas fechados com tratamento e recirculação da água são comumente utilizados no cultivo e manutenção de peixes ornamentais e em grandes aquários públicos ou privados em todo mundo (Silva et al., 2013). Parte integrante do processo de produção, o ambiente deve ser considerado, pois além do lucro, a aquicultura moderna deve priorizar a preservação ambiental e o desenvolvimento social, ou seja, as técnicas devem otimizar a produção de organismos aquáticos considerando os possíveis impactos do sistema de criação (Valenti, 2000).

Tendo em vista a sustentabilidade da atividade, devem ser desenvolvidas e empregadas tecnologias que reduzam o tempo de criação, dentre elas a produção de rações com alta digestibilidade, palatabilidade, e em formatos que atendam às

necessidades das espécies em todos os seus estágios de vida (Zuanon et al., 2006). Neste sentido, o uso de ingredientes alternativos e altamente nutritivos como os hidrolisados proteicos, torna-se recomendável na alimentação animal (Alves et al., 2019ab).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a atratividade e palatabilidade de proteínas hidrolisadas de fígado suíno, mucosa suína, aves e de penas de aves em dietas para juvenis de *Betta splendens*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Ensaio

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura - GEMaQ, Unioeste – *Campus* de Toledo-PR. Os métodos presentes neste estudo foram autorizados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, sob o protocolo nº 53-19.

### 2.2 Aquisição dos ingredientes e formulação das dietas

Os hidrolisados proteicos em pó utilizados foram fornecidos pela empresa BRF Ingredient's (Concórdia-SC, Brasil) e foram obtidos por meio do processo de hidrólise enzimática e o grau de hidrólise foi realizado pelo método ortoftalaldeído (OPA) (Nielsen et al., 2001), obtendo-se valores de 36% para a proteína hidrolisada de mucosa suína, 27% para a proteína hidrolisada de fígado suíno, 21% para a proteína hidrolisada de frango e 15% para a proteína hidrolisada de penas.

Para a realização dos testes de atratividade e palatabilidade foram elaboradas cinco dietas experimentais isoproteicas (40% proteína bruta) e isoenergéticas (4.100 kcal kg). As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações nutricionais propostas por Furuya et al. (2010), e Zuanon et al. (2007; 2011; 2016), que determinaram a exigência de proteína bruta (PB) para juvenis de *Betta splendens* entre 30 e 33% (Tabelas 1 e 2). As dietas experimentais foram:

1. FPT (controle positivo) dieta com inclusão de 5% de farinha de tilápia 55% PB;
2. PHF dieta com inclusão de 5% proteína hidrolisada de frango;
3. PHP dieta com inclusão de 5% proteína hidrolisada de penas;
4. PHS dieta com inclusão de 5% proteína hidrolisado de mucosa suína;

## 5. PHM dieta com inclusão de 5% proteína hidrolisado de fígado suíno.

Para a realização do processamento da ração os ingredientes foram pesados e misturados, triturados em moedor do tipo martelo (modelo MCs 280, marca Vieira Moinhos e Martelo, Tatui-SP, Brasil) com peneira de 0,6 mm de diâmetro e posteriormente com peneira de 0,3 mm de diâmetro. Após a moagem, a mistura foi submetida à mistura por 15 minutos em um misturador mecânico tipo 'Y' (modelo MA 200, marca Marconi Equipamentos Laboratoriais, Piracicaba-SP, Brasil) e umedecida com 20% de água e homogeneizada em peneira. Posteriormente, as dietas foram processadas de maneira extrusada com 1,0 mm de diâmetro em um equipamento modelo Ex-Micro com capacidade de produção de 10 kg h<sup>-1</sup> (Exteec Maquinas, Ribeirão Preto-SP, Brasil). Após o processo de extrusão, as dietas foram acondicionadas em estufa de ventilação forçada por 24 h, a 55°C para a retirada da umidade adquirida no processamento das rações (modelo TE-394/3-D, Tecnal Equipamentos Científico para Laboratórios, Piracicaba-SP, Brasil). As rações foram identificadas, empacotadas e armazenadas para realização do teste de atratividade e palatabilidade, composição físico-química e perfil de aminoácidos.

### 2.3 Análises Químicas

As análises de composição físico-química das proteínas hidrolisadas que compuseram as dietas foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2004), com exceção da análise de energia bruta, que foi determinada por meio de bomba calorimétrica (IKA<sup>®</sup> C2000). As análises em sua totalidade foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Alimentos (LQA) do GEMAQ (Tabela 3).

A composição aminoacídica das proteínas hidrolisadas foi realizada pelo método MA-009 (White et al., 1986; Hagen et al., 1989) em laboratório comercial (CBO Análises Laboratoriais Ltda., Valinhos-SP) (Tabela 4).

### 2.4 Metodologia experimental

Os ensaios de atratividade e palatabilidade foram realizados pela observação de cinco machos de *Betta splendens*, com peso médio de  $2,92 \pm 0,24$ g e comprimento médio de 3,24 cm. Para tanto, os peixes foram isolados individualmente por uma cabine

impedindo-os do contato com as interferências da movimentação rotineira do laboratório, e assim, minimizando possíveis efeitos sobre o comportamento dos animais.

A qualidade da água dos aquários foi monitorada durante o período experimental. A temperatura da água, o pH e o oxigênio dissolvido foram medidos com o auxílio de um multiparâmetro modelo YSI<sup>®</sup> Professional Series. As características físicas e químicas da água exibiram-se semelhantes entre os aquários sendo: temperatura média de  $28,5 \pm 0,15$  °C; o pH de  $7,05 \pm 0,02$ ; a amônia total de  $0,66 \pm 0,48$  ppm; a amônia tóxica de  $0,01 \pm 0,009$  ppm; e oxigênio dissolvido de  $5,57 \pm 0,55$  mg L<sup>-1</sup>.

Os aquários individuais possuíam um volume total de 10 litros, e além do isolamento visual foram equipados com controle de temperatura (termostato de 25 watts) individual, cada aquário possuía um orifício no centro para a adição dos peletes.

Inicialmente, os animais passaram por um período de sete dias de adaptação à estrutura de observação necessária para o registro de comportamento alimentar, a presença humana, a quantificação de pelete necessário à sua saciedade, horários de alimentação e manutenção dos aquários. Neste período, os peixes foram alimentados com uma dieta que continha em sua formulação farinha de tilápia (55% PB), com diâmetro do pelete de 1,00 mm. Após o período de adaptação, houve o início os ensaios de atratividade.

Cada peixe foi mantido isolado num total de cinco aquários, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (rações teste com inclusão de 5% de hidrolisado proteico) e quatro repetições ao dia para cada peixe. Durante o período experimental, os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia nos respectivos horários: 08:00h, 11:00h, 14:00h e 17:00h. As dietas-teste diárias para cada peixe foram ofertadas por meio de sorteio aleatório. Foi estipulado um período de três minutos de filmagem para cada alimentação realizada com uma câmera modelo GoPro<sup>®</sup> Hero 5 Black 12MP 4K, assim que os peletes foram introduzidos nos aquários de observação. Ao final de cada alimentação os peletes não consumidos foram removidos do tanque da unidade experimental, para que não interferissem na filmagem subsequente.

Diariamente, todos os aquários foram sifonados para remoção de excretas e/ou restos alimentares pelo sistema de renovação (aproximadamente de 10%) da água. Para cada alimentação ao longo do dia foram fornecidos 10 péletes por peixe (estabelecidos na fase de quantificação de péletes). O ensaio teve a duração de 14 dias, obtendo-se 280



filmagens (5 peixes x 4 alimentações, 20 ensaios ao dia), para cada tratamento testado houve 56 ensaios de alimentação.

## 2.5 Avaliações de atratividade e palatabilidade

Após a produção dos vídeos foram realizadas suas avaliações, esta ocorreu de forma visual e foram examinados os seguintes comportamentos alimentares: (a) tempo para capturar o primeiro pélete (segundos); (b) número de rejeição de pélete após captura; (c) número de aproximações sem haver captura do pélete; e (d) número de pélete consumido, todos esses comportamentos alimentares foram utilizados para calcular o índice de atratividade e palatabilidade (IAP), descrito por Alves, Oliveira, et al., (2020a). O índice de atratividade e palatabilidade foi então calculado para cada tratamento.

Utilizando o método dos mínimos quadrados, uma estimativa dos parâmetros, que normalizados em porcentagem (variando de -100% a 100%), foi obtido, com -100% correspondendo à pior atratividade e 100% correspondentes a uma melhor atratividade e palatabilidade, como segue:

$$IAP = (0,8189 \times N_{awp} (\%)) - (0,1482 \times T_{cp} (\%)) + (0,1811 \times C_p (\%)) - (0,8518 \times N_{rp} (\%));$$

em que:

$N_{awp} (\%)$  = é o número de aproximação sem haver capturar de pelete;

$T_{cp} (\%)$  é o tempo para captura do primeiro pelete;

$C_p (\%)$  são os peletes consumidos; e

$N_{rp} (\%)$  é o número de rejeições após a captura do pelete.

Os valores percentuais foram calculados de acordo com à equação que segue:

- $N_{awp} (\%) = N_{awp} / (N_{awp} + N_{rp} + C_p)$
- $N_{rp} (\%) = N_{rp} / (N_{rp} + C_p)$
- $T_{cp} (\%) = T_{cp} / 180$
- $C_p (\%) = (\text{número de péletes consumidos} / \text{número de péletes ofertados}) * 100$

Essa equação foi desenvolvida por Alves, Oliveira, et al. (2020a), com os dados da avaliação de atratividade e palatabilidade de hidrolisados proteicos líquidos para juvenis de tilápia do Nilo, em que apresentou resultados satisfatórios com os dados avaliados.

## 2.6 Análises estatísticas

Aos dados obtidos foram aplicados testes de normalidade dos erros (*Shapiro-Wilk*) e homogeneidade das variâncias (teste de *Levene*), e em seguida à análise de variância

(ANOVA), em caso de efeito significativo, foi realizado o teste de Duncan para a comparação de médias em nível de 5% de significância. As análises foram realizadas com o auxílio do software Statistic 7.1.

### 3. RESULTADOS

As análises realizadas apontaram que descritivamente todas as dietas contendo hidrolisado proteico levaram a um índice de palatabilidade positivo em comparação à farinha de tilápia, ou seja, proporcionaram um aumento de consumo em relação à FPT (Tabela 5). A PHS proporcionou um aumento no consumo de 27,5%, a PHF proporcionou 20,68%, a PHM com 12,06% e a PHP aumento de 6,83% comparadas a FPT. Foram verificadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para o comportamento alimentar referente ao consumo de pélete. O valor médio de consumo de pélete referente ao tratamento PHS foi superior ( $P < 0,05$ ) quando comparado à dieta FPT, não diferindo dos demais.

Quanto ao número de rejeição de péletes após a captura, não foram encontradas diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ) o menor valor médio de número de rejeição observado foi na dieta FPE, enquanto que o maior valor foi observado nas dietas contendo PHP.

Para a variável tempo de captura do 1º pélete (em segundos), todas as dietas contendo hidrolisado proteico resultaram em menor tempo para captura do pélete em segundos, dando destaque as dietas contendo PHS que apresentou tempo de 47 milésimos de segundos a menos na captura, seguida da PHF e PHP 39 milésimos de segundos e a PHM com 11 milésimos de segundos, em comparação a dieta com farinha de tilápia, embora não fora encontrada diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ).

Todas as dietas testadas contendo hidrolisado proteico apresentaram menor número de aproximação sem captura de péletes em relação à FPT 0,52 (quantidade média de aproximação), as dietas contendo PHF e PHS apresentaram os melhores valores para aproximação sem captura 0,26 e 0,21 (quantidade média de aproximação) respectivamente, no entanto não apresentaram efeito significativo ( $P > 0,05$ ). Então, para estas dietas houve a captura regular do pélete pelos animais. As demais dietas PHM e PHP apresentaram valores de 0,41 e 0,32 (quantidade média de aproximação) respectivamente. Os dados da pesquisa permitem destacar que a PHS apresentou número de aproximação sem captura do pelete proporcionalmente 1,47 (quantidade média de aproximação) vezes menor em relação à dieta FPT.

#### 4. DISCUSSÃO

Os peixes possuem o maior número de papilas gustativas comparado a qualquer outro animal, estes receptores gustatórios podem ser localizados externamente (extra-oral) e internamente (oral), e podem ser encontrados nos lábios, nas branquiais, na cavidade oral, na faringe, no esôfago e também na superfície corporal e apêndices, como barbilhões e nadadeiras (Ishimaru et al., 2005; Moraes, 2016). Contudo, seu número e distribuição variam muito de acordo com as espécies, com a densidade geral das papilas gustativas classificadas de acordo com o estilo de vida das espécies, de bentônico a água aberta ou alimentadores de superfície (Hara et al., 1994ab; Hara, 1994 ; Moraes, 2016).

O comportamento alimentar de peixes é controlado por várias modalidades sensoriais e englobam vários sentidos, entre eles, o olfato e o paladar. Estes são mediados por moléculas dissolvidas em água, entretanto, o olfato é o primeiro sentido empregado, ele age como o senso de distância e induz excitação, comportamento de busca de alimentos e atração pela fonte, seguido pelo exame de itens alimentares por meio do sentido gustativo (Mearns, 1986). Existem, no entanto, diferenças entre espécies quanto aos tipos de aminoácidos que atuam como estimulantes ou repelentes alimentares (Olsen e Lundh, 2016; Moraes, 2016; Alves et al., 2020a).

Os aminoácidos constituem o grupo mais importante de compostos que foram identificados como estimulantes de alimentação, pois incitam o sentido gustativo, ainda podem agir isoladamente ou em conjunto no comportamento alimentar dos peixes (Kasumyan e Doving, 2003; Yamashita et al. (2006) Hara, 2011; Lokkeborg et al., 2014; Olsen e Lundh, 2016). Estudos evidenciaram que substâncias de baixo peso molecular, incluindo aminoácidos, peptídeos e compostos nitrogenados estimulam o comportamento alimentar de peixes (Hara, 2011).

Independente dos órgãos sensoriais abrangidos na alimentação, o responsável pela seleção do alimento é a palatabilidade, esta define se o alimento será aceito pelo peixe, ainda, durante o tempo de retenção do alimento na boca os peixes detectam e reconhecem substâncias com sabor, e após, executam a decisão de engolir ou rejeitar e ainda a quantidade a ser consumida (Mearns, 1986; Pereira da Silva e Pezzato, 2000; Lokkeborg et al., 2014; Olsen e Lundh, 2016). Durante o exercício bucal, o peixe decide se o alimento será rejeitado ou engolido, no entanto, há diferenças entre espécies quanto aos tipos de aminoácidos que atuam como estimulantes ou impeditivos alimentares (Olsen e

Lundh, 2016). Como atrativo alimentar para o jundiá (*Rhamdia quelen*), o hidrolisado proteico de sardinha provou eficiência em seu comportamento, favorecendo a ingestão das dietas contendo esse ingrediente (Broggi et al. 2017). Em pesquisas desenvolvidas com a tilápia do Nilo por Alves et al. (2019a), foram obtidas respostas favoráveis à palatoatratividade com a inclusão de 5% de hidrolisados de aves que proporcionaram maior consumo de péletes comparado a farinha de peixe e ainda, as proteína hidrolisada de frango (PHF) e proteína hidrolisada de mucosa suína (PHM) proporcionaram um incremento de 10% no consumo em relação a dieta controle que continha farinha de peixe (FPE). Corroborando com estudos realizados em juvenis de kinguio (*Carassius auratus*), em que o uso de hidrolisados cárneos proteicos apresentaram elevada atrato-palatabilidade entre as dietas (Fries et al., 2011).

Pesquisas anteriores mostram que cada espécie de peixe é atraída por diferentes combinações de aminoácidos e não são todos os aminoácidos que são palatáveis para todas as espécies (Yacoob e Browman, 2007; Hara, 2011; Moraes, 2016). Importantes estimulantes alimentares diferem mesmo entre espécies intimamente relacionadas (Kasumyan e Doving, 2003). Kasumyan (1997) investigou 21 espécies diferentes de peixes e os dados revelaram que o número de aminoácidos livres que atuaram como estimulantes na alimentação variaram de 0 a 13, e que em apenas algumas espécies de peixes o número de aminoácidos estimulante varia em mais de dez.

Desse modo, a composição aminoacídica apresentada por um alimento pode estar relacionada à sua atratividade, pois concebem sinais químicos detectados pelo sistema gustativo dos peixes, estes compostos podem ser divididos conforme suas propriedades gustativas em grupos de substâncias altamente atraentes como os aminoácidos: cisteína, prolina, ácidos glutâmico e aspártico, alanina, glutamina, lisina, leucina, tirosina, glicina, asparagina, isoleucina, neutro histidina, e outros compostos como, norvalina, ácido cítrico, cloreto de cálcio, cloreto de sódio e sacarose. Da mesma maneira, aminoácidos foram avaliados como repulsivos, tais como: triptofano, arginina, treonina, metionina, fenilalanina, serina e valina (Kasumyan e Morsi, 1996; Kasumyan, 1997; Kasumyan e Doving, 2003; Hara, 2006; Hara, 2011; Suresh, et al., 2011; Kasumyan e Sidorov, 2012; Lokkeborg et al., 2014; Siikavuopio et al., 2017; Alves et al., 2019 ab; 2020ab).

No presente estudo a utilização de hidrolisados proteicos provindos de coprodutos agroindustriais (proteína hidrolisada de frango (PHF), proteína hidrolisada de fígado suíno (PHS), proteína hidrolisada de penas (PHP), proteína hidrolisada de mucosa suína

(PHM), proporcionou valores positivos para o índice de atratividade e palatabilidade em substituição à farinha de tilápia (FPE) para o *Betta splendens*. Em que as dietas contendo PHS e PHF incrementaram o consumo de péletes em 27,5% e 20,68% respectivamente, comparados a FPE. Foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para o comportamento alimentar referente ao consumo de pélete em que a PHS proporcionou um acréscimo no de 22% ( $P < 0,05$ ), PHF um acréscimo de 12%; a PHM 7%; e a PHP 4% comparados à FPE. Resultados de pesquisas realizadas por Sheen e Ridwanudin (2014), indicam que a proteína hidrolisada de peixe pode atuar como um atrativo para melhorar a palatabilidade da dieta. Zambonino et al. (1997), incluindo di-tripeptídeos nas dietas observaram melhorias no crescimento e na sobrevivência das larvas de robalo *Dicentrarchus labrax*. Papatryphon e Soares (2001) e Felix e Sudharsan (2004) sugerem uma relação positiva integrada à melhora da palatabilidade e os componentes químicos contidos nas dietas. Eles destacam que o uso como estimulante alimentar proporcionou melhores resultados de ganho em peso e conversão alimentar para os peixes.

Com relação a variável rejeição de péletes após captura, o menor valor observado foi para a FPE, enquanto que o maior valor de rejeição foi observado nas dietas com a inclusão do PHP, contudo, sem diferenças significativas, resposta similar ao obtido por Alves et al. (2019a), em que os dados permitiram observar que a PHF apresentou várias rejeições de grânulos, sendo 6,89 vezes maior em relação ao FPE.

A rápida captura dos péletes é importante na aquicultura, pois reflete em menor lixiviação de nutrientes para a água, garante a ingestão de alimento balanceado, reduzindo assim o impacto ao meio ambiente (Cyrino et al., 2010). O uso dos hidrolisados proteicos na alimentação do *Betta splendens* demonstraram que todas as dietas com inclusão testadas reduziram o tempo médio em segundos para captura dos péletes (2,57 segundos) em comparação ao controle (FPE, 2,91 segundos). Do mesmo modo, Alves et al. (2019a) observaram que juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com hidrolisados proteicos de frango, fígado suíno e penas em substituição a farinha de peixe apresentaram tempo médio de 0,82 segundos para a captura dos alimentos, enquanto que a dieta controle foi consumida em 0,87 segundos. Fato que pode estar atrelado à resposta gustatória extra oral, que quando bem desenvolvida, faz o animal exercer esforços para localizar ou evitar o objeto, em que realiza movimentos de parada, retorno, virar-se para o lado, nadar para trás, começar a procura, realizar movimentos circulatórios e de zigue-zague para a procura do objeto.

Esta rápida percepção do alimento faz parte do comportamento alimentar e ingredientes com boa atratividade podem estimular uma resposta gustatória extra oral, em que ao perceber este estímulo o peixe empenha-se na localização do alimento (Kasumyan e Doving, 2003, Moraes, 2016).

Todas as dietas com inclusão dos hidrolisados proteicos apresentaram número médio de aproximações sem captura (0,3) (quantidade média de aproximação) menores que a dieta contendo FPE (0,52) (quantidade média de aproximação). Em que a dieta PHS apresentou número de aproximação sem captura 1,47 vezes menor em relação à dieta FPE. As dietas que promoveram menores valores de aproximações sem captura de péletes foram a PHS e PHF com 0,21 e 0,26 vezes, respectivamente. Desse modo, o perfil de aminoácidos dos hidrolisados utilizados no presente estudo apontam que estes apresentam alto nível de atratividade e palatabilidade.

## **6. CONCLUSÃO**

Todos os hidrolisados proteicos testados podem ser utilizados em substituição à farinha de tilápia na dieta. Sobretudo a PHS, que comprovou o melhor índice de atratividade e palatabilidade e aumentou o consumo de ração final comparado a FPE. A PHS pode ser utilizada como uma forma eficaz de impulsionar o consumo de ração para juvenis de *Betta splendens* em substituição à farinha de tilápia e diminuir o desperdício de ração em aquários para *Betta splendens*.

## **7. AGRADECIMENTOS**

A empresa BRF Ingredient's pela doação dos ingredientes.

Ao Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura - GEMaQ, da Universidade do Oeste do Paraná – UNIOESTE, campus de Toledo-PR, pela disponibilização dos estudos laboratoriais e suporte técnico.

## 8. REFERÊNCIAS

Alderton, D.; Gibbs, M. (2011). Encyclopedia of aquarium & Pondfish. London: Dorling Kindersley-UK, 400 p.

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*. doi: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 aqva® for nile tilapia juvenile *Latin American Journal of Aquatic Research*. <http://dx.doi.org/10.3856/vol48-issue2-fulltext-2355>.

Apper, E., Weissman, D., Respondek, F., Guyonvarch, A., Baron, F., Boisot, P., Merrifield, DL (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, 453 , 40-48. [//doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.018](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.018)

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

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>.

Carlberg, H., Cheng, K., Lundh, T., Brännäs, E., (2015). Usando a auto-seleção para avaliara aceitação de novas formulações alimentares por peixes de criação. Appl. Anim. Behav. Sci.171, 226-232.

Chotikachinda, R., Tantikitti, C., Benjakul, S., Rustad, T., & Kumarnsit, E. (2013). Production of protein hydrolysates from skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* viscera as feeding attractants for Asian seabass *Lates calcarifer*. Aquaculture Nutrition, 19, 773–784. <https://doi.org/10.1111/anu.12024>.

Cyrino, JEP, Bicudo, AJA, Sado, RY, Borghesi, R. e Dairiki, J.K. (2010). A piscicultura e o ambiente - o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. Revista Brasileira de Zootecnia , 39 ,68-87. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300009>

Decarli, J. A., Pedron, F. A., Lazzari, R., Signor, A., Boscolo, W. R., & Feiden, A. (2016). Hidrolisados proteicos na alimentação do jundiá *Rhamdia voulezi*. Revista Brasileira de Ciência Veterinária, 23, 168–173. <https://doi.org/10.4322/rbcv.2016.051>.

Dzieweczynski, T.L; Leopard, A.K. (2010). The effects of stimulus type on consistency of responses to conflicting stimuli in Siamese fighting fish. Behav. Processes, v.85, p.83-89.

Faria, A. C. E. A. de, Hayashi, C., Galdioli, E. M., & Soares, C. M. (2008). Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), linhagem tailandesa. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 23(0), 903. doi:10.4025/actascianimsci.v23i0.2748.

Faria, P.M.C.; Crepaldi, D.V.; Teixeira, E.A. et al. (2006). Criação, manejo e reprodução do peixe *Betta splendens*. Rev. Bras. Reprod. Anim., v.30, p.134-149, Disponível em [www.cbra.org.br](http://www.cbra.org.br).

Felix, N., And Sudharsan, M. (2004). Effect of glycine betaine, a feed attractant affecting growth and feed conversion of juvenile freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture Nutrition, 10(3), 193–197.



Feltes, M. M. C., Correia, J. F. G., Beirão, L. H., Block, J. M., Ninow, J. L., & Spiller, V. R. (2010). Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(6), 669–677. doi:10.1590/s1415-43662010000600014.

Ferreira, A., Kunh, SS, Cremonez, PA, Dieter, J., Teleken, JG, Sampaio, SC, & Kunh, PD (2017). Resíduos da atividade avícola brasileira: Destino e potencial energético. *Avaliações de energia renovável e sustentável*, 81, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.078>

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.2011.

Forsatkar, M. N., Nematollahi, M. A., & Brown, C., (2016). Male Siamese fighting fish use gill flaring as the first display towards territorial intruders. *Journal of Ethology*, 35(1), 51–59. doi:10.1007/s10164-016-0489-1 4.008.

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

Glencross, 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>

Halver, J. E., & Hardy, R. W. (2002). *Fish nutrition* (3th ed., 839 p). San Diego, CA: Elsevier Science.

Hara, T. J. (1994). The diversity of chemical stimulation in fish olfaction and gustation. *Rev. Fish Biol. Fisher.*, 4(1): 1–35

Hara, T. J., Y. Kitada, and R. E. Evans. (1994a). Distribution patterns of palatal taste buds and their responses to amino acids in salmonids. *J. Fish Biol.*, 45: 453–465

Hara, TJ, (1994). A diversidade da estimulação química na olfação e gustação. *Rev. Fish Biol. Peixe*. 4, 1-35

Hara, T. J. (1994b). Olfaction and gustation in fish: an overview. *Acta Physiologica Scandinavica*, 152(2), 207–217. doi:10.1111/j.1748-1716.1994.tb09800.x

Hara, T. J. (2006). Feeding behaviour in some teleosts is triggered by single amino acids primarily through olfaction. *J. Fish Biol.*, 68: 810–825

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>.

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.

Ishimaru, Y., S. Okada, H. Naito, T. Nagai, A. Yasuoka, I. Matsumoto, and K. Abe. (2005). Two families of candidate taste receptors in fishes. *Mech. Dev.*, 122(12): 1310–1321 doi.org/10.1016/j.mod.2005.07.005.

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.

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.

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.

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

Martone, C. (2005). Fishery by-product as a nutrient source for bacteria and archaea growth media. *Bioresource Technology*, 96(3), 383–387. doi:10.1016/j.biortech.2004.04.008

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

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

Mullen, A. M., Álvarez, C., Zeugolis, D. I., Henchion, 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

Nagel, F., von Danwitz, A., Schlachter, M., Kroeckel, S., Wagner, C., Schulz, C., (2014). Farelo de mexilhão azul como atrativo alimentar em dietas à base de proteína de colza para pregado(*Psetta maxima L.*). *Aquacult. Res.* 45, 1964-1978.

National Research Council – NRC (2011). Nutrient requirements of fish and shrimp (390 p). Washington, DC: National Research Council – NRC

Nielsen, P. M., Petersen, D., & Dambmann, C. (2001). Improved method for determining food protein degree of hydrolysis. *Journal Food Science*, 66(5), 642–646. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb04614.x>

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>

Ovissipour, M., Kenari, A. A., Nazari, R., Motamedzadegan, A., & Rasco, B. (2014). Tuna viscera protein hydrolysate: nutritive and disease resistance properties for Persian sturgeon (*Acipenser persicus* L.) larvae. *Aquaculture Research*, 45(4), 591–601. doi:10.1111/j.1365-2109.2012.03257.x

Papatryphon, E., & Soares, J. H. (2001). Optimizing the levels of feeding stimulants for use in high-fish meal and plant feedstuff-based diets for striped bass, *Morone saxatilis*. *Aquaculture*, 202(3-4), 279–288. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162004000300015>

Pasupuleti, V. K., & Demain, A. L. (Eds.). (2010). *Protein Hydrolysates in Biotechnology*. doi:10.1007/978-1-4020-6674-0.

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>

Portz, L; França, W.G. (2012). Alimentação é determinante na cadeia da piscicultura ornamental. 2012, Núcleo de Estudos em Ciências Aquariológicas UFPR. *Visão Agrícola* nº11 jul | dez

Ribeiro F. A. S; Júnior J. R. C.; Fernandes J. B. K.; Nakayma L. (2008). Comércio brasileiro de peixes ornamentais. *Panorama da aquicultura*, nov./dez.

Santos, M. A., Jerônimo, G. T., Cardoso L., Tancredo, K. R., Medeiros, P. B., Ferrarezi, J.V.; Martins, M. L. (2017). Parasitic fauna and histopathology of farmed freshwater ornamental fish in Brazil. *Aquaculture*, 470(1), 103-109. doi: 10.1016/j.aquaculture.2016.12.032.

Sheen S.S., Chen C.T., Ridwanudin, A. (2014). The Effect of Partial Replacement of Fish Meal Protein by Dietary Hydrolyzed Fish Protein Concentrate on the Growth Performance of Orange-Spotted Grouper *Epinephelus coioides*. *J Aquac Mar Biol* 1(2) doi: 10.15406/jamb.2014.01.00006.

Siikavuopio, SI, James, P., Stenberg, E., Evensen, T., & Saether, BS (2017). Avaliação do hidrolisado protéico de subproduto da indústria pesqueira para inclusão na isca na pesca com palangre e em panela do bacalhau atlântico. *PescasResearch* , 188 , 121–124. doi.org/10.1016/j.fishres.2016.11.02

Silva, E. M. P., Pezzato L. E. (2000a). Comportamento alimentar da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. *Acta Scientiar.*, 21(2): 297-301. doi: 10.4025/actasciobiolsci.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*, n. 29(5), p. 1273-1280. doi: 10.1590/S1516-35982000000500003.

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

Silva, M. S. G. M.; Losekann, M. E.; Hisano H. (2013). *Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes – Jaguariúna, SP : Embrapa Meio Ambiente, 2013. 39 p. — (Documentos / Embrapa Meio Ambiente; 95).*

Suresh, A. V.; Vasagam K. P. K.; Nates, S., (2011). Attractability and palatability of protein ingredients of aquatic and terrestrial animal origin, and their practical value for blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* fed diets formulated with high levels of poultry by product meal. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 319, n. 1–2, p. 132–140.

Tantikitti, C. (2014). Palatabilidade alimentar e fontes alternativas de proteína na alimentação de camarão. *Songklanakarin Journal of Science Technology* , 36 ,51-55.

Teixeira, B. (2015). Estado da piscicultura ornamental em Santa Catarina e subsídios para a gestão da atividade. 88 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/136482>.

Valenti, W.C. (2000). Aquaculture for sustainable development. In: Valenti, W.C.; Poli, C.R.; Pereira, J.A.; Borghetti, J.R. (Eds.) Aquicultura no Brasil, bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPQ/Ministério da Ciência e Tecnologia. p.17-24.

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>

Xue, M., e Cui, Y. (2001). Effect of several feeding stimulants on diet preference by juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*), fed diets with or without partial replacement of fish meal by meat and bone meal. *Aquaculture*, 198(3-4), 281–292. doi:10.1016/s0044-8486(00)00602-5

Yacoob, S. Y., and Browman, H. I. (2007a). Prey extracts evoke swimming behavior in juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture*, 270(1-4), 570–573. doi:10.1016/j.aquaculture.2007.05.003.

Yacoob, SY, Browman, HI, (2007b). Sensibilidade olfativa e gustativa a alguns produtos químicos relacionados com a alimentação animal no alabote do Atlântico (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture* 263, 303–309.

Yamashita, S., Yamada, T., Hara, TJ, (2006). Respostas gustativas à alimentação e produtos químicos estimulantes da não alimentação, com ênfase nos aminoácidos, truta arco-íris. *J. Fish Biol.* 68, 783-800.

Zambonino Infante, J. L., Cahu, C. L., & Peres, A. (1997). Partial Substitution of Di- and Tripeptides for Native Proteins in Sea Bass Diet Improves *Dicentrarchus labrax* Larval Development. *The Journal of Nutrition*, 127(4), 608–614. doi:10.1093/jn/127.4.608.

Zuanon, J. A. S., Salaro, A. L., Furuya, W. M. (2011). Produção e nutrição de peixes ornamentais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 165-174.

Zuanon, J. A. S., Hisano H., Falcon D. R., Sampaio, F.G., Barros, M.M., Pezzato L. E. (2007). Digestibilidade de alimentos proteicos e energéticos para fêmeas de beta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 4, p. 987-991.

Zuanon JAS, Salaro AL, Balbino E. M, Saraiva A, Quadros M, Fontanari RL. (2006) Níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de acará-bandeira. *R Bras Zootec.*;35(5):1893-36.

Zuanon, J. A. S., Morais, J. A., Carneiro, A. P. S., Campelo, D.A.V., Pontes, M.P., Alaro, A.L. (2016). Níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de beta. [doi.org/10.20950/1678-2305.2016v42n3p590](https://doi.org/10.20950/1678-2305.2016v42n3p590)

## 9. TABELAS

**Tabela 1** – Composição calculada das dietas experimentais utilizadas para determinação da atratividade e palatabilidade do peixe ornamental Beta (*Betta splendens*, Regan, 1910) (com base na matéria seca).

Ingredientes (%)	Dietas experimentais*				
	FPE	PHF	PHP	PHM	PHS
Farelo de soja (45%) <sup>1</sup>	36,15	33,94	32,59	36,24	34,36
Fubá de milho	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Quirera de arroz (8,5%) <sup>1</sup>	6,64	7,74	8,54	5,00	7,41
Farinha de vísceras de aves	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Farinha de penas	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Farinha de peixe (55%) <sup>1</sup>	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Proteína hidrolisada de frango	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00
Proteína hidrolisada de penas	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00
Proteína hidrolisada de mucosa suína	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00
Proteína hidrolisada de fígado suíno	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
Farinha glúten milho (60%) <sup>1</sup>	5,00	5,00	5,00	5,10	5,00
Farinha de sangue	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Óleo de soja	2,09	2,41	2,53	2,67	2,21
Fosfato bicálcio	1,39	2,00	2,12	1,94	2,08
Suplemento mineral-vitaminico <sup>2</sup>	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Calcário calcítico	0,31	0,56	0,49	0,69	0,51
L-lisina HCL	0,80	0,71	1,02	0,72	0,79
L-treonina	0,63	0,62	0,64	0,62	0,64
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-metionina	0,42	0,42	0,47	0,43	0,41
Vitamina C (35%) <sup>3</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloreto de colina (60%) <sup>4</sup>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Antifúngico (Propionato de Cálcio)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante (BHT) <sup>5</sup>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

\*FPE, dieta com farinha de peixe; PHF, dieta contendo proteína hidrolisada de frango; PHP, dieta contendo proteína hidrolisada de penas, PHM, dieta contendo proteína hidrolisada de mucosa suína; PHS, dieta contendo proteína hidrolisada de fígado suíno (PHS).

<sup>1</sup>Teor de Proteína bruta.

<sup>2</sup>Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 500.000 UI; vit. D<sub>3</sub> - 200.000 UI; vit. E - 5.000 mg; vit. K<sub>3</sub> - 1.000 mg; vit. B<sub>1</sub> - 1.500 mg; vit. B<sub>2</sub> - 1.500 mg; vit. B<sub>6</sub> - 1.500 mg; vit. B<sub>12</sub> - 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.



<sup>3</sup> Concentração de ácido ascórbico.

<sup>4</sup> Concentração de colina.

<sup>5</sup> Butil-hidroxi-tolueno.

**Tabela 2** – Composição nutricional calculada das dietas experimentais para avaliação de atratividade e palatabilidade do peixe ornamental Beta (*Betta splendens*, Regan, 1910) (com base na matéria seca).

Composição calculada	Dietas experimentais*				
	FPE	PHF	PHP	PHM	PHS
Amido (%)	22,73	23,29	23,72	21,55	23,09
Arginina total (%)	2,50	2,50	2,49	2,43	2,45
Cálcio (%)	1,31	1,31	1,31	1,30	1,31
Energia Digestível (kcal kg <sup>-1</sup> )	3.323	3.379	3.323	3.150	3.371
Fenilalanina total (%)	1,92	1,90	1,89	1,93	1,91
Fibra bruta (%)	2,35	2,24	2,17	2,35	2,26
Fósforo disponível (%)	0,85	0,81	0,79	0,76	0,79
Fósforo total (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Gordura (%)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Histidina total (%)	0,90	0,91	0,80	0,92	0,90
Isoleucina total (%)	1,64	1,63	1,62	1,64	1,63
Leucina total (%)	3,34	3,31	3,30	3,34	3,33
Lisina total (%)	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Metionina total (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Proteína bruta (%)	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Treonina total (%)	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
Triptofano total (%)	0,41	0,42	0,38	0,40	0,42
Valina total (%)	2,08	2,07	2,09	2,08	2,09

\*FPE, dieta com farinha de peixe; PHF, dieta contendo proteína hidrolisada de frango; PHP, dieta contendo proteína hidrolisada de penas, PHM, dieta contendo proteína hidrolisada de mucosa suína; PHS, dieta contendo proteína hidrolisada de fígado suíno (PHS).

**Tabela 3** - Composição química analisada das proteínas hidrolisadas utilizadas para avaliação de atratividade e palatabilidade do peixe ornamental Beta (*Betta splendens*, Regan, 1910) (com base na matéria seca)

Parâmetros	Proteína Hidrolisada de Frango	Proteína Hidrolisada de Penas	Proteína Hidrolisada de Mucosa Suína	Proteína Hidrolisada de Fígado Suíno
Proteína bruta (%)	78,18	76,33	59,28	78,04
Lipídeos (%)	8,13	2,61	0,00	11,97
Matéria seca (%)	93,57	96,27	94,01	93,62
Energia Bruta (Kcal.kg <sup>-1</sup> )	5.900	4.900	3.320	5.320

**Tabela 4** – Perfil dos aminoácidos livres das proteínas hidrolisadas utilizadas para avaliação de atratividade e palatabilidade em juvenis de Beta (*Betta splendens*, Regan, 1910), (com base na matéria seca).

Composição Química	Proteína Hidrolisada de Mucosa Suína (%)	Proteína Hidrolisada de Frango (%)	Proteína Hidrolisada de Fígado Suíno (%)	Proteína Hidrolisada de Penas (%)
Ácido Aspártico	2,31	0,59	0,25	0,12
Ácido Glutâmico	2,93	1,41	0,72	0,26
Serina	1,67	0,48	0,64	0,26
Glicina	1,61	0,41	0,42	0,16
Histidina	0,93	0,33	0,31	0,16
Taurina	0,22	0,48	0,12	0,07
Arginina	1,28	1,32	0,40	0,13
Treonina	1,61	0,55	0,57	0,14
Alanina	2,30	0,93	1,14	0,31
Prolina	1,64	0,41	0,58	0,12
Tirosina	1,51	0,82	0,73	0,52
Valina	2,11	0,82	1,08	0,33
Metionina	0,84	0,47	0,41	0,38
Cistina	0,20	0,16	0,14	0,27
Isoleucina	1,44	0,56	0,81	0,38
Leucina	3,12	1,47	2,09	0,47
Fenilalanina	1,54	0,78	0,86	0,43
Lisina	2,77	1,14	0,90	0,29
Asparagina	0,03	0,03	0,08	Não detectado
Total	30,06	13,17	12,25	4,81

**Tabela 5** - Valores médios do teste de atratividade e palatabilidade de diferentes hidrolisados proteicos em juvenis de Beta (*Betta splendens*, Regan, 1910), comparados à farinha de tilápia (controle positivo).

Tratamentos	Índice de Atratividade e Palatabilidade (%)	Consumo de peletes (%)	Número de rejeição do pelete após captura	Tempo de captura do 1º pelete (em segundos)	Número de aproximação sem captura do pelete
FPE	10,37	58 ±18,9 <sup>b</sup>	0,94 ±0,41	2,91 ±0,54	0,52 ±0,80
PHP	11,02	62 ±12,5 <sup>ab</sup>	1,60 ±0,33	2,52 ±0,65	0,32 ±0,26
PHM	11,62	65 ±11,7 <sup>ab</sup>	1,02 ±0,47	2,80 ±0,28	0,41 ±0,23
PHF	12,46	70 ±10,3 <sup>ab</sup>	1,56 ±0,37	2,52 ±0,50	0,26 ±0,16
PHS	14,29	80 ±06,9 <sup>a</sup>	1,08 ±0,53	2,44 ±0,81	0,21 ±0,23

\*FPE, dieta com farinha de peixe; PHF, dieta contendo proteína hidrolisada de frango; PHP, dieta contendo proteína hidrolisada de penas, PHM, dieta contendo proteína hidrolisada de mucosa suína; PHS, dieta contendo proteína hidrolisada de fígado suíno (PHS). Medias seguida de letras distintas, na coluna, apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ).