

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

JAHINA FAGUNDES DE ASSIS HATTORI

ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE HIDROLISADOS PROTEICOS
LÍQUIDOS E SECOS E DE AMINOÁCIDOS PARA ALEVINOS DE DOURADO
(Salminus brasiliensis)

TOLEDO

2022

JAHINA FAGUNDES DE ASSIS HATTORI

**ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE HIDROLISADOS PROTEICOS
LÍQUIDOS E SECOS E DE AMINOÁCIDOS PARA ALEVINOS DE DOURADO
(*Salminus brasiliensis*)**

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. Wilson Rogério Boscolo

Coorientador: Prof. Dr. Denis Rogério Sanches Alves

TOLEDO

2022

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

Hattori, Jahina Fagundes de Assis
ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE HIDROLISADOS PROTEICOS
LÍQUIDOS E SECOS E DE AMINOÁCIDOS PARA ALEVINOS DE DOURADO
(Salminus brasiliensis) / Jahina Fagundes de Assis Hattori;
orientador Dr. Wilson Rogério Boscolo; coorientador Dr.
Denis Rogério Sanches Alves. -- Toledo, 2022.
82 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. Atratividade. 2. Palatabilidade. 3. Hidrolisados
Protéicos. 4. Nutrição animal. I. Boscolo, Dr. Wilson Rogério
, orient. II. Alves, Dr. Denis Rogério Sanches , coorient.
III. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

JAHINA FAGUNDES DE ASSIS HATTORI

**ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE HIDROLISADOS PROTEICOS
LÍQUIDOS E SECOS E DE AMINOÁCIDOS PARA ALEVINOS DE DOURADO
(*Salminus brasiliensis*)**

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 seguinte comissão julgadora:

Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

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

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

Prof. Dr. Eduardo Luis Cupertino Ballester
Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. Fábio Bittencourt
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Leandro Portz
Universidade Federal do Paraná

Em 31 de janeiro de 2022

Local de defesa: Online - <https://meet.google.com/jvx-hkwi-znw>

Dedico este trabalho ao meu esposo Cássio Hattori por todo amor, companheirismo e por fazer as minhas realizações parte das realizações dele. A minha mãe Maria do Carmo Fagundes de Assis por ser fonte de inspiração como mulher e profissional. Ao meu pai Hugo Murilo de Assis que mesmo não estando presente fisicamente me dá forças para vencer todos os meus objetivos. E finalmente a minha irmã Thayana Fagundes de Assis por trazer força e tranquilidade nos momentos que mais precisei. Eu amo vocês mais que vocês conseguem mensurar!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pela oportunidade de evolução, por me dar forças, coragem e saúde para alcançar todos os meus objetivos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo por todo apoio, ensinamentos, amizade e incentivo durante nossa pesquisa, tenho muito orgulho de ser sua orientada. Obrigada pelo acolhimento e por me receber tão bem.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Denis Rogério Sanches Alves por cada detalhe desse trabalho. Por sempre estar disposto a ajudar, pela amizade, pelos valiosos conselhos e por tornar esses anos muito mais leves. Obrigada por fazer parte tão de perto dessa etapa.

Ao Prof. Dr. Altevir Signor, Prof. Dr. Fábio Bittencourt, Prof. Eduardo Ballester e ao Prof. Dr. Leandro Portz pela disposição e as sugestões na banca deste trabalho.

Ao meu esposo Cássio Hattori por não medir esforços para me ajudar durante todo o processo. Por ser amor, amizade, força e pela paciência comigo. Obrigada por ser o melhor sempre.

A minha mãe por sempre me incentivar, por ser exemplo, e por me mostrar que mulher pode sim fazer tudo que ela quiser. Ao meu pai, que mesmo de longe me envia forças para continuar lutando por todos os meus objetivos. A minha irmã Thayana e meu cunhado Nelmer, por serem tranquilidade e alegria em meus dias.

As minhas amigas: Márcia Regina Piovesan (por ser a irmã que eu escolhi, por não largar minha mão um só minuto, por deixar meus dias mais alegres com sua companhia, por ser ouvido e por sempre me ensinar tanto com seus gestos e falas.); e Karen Carrilho Lira (por sua leveza, amor e gratidão para levar toda essa etapa), que junto comigo formaram o “Trio da Matemática”. Obrigada por encarem o doutorado comigo. Ter vocês ao meu lado deixou tudo mais leve e prazeroso.

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, pelas oportunidades de discussões, reflexões e aprendizados. E por tornarem esses anos de pesquisa mais prazerosos e alegres. É um prazer fazer parte desse grupo.

Em especial gostaria de agradecer a Suzana, a Alessandra e a Juliana que tanto me ajudaram em todas as fases do experimento. Vocês são muito especiais!

A empresa BRF Ingredient’s pela doação dos ingredientes e apoio financeiro para realização deste trabalho.

E finalmente, gostaria de agradecer a UTFPR pelo apoio concedido com o afastamento parcial.

Enfim, a todos que de uma forma ou outra fizeram parte da minha história de vida, deixando contribuições para a realização deste trabalho.

**ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE HIDROLISADOS PROTEICOS
LÍQUIDOS E SECOS E DE AMINOÁCIDOS PARA ALEVINOS DE DOURADO
(*Salminus brasiliensis*)**

RESUMO

Esse estudo foi conduzido com o objetivo de determinar a atrato-palatabilidade de alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*) alimentados com rações contendo diferentes proteínas hidrolisadas líquidas e secas, proteína íntegra e aminoácidos em comparação com a farinha de peixe. Foram realizados dois experimentos: No primeiro, o objetivo foi comparar a atratividade e palatabilidade de hidrolisados líquidos em comparação com a farinha de peixe, para tanto foram formuladas seis dietas experimentais contendo 10% de inclusão de farinha de peixe (FM; controle positivo), 5% de inclusão de proteína hidrolisada líquida da mucosa suína (SPH), 5% de inclusão de proteína hidrolisada líquida de aves (PPH) e 5% de inclusão de um *blend* de proteína hidrolisada líquida de aves e proteína hidrolisada líquida da mucosa suína (SPH+PPH), 5% de inclusão de um hidrolisado comercial Scanbio (CHS) e 5% de inclusão de um hidrolisado comercial VNF (CHV). Doze alevinos ($5.51 \pm 0.41\text{g}$) foram distribuídos em 12 aquários com capacidade para 22 litros, sendo os animais alimentados seis vezes ao dia, por meio de sorteio prévio e aleatório das dietas ofertadas. Foram oferecidos oito péletes por alimentação e na filmagem de três minutos foram verificados os seguintes comportamentos: tempo para capturar o primeiro pélete, número de rejeições, número de aproximação sem captura de pélete e número de péletes consumidos. Para o cálculo de índice de palatabilidade (IP) foi utilizado a equação: $IP = ((R-C)/(R+C)) * 100$. Verificou-se que, a dieta contendo proteína hidrolisada de mucosa suína (SPH) com índice de 8.22% e hidrolisado VNF (CHV) com índice de 0.61% possuem índice de palatabilidade positivo em relação ao controle positivo (FM), as outras alimentações obtiveram índice negativo (CHS -0.78%, PPH-3.16%, e SPH+PPH -3.32%). Assim pode-se considerar que os hidrolisados líquidos testados, de acordo com o índice de palatabilidade, são substitutos satisfatórios, em relação a palatabilidade, para a farinha de peixe. O segundo experimento foi realizado com o objetivo de comparar a atratividade e palatabilidade de hidrolisados protéicos seco (proteína hidrolisada de frango e proteína hidrolisada de tilápia), proteína íntegra (farinha de vísceras) e dos aminoácidos DL-metionina e glutamato monossódico, em comparação com a farinha de peixe na dieta do dourado (*Salminus brasiliensis*). Seis dietas experimentais foram formuladas contendo: 10% de inclusão de farinha de tilápia (TM;

controle positivo), 10% de inclusão de farinha de vísceras de aves (VM), 10% de inclusão de proteína hidrolisada de frango (PHP), 10% de inclusão de proteína hidrolisada de tilápia (THP), 6 % de inclusão de DL-metionina e 6% de inclusão de glutamato monossódico. Doze alevinos (8.33 ± 1.81 g) foram distribuídos em 12 aquários com capacidade para 22 litros, os animais foram alimentados seis vezes ao dia, por meio de sorteio prévio e aleatório das dietas ofertadas. Foram oferecidos 15 péletes por alimentação e na filmagem de três minutos observou-se os seguintes comportamentos: tempo para capturar o primeiro pélete, número de rejeições de pélete, número de aproximação sem captura de pélete e número de péletes consumidos. Das dietas ofertadas, três alimentações alcançaram índice positivo em relação à ração controle positivo (TM), Proteína Hidrolisada de Frango (PHP) com índice de 7.86%, Proteína Hidrolisada de Tilápia (THP) com índice de 7.82% e Farinha de Vísceras (VM) com índice de 0,89%, as outras alimentações obtiveram índice negativo, Metionina (MET) com índice de -34.44% e Glutamina (GLU) com índice -35.48%. As alimentações com a inclusão de hidrolisados protéicos (PPH,THP), farinha de tilápia e a farinha de vísceras obtiveram diferenças estatísticas ($P>0,05$) em relação as dietas contendo a inclusão de DL-metionina e ácido glutâmico. Conclui-se assim que os hidrolisados secos testados e a farinha de vísceras são substitutos favoráveis em relação a farinha e peixe para o Dourado (*Salminus brasiliensis*). E por fim, foi realizada a modelagem matemática para a atratividade e palatabilidade de Dourado. O modelo proposto (IAP) levou em conta mais comportamentos, diferente da equação usada anteriormente (IP). Os parâmetros utilizados foram: tempo de captura total dos péletes oferecidos, tempo de captura do primeiro pélete, quantidade de ingestão de péletes e quantidade de rejeição de péletes. Para avaliar a equação foram usados os dados experimentais referentes aos Capítulos 1 e 2 desse trabalho. Observou-se alterações do IAP, em relação a equação proposta anteriormente. A ração que continha o hidrolisado comercial Scanbio IP negativo (-0.78%), com a equação proposta neste trabalho ele passa a ocupar a segunda colocação de preferência (26.96%). Os dados experimentais contidos no Capítulo 2 permaneceram com diferença estatística , no entanto, ocorreu mudança na ordem da preferência. A ração controle positivo (FT) que possuía índice de palatabilidade neutro (0.00%) na equação anterior, tem 57.16% de IAP na equação proposta, passando da quarta para a terceira posição na preferência. O modelo matemático IAP encontrado mostrou-se eficiente para os dados experimentais referentes aos estudos de atratividade e palatabilidade realizados com Dourado.

Palavras-chave: aquicultura; atrativo alimentar; comportamento; nutrição.

ATTRACTIVENESS AND PALATABILITY OF LIQUID AND DRY PROTEIN HYDROLYSATES AND AMINO ACIDS FOR DOURADO FINGERLINGS

(*Salminus brasiliensis*)

ABSTRACT

This study was carried out to determine the palatability of Dourado fingerlings (*Salminus brasiliensis*) fed diets containing different hydrolyzed liquid and dry proteins, whole protein, and amino acids compared to fish meal. Two experiments were carried out: In the first one, the objective was to compare the attractiveness and palatability of liquid hydrolysates compared to fishmeal, for which six experimental diets were formulated containing 10% fishmeal inclusion (FM; positive control), 5% inclusion of liquid porcine mucosa protein hydrolysate (PMH), 5% inclusion of liquid chicken protein hydrolysate (CPH) and 5% inclusion of a blend of liquid chicken protein hydrolysate and liquid porcine mucosa protein hydrolysate (CPH+PMH), 5% inclusion of a Scanbio commercial hydrolysate (SCH) and 5% inclusion of a VNF commercial hydrolysate (VFH). Twelve fingerlings (5.51 ± 0.41 g) were distributed in 12 aquariums with a capacity of 22 liters, and the animals were fed six times a day, by means of a previous and random selection of the offered diets. Eight pellets were offered per feed and the following behaviors were verified in the three-minute filming: time to capture the first pellet, number of rejections, number of approaches without pellet capture, and number of pellets consumed. To calculate the palatability index (PI) the equation was used: $PI = ((R-C)/(R+C))*100$ (where R is the number of pellets consumed of the feed tested and C is the number of pellets consumed of the control feed. It was found that the diet containing porcine mucosa protein hydrolysate (PMH) with an index of 8.22% and VNF commercial hydrolysate (VFH) with an index of 0.61% have a positive palatability index in relation to the positive control (FM), the other foods obtained negative index (SCH -0.78%, CPH-3.16%, and PMH+CPH -3.32%). Thus, it can be considered that the liquid hydrolysates tested, according to the palatability index, are satisfactory substitutes, in terms of palatability, for fish meal. The second experiment was carried out with the objective of comparing the attractiveness and palatability of dry protein hydrolysates (chicken protein hydrolysate and tilapia protein hydrolysate), whole protein (viscera meal), and the amino acids DL-methionine and monosodium glutamate, in comparison with fish meal in the diet of dourado (*Salminus brasiliensis*). Six experimental diets were formulated containing: 10%

inclusion of tilapia meal (TM; positive control), 10% inclusion of chicken offal meal (COM), 10% inclusion of chicken protein hydrolysate (CPH), 10 % inclusion of tilapia protein hydrolysate (TPH), 6% inclusion of DL-methionine and 6% inclusion of monosodium glutamate. Twelve fingerlings (8.33 ± 1.81 g) were distributed in 12 aquariums with a capacity of 22 liters, the animals were fed six times a day, by means of a previous and random selection of the offered diets. Fifteen pellets were offered per feed and the following behaviors were observed in the three-minute filming: time to capture the first pellet, number of pellet rejections, number of approaches without pellet capture, and number of pellets consumed. Among the diets offered, three feeds reached a positive index in relation to the positive control (TM), Chicken Protein Hydrolysate (CPH) with an index of 7.86%, Tilapia Protein Hydrolysate (TPH) with an index of 7.82%, and Viscera Meal (VM) with an index of 0.89%, the other foods had a negative index, Methionine (MET) with an index of -34.44% and Glutamine (GLU) with an index of -35.48%. Feeds with the inclusion of protein hydrolysates (CPH, TPH), tilapia meal, and viscera meal showed statistical differences ($P > 0.05$) in relation to diets containing the inclusion of DL-methionine and glutamic acid. It is concluded that the tested dry hydrolysates and the viscera meal are favorable substitutes in relation to meal and fish for dourado (*Salminus brasiliensis*). Finally, mathematical modeling was carried out for the attractiveness and palatability of dourado. The proposed model (IAP) took into account more behaviors, different from the equation used previously (PI). The parameters used were: total capture time of the pellets offered, time of capture of the first pellet, amount of pellet ingestion, and amount of pellet rejection. To evaluate the equation, experimental data from Chapters 1 and 2 of this work were used. Changes were observed in the IAP, in relation to the equation proposed above. The feed containing the Scanbio commercial hydrolysate PI negative (-0.78%), with the equation proposed in this work, occupies the second place of preference (26.96%). The experimental data contained in Chapter 2 remained with a statistical difference, however, there was a change in the order of preference. The positive control diet (TM) had a neutral palatability index (0.00%) in the previous equation, and it has 57.16% of IAP in the proposed equation, moving from the fourth to the third position in preference. The mathematical model IAP found proved to be efficient for the experimental data referring to studies of attractiveness and palatability carried out with dourado.

Keywords: aquaculture; food attractant; behavior; nutrition.

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

SUMÁRIO

Introdução	10
Objetivos.....	12
Geral.....	12
Específicos	12
Capítulo 1. Atratividade e palatabilidade de hidrolisados líquidos para alevinos de Dourado (<i>Salminus brasiliensis</i>)	18
Introdução	19
Materiais e Métodos	22
Resultados	29
Discussão	30
Considerações Finais	31
Referências Bibliográficas	32
Capítulo 2. Avaliação de atratividade e palatabilidade de hidrolisados secos, aminoácidos e proteína animal para alevinos de Dourado (<i>Salminus brasiliensis</i>).40	
Introdução	41
Materiais e Métodos	44
Resultados	51
Discussão	53
Considerações Finais	54
Referências Bibliográficas	55
Capítulo 3. Modelagem matemática da atratividade e palatabilidade de alevinos de Dourado (<i>Salminus brasiliensis</i>)	64
Introdução	65
Materiais e Métodos	67
Resultados.....	69

Discussão	72
Considerações Finais	74
Referências Bibliográficas	74

Introdução

As atividades econômicas relacionadas a área de zootecnia e recursos pesqueiros são de extrema importância para a economia em quase todos os países do mundo. Segundo FAO (2020) nos últimos anos houve um grande aumento no cultivo e consumo de peixes, e a aquicultura é responsável por 46% dessa produção total, sendo desses 52% para o consumo humano. O aumento no cultivo e comercialização vem gerando investimento financeiro na pesquisa e na demanda de profissionais para atender essa produção.

De acordo com relatório da FAO (2020) estima-se que o Brasil deva aumentar consideravelmente em termos de produção aquícola. O estudo mostra que a produção brasileira será a maior sul-americana ficando a frente de países como a Argentina, isso devido aos investimentos realizados no setor, com um aumento considerável de sua produção até 2030, cerca de 12.9%. A criação de peixes é a área da produção animal que mais se desenvolve no Brasil. Para atender à expansão desta agroindústria, as técnicas de produção demandam maior nível de intensificação (Furuya, 2010).

Mesmo com o aumento dos estudos na área da piscicultura, pouco se é voltado aos peixes nativos. Segundo Cyrino & Fracalossi (2012) a partir da década de 90 houve um crescimento na produção de espécies nativas, a partir do aumento nos números de pesca esportiva. Mas outras qualidades dessas espécies têm sido evidenciadas, como qualidade da carcaça, aceitação pelo consumidor e preço de mercado (Lorenz, 2017; Weingartner & Zaniboni-Filho, 2013). Dentre esses peixes, encontra-se o Dourado (*Salminus brasiliensis*), com ampla distribuição geográfica, situado principalmente na América do Sul, habitando os rios Paraná, Paraguai e Uruguai, os segmentos da Bacia da Prata, bem como, na Bacia do Rio São Francisco (Daikiri, 2013; Fracalossi et al., 2004). Conhecido por ser o rei dos rios e por sua agressividade na pesca esportiva, o Dourado é um peixe com coloração amarelo-Dourado e nadadeiras alaranjadas, e de hábito alimentar carnívoro (Rodrigues & Menin, 2006).

Uma das limitações para a criação do Dourado é seu hábito alimentar, o qual exige uma dieta altamente protéica (40%) e com proteínas de qualidade, o que resulta no

aumento do custo com sua alimentação (Shiau & Lan, 1996; Flora et al., 2010). Além disso, devem-se encontrar meios para que a ração se torne mais atrativa e palatável especificamente para esta espécie (Hattori et al., 2021).

Na aquicultura a alimentação representa alto custo operacional, sendo os ingredientes proteicos responsáveis pela maior parte desse custo (Boscolo et al., 2005; Furuya, 2010; Zho & Yue, 2012). A exigência de alimento proteico palatável de alto valor nutricional torna a dieta dos peixes carnívoros altamente dependente da farinha de peixe (Lorenz, 2017). Porém com o aumento da produção aquícola prevê-se que o fornecimento de farinha de peixe no futuro diminua ou permaneça constante. Essa indisponibilidade no mercado tem elevado seu preço (Merino et al., 2010; Silva et al., 2017).

Os subprodutos agroindustriais são considerados relevantes na nutrição animal, por possuírem baixo custo, disponibilidade e boa qualidade biológica (Oliveira, 2020; Mullen et al., 2017; Silva et al., 2017). Hidrolisados de subprodutos da indústria animal são alimentos de alta qualidade que podem substituir a farinha de peixe nas rações para peixe (Lorenz, 2017), estes são produzidos a partir da quebra de proteínas por meio de ação enzimática ou por agentes químicos (Kristinsson & Rasco, 2000; Kristinsson, 2006; Passupuleti et al., 2010; Fries et al., 2011; Alves et al., 2019ab; 2020ab; Oliveira 2020).

Mas também há outros produtos como farinhas protéicas, aromatizantes e aminoácidos que podem ser candidatos para esta substituição, pois dietas ricas em farinha de peixe possuem um alto grau de palatabilidade, assim um dos entraves dessa substituição é verificar a aceitabilidade desses ingredientes para os peixes (Pereira da Silva & Pezzato, 2000; Kotzamanis et al., 2007). O que torna importante a procura por ingredientes que possam substituí-la sem perder a qualidade e aceitação do produto oferecido. A atratividade e palatabilidade esta ligada ao comportamento de aceitação do alimento pelo peixe.

Os peixes utilizam de todos os seus sistemas sensoriais para detectar, alcançar e consumir uma dieta, principalmente sua visão e quimiorreceptores, esses estão ligados a atração alimentar responsável pela percepção inicial dos alimentos em seu ambiente (Goli et al., 2015).

A partir do momento em que o alimento é capturado pelos peixes, este é retido em sua boca, assim são capazes de detectar e reconhecer substâncias agradáveis ao seu paladar, e tomar a decisão sobre engolir ou rejeitar o alimento, este fator está relacionado à palatabilidade (Lokkeborg et al., 2014; Olsen & Lundh, 2016; Pereira da Silva & Pezzato, 2000; Alves et al., 2020a).

Um das formas de quantificar a atratividade e a palatabilidade desses ingredientes é pela modelagem matemática. A modelagem matemática visa à transformação de situações reais em problemas matemáticos. Neste processo pode-se obter um modelo que descreve aproximadamente uma situação de diversas áreas do conhecimento (Bassanezi, 2002). A modelagem nos permite realizar previsões, tomar decisões, explicar e entender o mundo real (Biembengutt & Hein, 2003; Bassanezi, 2002).

Objetivos

Geral

Avaliar a atrato-palatabilidade de proteínas hidrolisadas líquidas e secas e de aminoácidos em dietas para alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*) em substituição a farinha de peixe. E construir um modelo matemático que envolve todos os comportamentos visuais ligados a atratividade e palatabilidade.

Específicos

- Determinar os índices de palatabilidade de dietas contendo a inclusão de proteínas hidrolisadas líquidas (proteína hidrolisada de frango, proteína hidrolisada de mucosa suína, proteína hidrolisada comercial VNF, proteína hidrolisada comercial Scanbio e um *blend* de proteína hidrolisada de frango e proteína hidrolisada de mucosa suína) para o Dourado, em comparação com a farinha de peixe;
- Determinar os índices de palatabilidade de dietas contendo a inclusão de hidrolisados proteicos secos (proteína hidrolisada de frango e proteína hidrolisada de tilápia), proteína animal (farinha de vísceras) e aminoácidos (DL-metionina e Monossódico) para o Dourado, em comparação com a farinha de peixe;

- Avaliar aspectos dos comportamentos alimentares de alevinos de Dourado alimentados com proteínas hidrolisadas e aminoácidos referentes ao tempo de captura do primeiro pélete (segundos), número de rejeição do pélete após captura, número de aproximação sem haver a captura do pélete, e número de péletes consumidos;
- Modelar e criar uma equação para o índice de palatabilidade e atratividade especificamente para o Dourado (*Salminus brasiliensis*).

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.; 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 attractusaqva® for nile tilapia juvenile Latin

American Journal of Aquatic Research. <http://dx.doi.org/10.3856/vol48-issue2-fulltext-2355>

BASSANEZI, R. C. (2002) Ensino - aprendizagem com Modelagem matemática. 3. ed. São Paulo: Contexto.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. (2003) Modelagem Matemática no Ensino. 3. ed. São Paulo: Contexto.

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.

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.

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

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

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, 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.

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>

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.

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

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

Merino, G.; Barange M.& Mullon, C. (2010) Climate variability and change scenarios for a marine commodity: modelling small pelagic fish, fisheries and fishmeal in a globalized market. *Journal of Marine Systems*,v.81, p. 196-205.

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

Oliveira, S. R.(2020). Atratividade e palatabilidade de diferentes proteínas hidrolisadas para a espécie ornamental *Betta splendens* (Regan, 1910).(Dissertação de Mestrado) Unioeste,Toledo.

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., & 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>

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

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, 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

Weingartner, M., & Zaniboni-Filho, E. (2013). Biologia e cultivo do Dourado, in: Bernardo Baldisseroto, Levy de Carvalho Gomes (Eds.), Espécies Nativas Para Piscicultura 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>

Artigo científico publicado na revista Aquaculture Research

CAPÍTULO 1. Atratividade e palatabilidade de hidrolisados líquidos para alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*)

Jahina Fagundes de Assis Hattori^{1,2}, Denis Rogério Sanches Alves^{1,3}, Suzana Raquel de Oliveira¹, Alessandra Aparecida de Sousa Almeida¹, Wilson Rogério Boscolo¹

¹ State University of West Paraná - UNIOESTE, Centre of Engineering and Exact Sciences, Toledo, Brazil

², Federal Technological University of Parana – UTFPR, Collegiate of the Mathematics Degree Course, Toledo, Brasil.

³ Federal University of Paraná – UFPR, Department of Engineering and Exact Sciences, (Sector Palotina), Palotina, Brazil.

Autor correspondente: Jahina Fagundes de Assis Hattori(jahinaf@utfpr.edu.br)

Resumo:

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de determinar a atratividade e palatabilidade de hidrolisados protéicos líquidos para Dourado (*Salminus brasiliensis*). Seis dietas experimentais foram formuladas contendo 10% de inclusão de farinha de peixe (FM; controle positivo), 5% de inclusão de proteína hidrolisada líquida da mucosa suína (SPH), 5% de inclusão de proteína hidrolisada líquida de aves (PPH) e 5% de inclusão de um *blend* de proteína hidrolisada líquida de aves proteína hidrolisada líquida da mucosa suína (SPH+PPH), 5% de inclusão de um hidrolisado comercial Scanbio (CHS) e 5% de inclusão de um hidrolisado comercial VNF (CHV). Doze alevinos (5.51 ± 0.41 g) foram distribuídos em 12 aquários com capacidade para 22 litros, sendo os animais alimentados seis vezes ao dia, por meio de sorteio prévio e aleatório das dietas ofertadas. Foram oferecidos 8 péletes por alimentação e na filmagem de três minutos foi verificado os seguintes comportamentos: tempo para capturar o primeiro pélete, número de rejeições, número de aproximação sem captura de pélete e número de péletes consumidos. Verificou-se que, a dieta contendo proteína hidrolisada de mucosa suína (SPH) com índice de 8.22% e hidrolisado VNF (CHV) com índice de 0.61% possuem índice de palatabilidade positivo em relação ao controle positivo (FM), as outras alimentações

obtiveram índice negativo, hidrolisado Scanbio (CHS) com índice de -0.78%, e a proteína hidrolisada de frango (PPH) com índice -3.16%, e o *blend* de proteína hidrolisada de frango e de Mucosa Suína (SPH+PPH) com índice de -3.32%. Assim pode-se considerar que os hidrolisados líquidos testados, de acordo com o índice de palatabilidade, são substitutos satisfatórios, em relação a palatabilidade e atratividade, para a farinha de peixe.

PALAVRAS-CHAVE

comportamento alimentar, estimulantes alimentares, hidrolisados, *Salminus brasiliensis*.

1.Introdução

A aquicultura é o setor de mais rápido crescimento na produção de alimentos, de acordo com FAO (2020) esta atividade representa 46% da produção mundial, e desses 52% são destinados à alimentação humana.

De acordo com relatório da FAO (2020), o Brasil é um dos países que relataram diminuição em capturas, e em termos de produção pesqueira, estima-se que o Brasil deva aumentar consideravelmente sua produção em 2030, com aumento de cerca de 12.9%. A criação de peixes é a área da produção animal que mais se desenvolve no Brasil. Para atender à expansão desta agroindústria, as técnicas de produção demandam maior nível de intensificação (Furuya, 2010).

Mesmo com o aumento da produção e dos estudos na área da piscicultura, pouco é estudado sobre peixes nacionais. Segundo Cyrino & Fracalossi (2012), a partir da década de 90 houve um crescimento na produção de espécies nativas, a partir do aumento nos números de pesca esportiva. Mas, recentemente outras qualidades dessas espécies têm sido evidenciadas, como qualidade da carcaça, aceitação pelo consumidor e preço de mercado (Weingartner & Zaniboni-Filho, 2013; Lorenz, 2017).

Dentre as espécies com potencial aceitação pelo mercado consumidor, temos o Dourado (*Salminus brasiliensis*), pertencente ao gênero *Salminus*, família Characidae, ordem dos Characiformes e classe Actinopterygii (Streit, 2006; Flora et al., 2010). Distribuído geograficamente principalmente na América do sul, habitando os rios Paraná, Paraguai e Uruguai, os segmentos da bacia da Prata, bem como, em Bacia do Rio São Francisco (Dairiki, 2013; Fracalossi et al., 2004).

É um peixe carnívoro de grande porte, podendo atingir mais de um metro de comprimento, possui desova anual total, ovos semidensos, e não apresentam cuidado parental (Vazzoller, 1996), com idade de maturação sexual em machos de 4 meses a 1 ano e em fêmeas de 2 a 3 anos, sua época de reprodução é entre outubro e janeiro. Ainda, as fêmeas da espécie atingem até 26Kg e os machos até 5Kg (Esteves & Pinto Lobo, 2001). Na literatura, são ausentes os valores de dados produtivos anuais.

Um dos entraves para o sucesso na criação do Dourado é seu hábito alimentar, o qual exige uma dieta altamente protéica (40%) e ainda, que estas proteínas sejam de alta qualidade, ou seja, contenham quantidades razoáveis de aminoácidos suficientes para realizar a síntese proteica, fato que resulta no aumento do custo com sua alimentação (Shiau & Lan, 1996; Flora et al., 2010). Além disso, devem-se encontrar meios para que a ração se torne mais atrativa e palatável especificamente para esta espécie.

Mesmo com o aumento da criação dessa espécie, comparando se com a tilápia, pesquisas em relação à nutrição do Dourado são pouco desenvolvidas. Fato que é destacado por Teixeira (2010), em que ainda é utilizada ração produzida para truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) nas pisciculturas, por ser um peixe também carnívoro, evidenciando a preocupação no avanço de trabalhos na área de nutrição para o Dourado.

Em formulações de dietas para organismos aquáticos são comuns estudos para o conhecimento da sua digestibilidade, desempenho e influência no crescimento (Zhou & Yue, 2012). Contudo, um estudo preliminar muitas vezes é negligenciado, é o de aceitação do ingrediente pelo animal. E um alimento somente será classificado como ideal se, além dos atributos relacionados, apresentar características organolépticas capazes de facilitar a detecção e estimular a ingestão (Alves et al., 2019).

Os peixes utilizam de todos os seus sistemas sensoriais para detectar, alcançar e consumir uma dieta, principalmente sua visão e quimiorreceptores, esses estão ligados a atração alimentar responsável pela percepção inicial dos alimentos em seu ambiente (Goli et al., 2015).

A partir do momento em que o alimento é capturado pelos peixes, este é retido em sua boca, assim são capazes de detectar e reconhecer substâncias agradáveis ao seu paladar, e tomar a decisão sobre engolir ou rejeitar o alimento, este fator está relacionado à palatabilidade (Lokkeborg et al., 2014; Olsen & Lundh, 2016; Pereira da Silva & Pezzato, 2000; Alves et al., 2020a). A palatabilidade se refere à aceitação do alimento

pelo peixe, ao pegar o alimento, na boca, o peixe decide, pelo sabor, se irá ingerir, rejeitar e a quantidade a ser consumida (Mearns, 1986; Pereira da Silva & Pezzato, 2000; Lokkeborg et al., 2014; Olsen & Lundh, 2016).

Mai (2010) conclui que o sistema olfativo e os olhos do Dourado têm um desenvolvimento expressivo já no período inicial da ontogenia, e os botões gustativos aparecem um pouco depois, mas ainda no período larval. Nos peixes as papilas gustativas são numerosas e estão em toda a cavidade bucal e em algumas espécies se encontram distribuídas também na superfície do corpo (Gomahr et al., 1992).

O que destaca a importância quanto a escolha dos ingredientes na formulação das rações, pois, além de contribuir para a palatabilidade e conseqüentemente para o consumo, a escolha pode afetar o custo final da dieta (Barroso et al., 2002; Glencroos et al., 2007; Alves et al., 2020a).

Um dos ingredientes mais utilizados como fonte de proteína de origem animal para a aquicultura é a farinha de peixe, entretanto, sua disponibilidade através dos anos terá seu fornecimento limitado, devido a diversos fatores, dentre eles a alta procura (Silva et al., 2017). Outro fator importante a ser considerado sobre o uso de proteínas em alimentos para peixes é o alto custo desses ingredientes sendo responsáveis por 40% a 70% dos custos totais (Boscolo et al., 2005; Furuya, 2010; Zhou & Yue, 2012).

Os subprodutos agroindustriais são considerados relevantes na nutrição animal, por possuírem baixo custo, disponibilidade e boa qualidade biológica (Oliveira, 2020; Mullen et al., 2017; Silva et al., 2017). Dentre estes produtos temos os hidrolisados protéicos, produzidos a partir da quebra de proteínas por meio de ação enzimática ou por agentes químicos (Kristinsson & Rasco, 2000; Kristinsson, 2006; Passupuleti et al., 2010; Fries et al., 2011; Alves et al., 2019ab; 2020ab; Oliveira 2020).

Os hidrolisados são compostos por frações solúveis e insolúveis, onde a solúvel é rica em proteínas, unidades peptídicas de diversos tamanhos e aminoácidos livres e a insolúvel é composta de proteínas não hidrolisadas e outros materiais insolúveis (Martone et al., 2005; Oliveira, 2020), podendo ser detectados pelo sistema gustatório dos peixes se tornando um atrativo alimentar (Halver & Hardy, 2002; Broggi et al., 2017; Oliveira, 2020).

Deste modo, essa pesquisa tem como finalidade propor a avaliação da incorporação de hidrolisados líquidos (Proteína Hidrolisada de Mucosa Suína, Proteína

Hidrolisada de Frango), *blend* (Proteína Hidrolisada de Mucosa Suína + Proteína Hidrolisada de Frango) e dois hidrolisado comerciais (VNF e Scanbio) em rações de Dourado (*Salminus brasiliensis*) quanto a atratividade e palatabilidade comparados à uma ração com farinha de peixe.

2. Materiais e Métodos

2.1 Ensaio

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura - GEMAQ, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, campus Toledo-PR, no 1º semestre de 2019. Os procedimentos presentes neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, conforme Certificado Experimental no Uso de Animais em Pesquisa N° 08/20.

2.2 Aquisição de ingredientes e formulação das dietas

Seis dietas foram produzidas, os hidrolisados utilizados foram fornecidos pela BRF Ingredient's (Concórdia/SC) Proteína Hidrolisada de Mucosa Suína e a Proteína Hidrolisada de Frango produzidos pela própria empresa, e foram obtidos por meio do processo de hidrólise enzimática e o grau de hidrólise foi realizado pelo método orto-ftalaldeído (OPA) (Nielsen et al., 2001), obtendo-se valores de 36% e 21%, respectivamente, para Proteína Hidrolisada de Mucosa Suína e Proteína Hidrolisada de Frango. Os hidrolisados comerciais Scanbio e VNF são originados da Noruega e Vietnã, respectivamente.

As seis dietas experimentais foram elaboradas atendendo as necessidades da espécie de acordo com o recomendado em (Fracolossi & Cyrino, 2013), vide (Tabela 1).

As dietas experimentais foram:

1. FM (controle positivo)= Dieta com inclusão de 10% de farinha de peixe;
2. SPH = Dieta com inclusão de 5% de proteína hidrolisada de mucosa suína;
3. PPH = Dieta com inclusão de 5% de proteína hidrolisada de frango;

4. SPH+PPH = Dieta com inclusão de 5% de um *blend* de proteína hidrolisada de mucosa suína e proteína hidrolisada de frango;
5. CHS = Dieta com inclusão de 5% de proteína hidrolisada comercial Scanbio;
6. CHV = Dieta com inclusão de 5% de proteína hidrolisada comercial VNF;

Para a inclusão dos hidrolisados líquidos foi avaliada a quantidade de matéria seca de cada hidrolisado e a partir desses dados foi realizada solubilização em água destilada para que todos apresentassem a mesma proporção de matéria seca.

2.3 Fabricação da ração

A produção da ração se iniciou com a seleção e mistura de todos os ingredientes sólidos, em seguida os ingredientes foram triturados 2 vezes: 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, Tatui-SP, Brasil). A mistura foi colocada em um misturador mecânico do tipo ‘Y’ (modelo MA 200, marca Marconi Equipamentos Laboratoriais, Piracicaba-SP, Brasil) e posteriormente umidificada com 23% de água para o processamento de extrusão. O processo de extrusão ocorreu em um equipamento modelo Ex-Micro com capacidade de produção de 10 kg h⁻¹ (marca Exteec Máquinas, Ribeirão Preto-SP, Brasil). Os péletes foram extrusados em forma de 1.3 mm de diâmetro. Posteriormente a este processo a ração foi levada para estufa (modelo TE-394/3-D, marca Tecnal Equipamentos Científico para Laboratórios, Piracicaba-SP, Brasil) por 24h a 55° para secagem.

Após a retirada da umidade foi realizado a inclusão de 5% dos hidrolisados avaliados na forma líquida, e esses foram incorporados por pulverização a uma ração (Tabela 1), após esta etapa a ração retornou ao misturado tipo ‘Y’ por 15 minutos para a distribuição homogênea do hidrolisado sobre a ração.

2.4 Análises químicas

As rações avaliadas foram analisadas quanto à porcentagem de proteína bruta, lipídeos, matéria seca, matéria mineral (segundo a metodologia apresentada pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2004) e energia bruta (determinada por meio de bomba calorimétrica (IKA[®] C2000) (Tabela 2). Essas análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Alimentos (LQA) do GEMAQ.

A composição de aminoácidos das proteínas hidrolisadas e das dietas utilizadas foram realizadas pelo método MA-009 (White et al., 1986; Hagen et al., 1989) por um laboratório comercial (CBO Análises Laboratoriais Ltda., Valinhos-SP) (Tabelas 3 e 4).

Tabela 1. Composição de dietas experimentais utilizadas na avaliação da atratividade e palatabilidade de alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*).

Ingredientes	Dietas					
	FM	SPH	PPH	SPH+PPH	CHS	CHV
Farelo de Soja 48% ^a	30.52	42.66	42.66	42.66	42.66	42.66
Farinha de milho	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Farinha de penas	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Farinha de peixe (55%) ^a	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Arroz quirera (8.5%) ^a	21.47	17.45	17.45	17.45	17.45	17.45
Farinha de sangue	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Suplemento multivitamínico	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fosfato Dicálcico	0.72	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Sal comum	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Calcário	0.18	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
Cloreto de colina (60%) ^d	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Vitamina C (35%) ^c	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Antifúngico (propionato de cálcio)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Antioxidante (BHT) ^e	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Hidrolisado protéico de mucosa suína	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hidrolisado protéico de frango	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00
Hidrolisado protéico de mucosa suína e de frango	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00
Hidrolisado Scanbio	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00
Hidrolisado VNF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00
Total	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Abreviações: FM (controle positivo), dieta contendo farinha de peixe; SPH, dieta contendo hidrolisado protéico de muco suína; PPH, dieta contendo hidrolisado protéico de frango; SPH+PPH, dieta contendo um *blend* de hidrolisado protéico de mucosa suína e hidrolisado protéico de frango; CHS, dieta contendo hidrolisado comercial Scanbio; CHV, dieta contendo hidrolisado comercial VNF.

a Proteína bruta.

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; folic acid 500 mg; calcium pantothenate 4.000 mg; vit. C 15.000 mg; biotin 50 mg;

Inositol 10.000 mg; nicotinamide 7.000 mg; choline 40.000 mg; cobalt 10 mg; copper 500 mg; iron 5.000 mg; iodine 50 mg; manganese 1.500 mg; selenium 10 mg; zinc 5.000 mg.

c Concentração de ácido ascórbico.

d Concentração de colina.

e Butilhidroxitolueno.

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

Parâmetros	Dietas					
	FM	SPH	PPH	SPH+PPH	CHS	CHV
Proteína bruta (%)	45.41	40.49	41.78	41.03	44.77	44.98
Matéria seca (%)	94.59	93.52	95.86	93.85	94.93	93.63
Matéria Mineral(%)	7.39	8.62	10.05	9.98	9.23	10.3
Energia bruta(kcal/kg)	4.333	4.360	4.252	4.161	4.216	4.197

Abreviações: FM (controle positivo), dieta contendo farinha de peixe; SPH, dieta contendo hidrolisado protéico de muco suína; PPH, dieta contendo hidrolisado protéico de frango; SPH+PPH, dieta contendo um *blend* de hidrolisado protéico de mucosa suína e hidrolisado protéico de frango; CHS, dieta contendo o hidrolisado comercial Scanbio; CHV, dieta contendo hidrolisado comercial VNF.

2.6 Metodologia

Para realização dos ensaios, foram utilizados doze aquários de vidro temperado com 22 litros de capacidade com tampa do mesmo material com orifício circular de 5 cm de diâmetro. Os aquários continham um alevino de Dourado cada, com peso de 5.51 ± 0.41 g, comprimento total de 8.41 ± 0.19 cm e comprimento padrão de 7.55 ± 0.39 cm. Cada aquário possuía um sistema de aeração, controle de temperatura com termostato de 15 watts individual. Para não comprometer o comportamento dos peixes com a movimentação no laboratório foi inserida uma capa de isopor ao redor da estrutura de aquários.

Tabela 3. Perfil de aminoácidos livres dos hidrolisados protéicos utilizados na avaliação da atratividade e palatabilidade de alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*), à base de matéria líquida. Os dados estão em porcentagem (%).

Composição química	Hidrolisados líquidos			
	SM	PH	SC	VNF
Ácido aspártico (%)	1.76	0.59	1.37	0.25
Ácido glutâmico (%)	1.94	1.88	1.53	0.86
Serina (%)	0.79	0.24	1.03	0.11
Glicina (%)	1.00	0.20	0.90	0.41
Histidina (%)	0.57	0.17	0.45	0.10
Taurina (%)	0.15	0.25	0.81	0.21
Arginina (%)	0.43	0.34	1.41	0.37
Treonina (%)	1.10	0.25	1.01	0.16
Alanina (%)	1.67	0.49	1.22	0.73
Prolina (%)	1.04	0.17	0.47	0.19
Tirosina (%)	1.31	0.34	0.96	0.25
Valina (%)	1.62	0.35	0.99	0.35
Metionina (%)	0.76	0.16	0.81	0.16
Cistina (%)	0.00	0.00	0.48	0.00
Isoleucina (%)	1.36	0.26	0.86	0.26
Leucina (%)	2.80	0.75	1.96	0.62
Fenilalanina (%)	1.32	0.43	1.07	0.38
Lisina (%)	1.73	0.62	1.61	0.60
Asparagina (%)	0.00	0.07	0.55	0.11
Glutamina (%)	0.00	0.00	0.00	0.00
Total (%)	21.35	7.56	19.51	6.12

Abreviações: SM, hidrolisado protéico de mucosa suína; PH, hidrolisado protéico de frango; SC, hidrolisado comercial Scanbio; VNF, hidrolisado comercial VNF.

Tabela 4. Aminoácidos livres detectados em dietas experimentais utilizadas na avaliação da atratividade e palatabilidade de alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*), à base de matéria seca. Os dados estão em porcentagem (%).

Composição química	Dietas					
	FM	SPH	PPH	SPH+PPH	CHS	CHV
Ácido aspártico (%)	0.02	0.08	0.03	0.04	0.05	0.02
Ácido glutâmico (%)	0.04	0.14	0.06	0.07	0.09	0.04
Serina (%)	0.01	0.05	0.01	0.02	0.03	0.01
Glicina (%)	0.01	0.06	0.01	0.02	0.04	0.02
Histidina (%)	0.02	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02
Taurina (%)	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02
Arginina (%)	0.07	0.11	0.09	0.09	0.13	0.01
Treonina (%)	0.00	0.06	0.01	0.02	0.03	0.01
Alanina (%)	0.02	0.1	0.03	0.04	0.06	0.04
Prolina (%)	0.02	0.07	0.02	0.03	0.03	0.02
Tirosina (%)	0.01	0.08	0.02	0.03	0.05	0.02
Valina (%)	0.01	0.09	0.02	0.03	0.04	0.02
Metionina (%)	0.00	0.04	0.01	0.01	0.03	0.01
Cistina (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Isoleucina (%)	0.01	0.07	0.01	0.02	0.03	0.02
Leucina (%)	0.01	0.13	0.03	0.05	0.07	0.03
Fenilalanina (%)	0.01	0.07	0.02	0.03	0.04	0.02
Lisina (%)	0.01	0.1	0.03	0.04	0.06	0.03
Asparagina (%)	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00
Glutamina (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total (%)	0.29	1.35	0.46	0.59	0.88	0.46

Abreviações: FM (controle positivo), dieta contendo farinha de peixe; SPH, dieta contendo hidrolisado protéico de mucosa suína; PPH, dieta contendo hidrolisado protéico de frango; SPH+PPH, dieta contendo um *blend* de hidrolisado protéico de mucosa suína e hidrolisado protéico de frango; CHS, dieta contendo o hidrolisado comercial Scanbio; CHV, dieta contendo hidrolisado comercial VNF.

Para análise da qualidade da água foram realizadas coletas de parâmetros durante todo o período experimental. Os parâmetros coletados foram: temperatura da água, pH e o oxigênio dissolvido, para medição foi utilizado o multiparâmetro modelo YSI® Professional Series. As características físicas obtidas são: temperatura média de 28.63 ± 0.27 °C; o pH, 7.32 ± 0.025 ; a amônia total, 0.58 ± 0.39 ppm; a amônia tóxica, 0.004 ± 0.0001 ppm; e oxigênio dissolvido, 4.74 ± 0.39 mg L⁻¹.

Cinco dias antes do início do experimento, os peixes foram submetidos a um período de treinamento, para que os animais pudessem adaptar-se a presença humana, e para quantificar o número de pellets necessário até saciedade aparente. Os peixes foram alimentados com a ração controle positivo (FM) de diâmetro do pellet de 1.2 mm durante a adaptação.

Após o período de adaptação teve início os ensaios de atratividade e palatabilidade, para cada peixe foi realizado um sorteio aleatório do tratamento, os 6 tipos de alimentos avaliados foram oferecidos para todos os peixes durante o dia, nos horários 8h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h. A alimentação foi filmada por um período de 3 minutos com uma câmera modelo Go Pro 5 Black 4K Ultra HD, assim que a ração foi introduzida nos tanques de observação.

O ensaio teve a duração de 12 dias, obtendo 864 filmagens (12 peixes x 6 alimentações, 72 ensaios ao dia). Sendo registrados: (a) o tempo de chegada dos animais aos comedouros, (b) frequência de visitas aos comedouros, (c) quantidade de pellets ingeridos, (d) frequência de ejeções/regurgitações dos pellets. Os vídeos foram avaliados por um observador visualmente. Respectivamente foi calculado o índice de palatabilidade de acordo com a metodologia de (Kasumyan & Morsi, 1996; Kasumyan & Doving, 2003; Kasumyan & Sidorov, 2012) em porcentagem.

2.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA) a 5% de significância, e para comparação das médias, foi utilizado o teste de Tukey. Antes das análises, foi verificada a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, bem como a homogeneidade das variâncias (Teste de Levene). As análises foram realizadas no software Statistic 7.1.

3. Resultados

Comparando primeiramente os índices de palatabilidade indicado por (Kasumyan & Morsi, 1996; Kasumyan & Doving, 2003; Kasumyan & Sidorov, 2012) temos duas alimentações com índice positivo em relação à ração controle positivo (FM), Mucosa Suína (HPM) com índice de 8.22% e VNF (CHV) com índice de 0.61%, as outras alimentações obtiveram índice negativo, Scanbio (HPS) com índice de -0,8%, Proteína Hidrolisada de Frango (PPH) com índice -3.16%, e o *blend* de PPH+MS (SPH+PPH) índice de -3.32%.

Tabela 5. Valores médios do teste de atratividade-palatabilidade de diferentes hidrolisados protéicos para alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*), em comparação com farinha de peixe (controle positivo).

Tratamentos	Índice de palatabilidade (%)	Péletes consumidos(%)	Número de rejeições depois da captura do pélete	Número de aproximações sem captura de pélete	Tempo de captura do primeiro pélete (s)
FM	0.00	52.00+7.75 a	1.61+0.62	1.03+0.54	7.65+6.58 ab
SPH	8.22	52.25+10.00 a	1.34+0.54	1.22+0.57	6.42+5.96 ab
PPH	-3.16	41.12+9.12 b	1.32+0.54	1.36+0.66	10.65+11.56 b
SPH+PPH	-3.32	42.37+7.00 ab	1.71+0.74	1.42+0.70	4.26+5.56 ab
CHS	-0.78	43.87+9.62 ab	1.50+0.64	1.01+0.54	2.31+2.67 a
CHV	0.61	46.12+7.00 ab	1.90+0.91	1.57+0.61	5.49+6.03 ab

Abreviações: FM (controle positivo), dieta contendo farinha de peixe; SPH, dieta contendo hidrolisado protéico de mucosa suína; PPH, dieta contendo hidrolisado protéico de frango; SPH+PPH, dieta contendo um *blend* de hidrolisado protéico de mucosa suína e hidrolisado protéico de frango; CHS, dieta contendo o hidrolisado comercial Scanbio; CHV, dieta contendo hidrolisado comercial VNF.

Quanto às análises de dados de atratividade e palatabilidade, temos diferença significativa ($P > 0.05$) para os parâmetros de ingestão e tempo de captura do 1º pellet, vide (Tabela 5).

Em relação ao consumo de péletes temos diferença significativa entre as dietas FM, SPH e a PPH. As dietas SPH+PPH, CHS e CHV não impetraram diferença significativa em relação a demais dietas.

Em relação ao número de rejeição e número de aproximação não houve diferença significativa, mas podemos destacar que a menor rejeição foi o PPH e o maior foi o CHV. O *blend* de SPH+PPH foi a que teve maior número de aproximações e o menor número de aproximações foi o CHS.

Em relação ao tempo de captura temos diferença estatística entre o CHS 2.31 ± 2.67 que obteve o menor tempo de captura do 1º pellet e o PPH com maior tempo de captura do 1º pellet 10.65 ± 11.56 .

4. Discussão

A dinâmica no comportamento alimentar dos peixes está ligada diretamente aos sentidos, e nos animais, esses estão diretamente ligados a atração e palatabilidade de alimentos. Contudo, nem todas as espécies de peixes são atraídas (ou repelidas) pelos mesmos alimentos, principalmente se falando em sua composição aminoacídica. Os aminoácidos livres podem determinar a atração do peixe por determinado alimento. (Kasumyan & Morsi, 1996; Kasumyan, 1997; Kasumyan & Doving, 2003; Hara, 2011; Kasumyan & Sidorov, 2012; Lokkeborg et al., 2014; Siikavuopio et al., 2017; Alves et al., 2019, Olsen & Lundh, 2016; Moraes, 2016; Alves et al., 2020a).

Kasumyan (1997), ao testar a palatabilidade e atratividade de alguns aminoácidos em 10 espécies de peixes de hábitos alimentares diferentes, concluiu que alguns dos aminoácidos que possuem um efeito estimulador para a maioria dos peixes são a alanina, ácido glutâmico e ácido aspártico. No presente estudo, tanto os hidrolisado de mucosa suína como a ração que contém o hidrolisado de mucosa suína (SPH), esses aminoácidos se apresentam em maior porcentagem dentre as rações testadas (Vide Table 3 e Table 4).

Trabalhos com o uso de hidrolisados como atrativo alimentar para peixes vem demonstrando resultados favoráveis à sua inclusão, em pesquisa realizada por Broggi et al. (2017), alimentos contendo proteína hidrolisada de sardinha contribuíram na ingestão para o jundiá (*Rhamdia quelen*). Os resultados obtidos por Alves et al. (2019a) de palatabilidade e atratividade para a tilápia do Nilo, com a inclusão de 5% de hidrolisados de aves, apontam o aumento do consumo de ração em comparação a farinha de peixe e ainda, a proteína hidrolisada de frango e proteína hidrolisada de mucosa suína incrementam em 10% o consumo em relação a dieta contendo farinha de peixe.

Em estudo posterior Alves et al. (2020a) ao comparar seus resultados ao Alves et

al. (2019a) observa que hidrolisados líquidos possuem menor porcentagem de aminoácidos livres e apontaram menores índices de palatabilidade para a tilápia do Nilo.

Fries et al. (2011), afirma em estudo que, o uso de hidrolisados cárneos proteicos apresentaram elevada atrato-palatabilidade em juvenis de kinguio (*Carassius auratus*).

Oliveira (2020), em ensaio de atrato-palatabilidade envolvendo juvenis de *Betta splendens* com 4 hidrolisados de aves e suínos em comparação com a farinha de tilápia, concluiu que todos os hidrolisados testados em comparação a farinha de peixe obtiveram maiores valores para atratividade e palatabilidade e que o maior índice de atratividade e palatabilidade foi encontrado para a proteína hidrolisada suína, com 14.29%, seguido da proteína hidrolisada de frango que apresentou 12.46%, e o menor resultado foi para a farinha de tilápia com 10.33%.

Nos ensaios de atratividade e palatabilidade realizados para o Dourado, verificou-se uma predileção pela ração com a inclusão do hidrolisado de mucosa suína (SPH), com índice de palatabilidade de 8.22% e com maior nível de aminoácidos livres (1.35%) se comparada às demais rações testadas, a proteína hidrolisada de Mucosa Suína possui também o maior número de aminoácidos livres (21.35%). A dieta (SPH) possui também a maior energia entre as rações 4.360 Kcal.kg⁻¹.

Temos respectivamente o (CHV) com índice de palatabilidade de 0.22%, todos os outros hidrolisados obtiveram índice de palatabilidade negativa e o hidrolisado com pior índice de palatabilidade foi o *blend* de proteína hidrolisada de frango e mucosa suína (SPH+PPH) com índice de -3.32%.

Com estes trabalhos concluímos que os hidrolisados proteicos são substitutos adequados em relação à farinha de peixe a respeito da atratividade e palatabilidade para o Dourado.

Considerações Finais

As dietas analisadas nessa pesquisa, comparadas a ração controle, podem ser utilizadas para o Dourado (*Salminus brasiliensis*) sem alterar o índice de palatabilidade e o comportamento alimentar desta espécie.

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

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.

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 tilápias 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>.

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.

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

Esteves K.E., & Pinto Lobo A.V. (2001). Feeding pattern of *Salminusmaxillosus* at Cachoeiras de Emas, Mogi Guaçu river (São Paulo State Southeast Brazil). Rev. Bras. Biol. 61:267-276.

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

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

Fracalossi, D.M., & Cyrino, J.E.P.(2013) Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aqüicultura 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, *Rhamdiaquelen*, 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. (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>

Goli, S., Jafari, V., Ghorbani, R., & Kasumyan, A. (2015). Taste preferences and taste thresholds to classical taste substances in the carnivorous fish, Kutum rutilus frisiikutum (TELEOSTEI: CYPRINIDAE). *Physiology&Behavior* 140:111–1171. Doi:10.1016/j.physbeh.2014.12.022.

Gomahr, A., Palzenberger, M., &Kotrschal, K. (1992) Densidade e distribuição de papilas gustativas externas em ciprinídeos. *Environ Biol Fish* 33, 125-134. <https://doi.org/10.1007/BF00002559>

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.

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

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>.

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.

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

Mai, M. G. (2010). Estudo da ontogenia e da alimentação inicial de larvas de peixes, com destaque em Dourado *Salminus brasiliensis* (Characiformes, Characidae). (Tese de doutorado) UFSCar, São Carlos.

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

Morais, 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

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>

Oliveira, S. R. (2020). Atratividade e palatabilidade de diferentes proteínas hidrolisadas para a espécie ornamental *Bettasplendens* (Regan, 1910). (Dissertação de Mestrado) Unioeste, Toledo.

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

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., &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>

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

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, 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

Siikavuopio, SI, James, P., Stenberg, E., Evensen, T., &Saether, BS (2017). Avaliação do hidrolisado protéico de subproduto da indústria pesqueira para inclusão na isca napesca com palangre e em panela do bacalhau atlântico. *Pescas Research* , 188 , 121–124. Doi:10.1016/j.fishr es.2016.11.02

Streit A.A.R. (2006). Efeito da exposição crônica a amônia (NH₃) no crescimento e nas Aminotransferases de juvenis de Dourado *Salminus brasiliensis*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 34p.

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

Vazzoler, A.E.A. de M. (1996) Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: Eduem/SBI, Ed. Da Universidade Estadual de Maringá e Sociedade Brasileira de Ictiologia. 169p.

Weingartner, M., & Zaniboni-Filho, E. (2013). 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. Journal of Automatic Chemistry, 8, 170-177. <http://doi.org/10.1155/S1463924686000330>

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>

Artigo científico aguardando correções para ser submetido na revista Aquaculture research.

CAPÍTULO 2. Atratividade e palatabilidade de hidrolisados secos, farinha de vísceras, metionina e glutamina para alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*)

Jahina Fagundes de Assis HATTORI^{1,2}, Denis Rogério Sanches ALVES^{1,3}, Suzana Raquel de OLIVEIRA¹, Juliana Hösel de CARVALHO¹, Alessandra Aparecida de Sousa ALMEIDA¹, Márcia Regina Piovesan^{1,2}, Altevir Signor¹, Fábio Bittencourt¹, Wilson Rogério BOSCOLO¹

¹Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Brasil.

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Brasil.

³Departamento de Engenharia e Exatas, Universidade Federal do Paraná, Palotina, Brasil.

Autor correspondente: Jahina Fagundes de Assis Hattori (jahinaaassis@gmail.com)

Resumo:

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de comparar a atratividade e palatabilidade de hidrolisados protéicos secos, uma proteína íntegra e aminoácidos na dieta do Dourado (*Salminus brasiliensis*) em comparação a uma farinha de peixe. Seis dietas experimentais foram formuladas contendo: 10% de inclusão de farinha de tilápia (TM; controle positivo), 10% de inclusão de farinha de vísceras (VM), 10% de inclusão de proteína hidrolisada de frango (PHP), 10% de inclusão de proteína hidrolisada de tilápia (THP), 6% de inclusão de DL-metionina e 6% de inclusão de ácido glutâmico. Doze alevinos (8.33 ± 1.81 g) foram distribuídos em 12 aquários com capacidade para 22 litros, os animais foram alimentados seis vezes ao dia, e as dietas foram disponibilizadas por meio de sorteio prévio e aleatório. Foram oferecidos 15 péletes por alimentação e, na filmagem de três minutos, observaram-se os seguintes comportamentos: tempo para capturar o primeiro pélete, número de rejeições de pélete, número de aproximação sem captura de pélete e número de péletes consumidos. Das dietas ofertadas, três alimentações alcançaram índice de palatabilidade positivo em relação à ração controle positivo (TM), Proteína Hidrolisada de Frango (PHP) com índice de 7.86%, Proteína Hidrolisada de

Tilápia (THP) com índice de 7.82% e Farinha de Vísceras (VM) com índice de 0.89%, as outras alimentações obtiveram índice negativo, Metionina (MET) com índice de -34.44% e Glutamina (GLU) com índice -35.48%. As alimentações com a inclusão de hidrolisados protéicos PPH e THP e farinha de vísceras, obtiveram diferenças estatísticas ($P < 0,05$) em relação as dietas contendo a inclusão de DL-metionina e Ácido glutâmico. Assim pode-se considerar que os hidrolisados secos e a farinha de vísceras são substitutos satisfatórios, considerando a palatabilidade, em relação a farinha de peixe.

PALAVRAS-CHAVE

Comportamento alimentar, estimulantes alimentares, farinha protéica, aminoácidos.

1.Introdução

A aquicultura passa por um rápido crescimento e desenvolvimento ao longo das últimas décadas, essa atividade representa 46% da produção mundial, e desses 52% são destinados ao consumo humano. No Brasil a criação de peixes é a produção animal que mais se desenvolve no país, e estima-se que esse crescimento deva alcançar 12.9% até 2030 (FAO,2020). A mão de obra especializada e pesquisas em técnicas de produção são importantes para a expansão desta agroindústria (Furuya, 2010).

Com o aumento de pesquisas na área de aquicultura e da demanda de produção e consumo de peixes, é necessário analisar as características para a produção de espécies nativas em potencial. Relatam Cyrino & Fracalossi (2012) que, na década de 90, algumas espécies nacionais dentre elas o Dourado (*Salminus brasiliensis*) tiveram interesse de produção justificado tanto pela pesca esportiva, quanto por outros atributos como boa aceitação pelo consumidor, bom preço e boa qualidade de carcaça (Weingartner & Zaniboni-Filho, 2013; Lorenz, 2017).

Com grande potencial de aceitação e de comercialização, o Dourado (*S. brasiliensis*) é uma espécie nativa encontrado nas bacias dos rios Paraná, Paraguai, Uruguai e nos rios bolivianos: Mamoré e Alto do Chaparé (Lorenz 2017). Essa espécie é pertencente ao gênero *Salminus*, família Characidae, ordem dos Characiformes e classe Actinopterygii (Streit, 2006; Flora et al., 2010; Hattori et al., 2021). São conhecidas quatro espécies para o gênero: *S. affinis* (Steindachner, 1880), *S. hillari* (Valenciennes, 1850), *S. Franciscanus* (Lima & Britsky, 2007) e *S. brasiliensis* (Cuvier, 1816), segundo Weingartner & Zaniboni-Filho, (2013) este último é considerado com maior potencial de

criação.

S. brasiliensis é um peixe de coloração amarelo-dourada, nadadeiras alaranjadas e de hábito alimentar carnívoro, de preferência piscívora e predador (Rodrigues & Menin, 2006). De grande porte, podendo atingir mais de um metro de comprimento, as fêmeas alcançam até 26kg e os machos até 5 kg (Esteves & Pinto Lobo, 2001; Hattori et al. 2021). Com idade de maturação nas fêmeas de 2 a 3 anos e nos machos de 4 meses a 1 ano, o Dourado possui desova anual total, ovos semi densos e não apresentam cuidado parental (Vazzoller, 1996; Esteves & Pinto Lobo, 2001). O sistema olfativo e os olhos do Dourado têm um desenvolvimento expressivo no período inicial da ontogenia, e os botões gustativos parecem um pouco depois, mas ainda no período larval (Mai, 2010).

O Dourado é uma espécie que apresenta características desejáveis para a criação como rápido desenvolvimento inicial, aceitação a dietas artificiais e rusticidade (Flora et al., 2010; Souza et al., 2008; Weingartner & Zanboni-Filho, 2010). A expansão da produção dessa espécie segundo (Furuya, 2001; Zaniboni Filho et al., 2000; Donadelli, 2014) está atrelada a dois problemas: 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 quantidades razoáveis de aminoácidos para realizar a síntese proteica, fato que resulta no aumento do custo com sua alimentação (Shiau & Lan, 1996; Flora et al., 2010).

Devido ao seu exigente hábito alimentar, segundo Hattori et al., (2021), devem-se encontrar meios para que as rações tornem se mais atrativas e palatáveis para a espécie. Em organismos aquáticos um alimento somente será considerado ideal se, além de fatores como digestibilidade, desempenho e influência no crescimento forem positivos, o animal também aceitar satisfatoriamente os ingredientes do mesmo, ou seja, além dos atributos relacionados, apresentar características organolépticas capazes de facilitar a detecção e estimular a ingestão (Alves et al., 2019).

Para detectar e alcançar um alimento os peixes utilizam os seus sistemas sensoriais, no caso do Dourado evidenciam-se sua visão e quimiorreceptores dispersos por seu corpo, estes sentidos são os responsáveis pela percepção inicial da dieta em seu ambiente. (Goli et al., 2015). Ao capturar um alimento, os peixes o retêm na boca e a partir daí detectam e reconhecem substâncias aprazíveis ao seu paladar, e neste momento

eles decidem sobre engolir ou rejeitar o alimento e qual a quantidade será ingerida, este movimento está ligado à palatabilidade, que se refere a aceitação do alimento pelo peixe (Mearns, 1986; Siikavuopio et al., 2014; Olsen & Lundh, 2016; Pereira da Silva & Pezzato, 2000).

Segundo Gomahr et al. (1992) as papilas gustativas e os quimiorreceptores são numerosos nos peixes e estão localizadas na cavidade bucal e em algumas espécies se encontram distribuídas também na superfície do corpo, como é o caso da espécie de interesse desta pesquisa. O que acarreta quanto a escolha de ingredientes de qualidade que contribuem para a palatabilidade, e conseqüentemente para o consumo, sem deixar de se preocupar com o custo final da dieta (Barroso et al., 2002; Glencroos et al., 2007; Alves et al., 2020a; Hattori et al., 2021).

Segundo Hattori et al. (2021) a farinha de peixe, é o ingrediente mais utilizado como fonte de proteína animal em rações para peixes. Sua produção é realizada através de peixes sem valor comercial ou de resíduos de processamento do pescado (Butolo, 2010). É um ingrediente de altíssima qualidade, a sua fração proteica é uma excelente fonte de aminoácidos essenciais, entretanto, a produção de farinha de peixe provinda da fauna pode ser prejudicada pela estagnação pesqueira, e redução dos estoques naturais (Donatelli, 2014).

Com a depleção dos estoques pesqueiros, a intensa utilização da farinha de peixe na aquicultura e ainda a necessidade em destinar resíduos provindos da indústria de abate de aves e suínos, nos últimos anos, houve um aumento nas pesquisas que visam a substituição da farinha de peixe por outros ingredientes. O Brasil é o segundo maior produtor de aves de corte do mundo e o quinto maior em produção de suínos (INDEXMUNDI, 2016), estas atividades podem gerar subprodutos agroindustriais que são considerados relevantes na nutrição animal, por possuírem baixo custo, disponibilidade e boa qualidade biológica. (Oliveira 2020; Mullen et al., 2017; Silva et al., 2017; Hattori et al., 2021). Dentre estes produtos podemos destacar a farinha de vísceras, obtida por meio do processamento de vísceras, cabeças, pés e resíduos de abatedouros (SINDIRAÇÕES, 2009; Donatelli, 2014).

Outros produtos que podem substituir a farinha de peixe e são desenvolvidos a partir de subprodutos industriais são os hidrolisados protéicos, produzidos a partir da quebra de proteínas por meio de ação enzimática ou por agentes químicos (Kristinsson &

Rasco, 2000; Kristinsson, 2006; Passupuleti et al., 2010; Fries et al., 2011; Alves et al., 2019 ab; 2020ab; Oliveira 2020). Os hidrolisados são compostos por frações solúveis, que são ricos em proteínas, unidades peptídicas de diversos tamanhos e aminoácidos livres, e insolúveis, que é composta de proteínas não hidrolisadas e outros materiais insolúveis (Martone et al., 2005; Oliveira 2020; Hattori et al., 2021), podendo ser detectados pelo sistema gustatório dos peixes se tornando um atrativo alimentar (Halver & Hardy, 2002; Broggi et al., 2017; Oliveira 2020; Hattori et al., 2021).

Alguns aminoácidos são considerados atrativos e palatáveis, já outros são dados como repulsivos. Hara (1994) ao testar 21 aminoácidos em 27 espécies (14 famílias e 20 gêneros) concluiu que os aminoácidos são substâncias que causam mais resposta gustativa para os peixes, sejam elas repulsivas ou atrativas.

Deste modo, essa pesquisa tem como finalidade propor a avaliação da incorporação de uma farinha protéica de origem animal (Farinha de vísceras), hidrolisados secos (Proteína Hidrolisada de Tilápia, Proteína Hidrolisada de Frango), e aminoácidos (glutamato monossódico e DL-Metionina) em rações para Dourado (*Salminus brasiliensis*) quanto a atratividade e palatabilidade comparados à uma ração com farinha de peixe (farinha de tilápia).

2. Materiais e Métodos

2.1 Ensaio

O ensaio foi realizado entre os meses de abril e maio de 2019, no Laboratório de Aquicultura do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura - GEMAQ, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *campus* Toledo-PR. Os procedimentos contidos neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, conforme Certificado Experimental no Uso de Animais em Pesquisa N° 10/20.

2.2 Aquisição de ingredientes e formulação das dietas

Foram formuladas e produzidas 6 dietas: 2 hidrolisados secos (PPH e Hidrolisado de peixe), 2 proteínas animais (Farinha de tilápia e Farinha de vísceras) e 2 aminoácidos (DL-Metionina e glutamato monossódico). O PPH e a Farinha de vísceras foram fornecidos pela BRF Ingredient's (Concórdia/SC), a Farinha de tilápia foi disponibilizada pela Sereia pescados indústria localizada em Toledo-PR, o Hidrolisado de peixe foi

produzido no GEMaQ durante a pesquisa realizada por Farias (2017). As seis dietas experimentais foram elaboradas atendendo as necessidades da espécie de acordo com o recomendado em (Fracolossi & Cyrino, 2013), vide (Tabela 1). As dietas experimentais foram:

1. TM (controle positivo) = Dieta com inclusão de 10% de farinha de tilápia;
2. VM = Dieta com inclusão de 10% de farinha de vísceras;
3. MET = Dieta com inclusão de 6% de DL-Metionina;
4. GLU = Dieta com inclusão de 6% de glutamato monossódico;
5. PPH = Dieta com inclusão de 10% de proteína hidrolisada de frango;
6. TPH = Dieta com inclusão de 10% de proteína hidrolisada de tilápia;

2.3 Fabricação da ração

A produção da ração se iniciou com a seleção e mistura de todos os ingredientes sólidos, em seguida os ingredientes foram triturados 2 vezes: 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). A mistura foi colocada em um misturador mecânico do tipo 'Y' (modelo MA 200, marca Marconi Equipamentos Laboratoriais, Piracicaba-SP, Brasil) e posteriormente umidificada com 23% de água para o processamento de extrusão. O processo de extrusão ocorreu em um equipamento modelo Ex-Micro com capacidade de produção de 10 kg h⁻¹ (marca Exteec Máquinas, Ribeirão Preto-SP, Brasil) com forma para péletes de 1.3 mm de diâmetro. Após o processo de extrusão a ração foi submetida a secagem em estufa (modelo TE-394/3-D, marca Tecnal Equipamentos Científico para Laboratórios, Piracicaba-SP, Brasil) por 24h a 55°. Posteriormente a sua secagem e resfriamento, as rações foram embaladas e armazenadas para a inferência dos testes de atratividade e palatabilidade e posteriores análises de composição centesimal.

2.4 Análises químicas das dietas

As rações avaliadas foram analisadas quanto à porcentagem de proteína bruta, matéria seca e matéria mineral (segundo a metodologia apresentada pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2004)) (Tabela 2). Essas análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Alimentos (LQA) do GEMaQ.

Tabela 1. Composição de dietas experimentais utilizadas na avaliação da atratividade e palatabilidade de alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*).

Ingredientes	Dietas					
	PPH	TPH	VM	TM	MET	GLU
Farinha de milho	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Farelo de soja 48% ^a	25.96	28.32	30.06	29.76	35.20	35.49
Farinha de penas	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Farinha de tilápia(55%) ^a	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00
Arroz quirera (8.5%) ^a	8.75	6.51	5.94	7.21	3.26	2.97
Farinha de sangue	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Suplemento multivitamínico	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fosfato Dicálcico	1.92	2.05	0.87	0.74	2.09	2.08
Sal comum	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Cloridato de Colina (60%) ^d	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Vitamina C (35%) ^c	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Calcário	1.27	1.02	1.03	0.19	1.35	1.36
Antifúngico (Propionato de cálcio)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Antioxidante (BHT) ^e	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Glutamato monossódico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
Farinha de vísceras	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00
DL-Metionina(99%)	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00
Hidrolisadoprotéico de frango	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hidrolisadoprotéico de tilápia	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100	100	100	100	100	100

Abreviações: PPH, dieta contendo hidrolisado protéico de frango; TPH, dieta contendo hidrolisado protéico de tilápia; VM, dieta contendo farinha de vísceras de aves; TM (controle positivo),dieta contendo farinha de peixe; MET dieta contendo DL-metionina; GLU, dieta contendo ácido glutâmico.

a Proteína bruta.

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; folic acid 500 mg; calcium pantothenate 4.000 mg; vit. C 15.000 mg; biotin 50 mg;

Inositol 10.000 mg; nicotinamida 7.000 mg; choline 40.000 mg; cobalt 10 mg; copper 500 mg; iron 5.000 mg; iodine 50 mg; manganese 1.500 mg; selenium 10 mg; zinc 5.000 mg.

c Concentração de ácido ascórbico.

dConcentração de colina.

e Butilhidroxitolueno.

A composição de aminoácidos das proteínas hidrolisadas e das dietas utilizadas foram realizadas pelo método MA-009 (White et al., 1986; Hagen et al., 1989) por um laboratório comercial (CBO Análises Laboratoriais Ltda., Valinhos-SP) (Tabelas 3 e 4).

2.5 Avaliação de atrato-palatabilidade

O ensaio de atratividade, palatabilidade e Índice de Palatabilidade foram realizados de acordo com Kasumyan & Morsi (1996), Kasumyan & Doving (2003), Kasumyan & Sidorov (2012), Alves et al. (2019), Oliveira et al. (2020) e Hattori et al. (2021) com adaptações. Foi utilizada para a verificação do índice de palatabilidade a equação proposta por Kasumyan & Morsi (1996), Kasumyan & Doving (2003) Kasumyan & Sidorov (2012), dado pela fórmula $IP = ((R-C)/(R+C))*100$, onde R é a ingestão do controle no dia e C a ingestão da ração a ser avaliada no mesmo dia.

Tabela 2. Composição química de dietas experimentais utilizadas na avaliação da atratividade e palatabilidade de alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*), com base na matéria seca.

Parâmetros	Dietas					
	PPH	TPH	VM	TM	MET	GLU
Proteína bruta (%)	39.55	38.09	38.91	37.90	35.61	34.48
Matéria seca (%)	94.84	91.69	91.64	92.24	95.93	93.98
Matéria mineral (%)	9.29	9.34	8.19	10.04	9.34	6.97

Abreviações: PPH, dieta contendo hidrolisado protéico de frango; TPH, dieta contendo hidrolisado protéico de tilápia; VM, dieta contendo farinha de vísceras; TM (controle positivo), dieta contendo farinha de peixe; MET dieta contendo metionina; GLU, dieta contendo ácido glutâmico.

2.6 Metodologia

Para realização do experimento, foram disponibilizados doze aquários de vidro temperado com 22 litros de capacidade com tampa do mesmo material com orifício circular de 5 cm de diâmetro. Os aquários continham um alevino de Dourado cada, com peso de 8.33 ± 1.81 g, comprimento total de 9.42 ± 0.58 cm e comprimento padrão de 8.52 ± 0.62 cm. Cada aquário possuía um sistema de aeração, controle de temperatura com termostato de 25 watts individual. Para não comprometer o comportamento dos peixes com a movimentação no laboratório foi inserida uma capa de isopor ao redor da estrutura de aquários.

Os parâmetros coletados para análise da qualidade da água foram: temperatura da água, pH e o oxigênio dissolvido, para medição foi utilizado o multiparâmetro modelo YSI® Professional Series. As variáveis apresentaram-se dentro da faixa ótima para a espécie: temperatura média de 29.16 ± 0.34 °C; o pH, 7.5 ± 0.26 ; a amônia total, 0.104 ± 0.12 ppm; a amônia tóxica, 0.0035 ± 0.005 ppm; e oxigênio dissolvido, 5.11 ± 0.58 mg L⁻¹.

Para iniciar o experimento os peixes foram submetidos a um período de cinco dias de treinamento, para que os animais pudessem adaptar-se a presença humana, ao laboratório e para quantificar o número de péletes necessários para a saciedade aparente. Os peixes foram alimentados com a ração contendo farinha de tilápia (TM) de diâmetro do pellet de 1.2 mm durante a adaptação.

Após este período se iniciou os ensaios de atratividade e palatabilidade. Para selecionar a ração que seria ofertada para cada peixe em cada horário foi realizado um sorteio aleatório de cada tratamento, os seis tipos de dietas avaliados foram oferecidos para todos os peixes durante o dia, nos horários 8h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h. Assim que a ração foi introduzida no aquário iniciou-se a filmagem com uma câmera modelo Go Pro 5 Black 4K Ultra HD por um período de três minutos.

O ensaio teve a duração de 12 dias, obtendo 864 filmagens (12 peixes x 6 alimentações, 72 ensaios ao dia). Foram registrados: (a) o tempo de chegada dos animais até os péletes, (b) frequência de visitas aos péletes, (c) quantidade de péletes ingeridos, e (d) frequência de ejeções/regurgitações dos péletes. Os vídeos foram avaliados por um observador visualmente e planilhados por um único observador. Respectivamente foi

Tabela 3. Perfil de aminoácidos totais das dietas utilizadas na avaliação da atratividade e palatabilidade para alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*). Os dados estão em porcentagem (%).

Composição química	Dietas					
	PPH	TPH	VM	TM	MET	GLU
Hidroxirolina (%)	0.16	0.24	0.26	0.27	0.05	0.04
Ácido aspártico (%)	3.97	4.04	4.03	3.39	3.97	2.95
Ácido Glutâmico (%)	5.16	5.32	5.37	4.89	5.36	6.92
Serina (%)	2.83	2.86	3.01	2.59	2.91	2.29
Glicina (%)	2.48	2.58	2.71	2.50	2.27	1.77
Histidina (%)	1.05	1.13	1.12	1.02	1,12	0.91
Taurina (%)	0.08	0.09	0.05	0.07	<0.01	<0.01
Arginina (%)	2.77	2.87	2.96	2.57	2.90	2.32
Treonina (%)	2.01	2.08	2.10	1.81	2.02	1.60
Alanina (%)	2.37	2.45	2.47	2.33	2.35	1.86
Prolina (%)	2.71	2.77	2.93	2.58	2.71	2.15
Tirosina (%)	1.24	1.27	1.29	1.15	1.24	1.01
Valina (%)	2.63	2.69	2.70	2.09	2.69	2.21
Metionina (%)	0.61	0.61	0.64	0.60	6.62	0.64
Cistina (%)	1.09	1.07	1.16	0.96	1.08	0.71
Isoleucina (%)	1.68	1.75	1.72	1.29	1.66	1.36
Leucina (%)	3.54	3.63	3.64	3.26	3.60	2.93
Fenilalanina (%)	2.27	2.31	2.32	2.06	2.36	1.89
Lisina (%)	2.34	2.45	2.32	2.12	2.26	1.80
Total (%)	40.99	42.21	42.80	37.55	47.18	35.36

Abreviações: PPH, dieta contendo hidrolisado protéico de frango; TPH, dieta contendo hidrolisado protéico de tilápia; VM, dieta contendo farinha de vísceras; TM (controle positivo),dieta contendo farinha de peixe; MET dieta contendo DL-metionina; GLU, dieta contendo glutamato monossódico.

Tabela 4. Aminoácidos livres detectados nas dietas experimentais utilizadas na avaliação da atratividade e palatabilidade de alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*). Os dados são em porcentagem (%).

Composição química	Dietas					
	PPH	TPH	VM	TM	MET	GLU
Ácido aspártico (%)	0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Ácido Glutâmico (%)	0.11	0.06	0.03	0.05	0.10	1.00
Serina (%)	0.03	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Glicina (%)	0.02	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Histidina (%)	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Taurina (%)	0.05	0.05	0.03	0.05	<0.01	<0.01
Arginina (%)	0.09	0.05	0.04	0.30	0.03	0.03
Treonina (%)	0.03	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Alanina (%)	0.06	0.05	0.01	0.02	0.01	<0.01
Prolina (%)	0.03	0.03	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
Tirosina (%)	0.05	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Valina (%)	0.05	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Metionina (%)	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	2.66	0.09
Cistina (%)	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.02	0.01
Isoleucina (%)	0.05	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Leucina (%)	0.10	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Fenilalanina (%)	0.05	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Lisina (%)	0.11	0.06	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
Hidroxiprolina (%)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Asparagina (%)	0.08	0.06	0.22	0.02	0.04	0.03
Glutamina (%)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Total (%)	0.96	0.63	0.46	0.24	2.93	1.22

Abreviações: PPH, dieta contendo hidrolisado protéico de frango; TPH, dieta contendo hidrolisado protéico de tilápia; VM, dieta contendo farinha de vísceras; TM (controle positivo), dieta contendo farinha de peixe; MET dieta contendo DL-metionina; GLU, dieta contendo glutamato monossódico.

calculado o índice de palatabilidade de acordo com a metodologia de Kasumyan & Morsi (1996), Kasumyan & Doving (2003); Kasumyan e Sidorov (2012) em porcentagem.

2.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram checados quanto a normalidade pelo teste de *Shapiro - Wilk*, bem como a homogeneidade das variâncias pelo Teste de Levene, posteriormente foram submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA) à 5% de significância e para a comparação das médias foi utilizado o Teste de *Tukey*. As análises foram realizadas no software Statistic 7.1.

3. Resultados

Comparando os índices de palatabilidade indicado por Kasumyan & Morsi (1996); Kasumyan & Doving (2003); Kasumyan & Sidorov (2012) três alimentações obtiveram índice de palatabilidade positivo em relação à ração controle positivo (TM), são elas: Proteína Hidrolisada de Frango (PHP) com índice de 7.86%, Proteína Hidrolisada de Tilápia (THP) com índice de 7.82% e Farinha de Visceras (VM) com índice de 0.89%, os aminoácidos inclusos obtiveram índice de palatabilidade negativo, DL-Metionina (MET) com -34.44% e glutamato monossódico (GLU) com -35.48%. Houve diferença estatística ($p > 0.05$) entre as alimentações baseadas em hidrolisados proteicos secos e proteína

Foram encontradas diferenças estatísticas ($p < 0.05$) quanto a ingestão e rejeição de péletes (Tabela 5.). A dieta com maior consumo de péletes observados foi a com a inclusão de 10% do hidrolisado protéico de frango, em que dos 10 péletes ofertados em média 8.11 foram ingeridos dentro do período de observação (180 segundos), seguido da dieta 10% proteína hidrolisada de tilápia, em que 7.99 péletes foram ingeridos/180 segundos, após a dieta com a inclusão de 10% farinha de Tilápia com média 7.42 péletes foram ingeridos/180 segundos, seguida da dieta com inclusão de 10% de vísceras de aves com o consumo de 7.08 péletes/180 segundos, as dietas contendo a inclusão de 6% glutamato monossódico e 6% DL-Metionina, apresentaram os menores valores de consumo de péletes pelo período de observação 4.39 e 4.13 péletes foram ingeridos/180 segundos, respectivamente.

animal com as alimentações com inclusão dos aminoácidos DL-Metionina e glutamato monossódico.

Tabela 5. Valores médios do teste de atratividade-palatabilidade alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*), em comparação a farinha de tilápia (controle positivo).

Tratamentos	Índice de palatabilidade (%)	Péletes consumidos (%)	Número de rejeições de péletes após captura	Número de aproximações sem captura de péletes	Tempo de captura do primeiro pélete (s)
PPH	7.86a	81.15+16.06 a	0.55+0.52 a	1.03+0.77	2.08+1.61
TPH	7.82a	79.87+16.98 a	0.58+0.55 a	0.97+0.92	3.69+4.38
VM	0.89a	70.85+27.34 a	1.32+1.03 abc	1.19+1.02	1.61+0.79
TM	0.00a	74.20+22.61 a	1.19+0.98 ab	1.19+1.09	1.33+0.44
MET	-34.44b	41.33+29.38 b	1.94+0.91 bc	1.84+1.39	1.39+0.63
GLU	-35.48b	43.93+32.64 b	2.22+1.40 c	2.08+1.53	2.43+0.95

Abreviações: PPH, dieta contendo hidrolisado protéico de frango; TPH, dieta contendo hidrolisado protéico de tilápia; VM, dieta contendo farinha de vísceras; TM (controle positivo),dieta contendo farinha de peixe; MET dieta contendo DL-metionina; GLU, dieta contendo glutamato monossódico.

Os menores valores de rejeição foram observados nas dietas contendo a inclusão dos ingredientes 10% proteína hidrolisadas de frango e 10% proteína hidrolisada de tilápia enquanto os maiores valores médios de rejeição de péletes/180 segundos foi observado nas dietas com inclusão de 6% DL-Metionina 6% glutamato monossódico, impetrando entre elas diferenças significativas ($P<0.05$) (Tabela 5).

Em relação ao número de aproximação sem captura do pélete, não foram observadas diferenças significativas ($P>0.05$), contudo os valores observados para as dietas com inclusão de 10% proteína hidrolisada de tilápia com 0.97 aproximações sem captura, seguida da dieta com inclusão de 10% de proteína hidrolisada de frango com 1.03, as dietas contendo a 10% de farinha de vísceras de aves e 10% farinha de tilápia na

composição ambas apresentaram número de aproximações sem captura de 1. 19 vezes em média (Tabela 5).

As dietas com aminoácidos, 6% DL-Metionina e 6% glutamato monossódico, demonstraram os maiores valores de aproximação sem captura do pélete/180 segundos os valores foram de 1.84 e 2.08 respectivamente. Os valores de tempo de captura do primeiro pélete não apresentaram diferenças significativas ($p > 0.05$) o maior tempo de reação dos animais posteriormente a oferta do alimento foi observado para a dieta contendo a inclusão de 10% de Proteína hidrolisada de Tilápia, o menor tempo foi obtido com a inclusão de 10% de farinha de Tilápia (Tabela 5).

4. Discussão

A atratividade e palatabilidade dos alimentos para os peixes está atrelada aos seus sentidos, que estão diretamente ligados a dinâmica do comportamento alimentar dos peixes. Entretanto nem todas as espécies sentem atração e palatabilidade pelos mesmos componentes da dieta (Kasumyan & Morsi, 1996; Kasumyan, 1997; Kasumyan & Doving, 2003; Hara, 2011; Kasumyan & Sidorov, 2012; Lokkeborg et al., 2014; Siikavuopio et al., 2017; Alves et al., 2019, Olsen & Lundh, 2016; Moraes, 2016; Alves et al., 2020a; Hattori et. al., 2021).

No experimento com Dourados (*S. brasiliensis*), Hattori et al. (2021) compararam hidrolisados líquidos com uma ração contendo farinha de peixe, e observaram que todos os hidrolisados proteicos líquidos testados apresentaram estatisticamente a mesma palatabilidade que a farinha de peixe e ainda verificaram que a dieta contendo hidrolisado de mucosa suína continha a maior quantidade em porcentagem dos aminoácidos alanina, ácido glutâmico e ácido aspártico, sendo esta dieta com o maior índice de palatabilidade. Reiterando o que Kasumyan (1997), atestou ao avaliar esses aminoácidos em 10 espécies de peixes de hábitos alimentares diferentes, concluindo que estes aminoácidos eram palatáveis para a maioria das espécies testadas.

Broggi et al. (2017), concluíram que alimentos contendo proteína hidrolisada de sardinha contribuíram na ingestão para o jundiá (*Rhamdia quelen*). Alves et al. (2019a) com inclusão de 5% de hidrolisados de aves, para a tilápia do Nilo, apontam que os hidrolisados aumentam o consumo de ração em comparação a farinha de peixe e a proteína hidrolisada de frango e proteína hidrolisada de mucosa suína incrementam em 10% o consumo em relação a dieta contendo farinha de peixe.

Oliveira (2020), em ensaio de atrato-palatabilidade envolvendo juvenis de *Betta sp* afirma que todos os hidrolisados cárneos proteicos utilizados em sua pesquisa, obtiveram maiores valores para atratividade e palatabilidade comparados a inclusão de farinha de tilápia ressaltando a dieta contendo 5% de proteína hidrolisada de fígado suíno com o melhor índice de palatabilidade quando comparado as demais dietas testadas.

Em um estudo envolvendo a farinha de vísceras de aves para o piavuçu, substituindo totalmente a farinha de peixes, Schwertner et al., (2013) detectou que essa substituição não compromete o desempenho zootécnico da espécie,

Em relação a este trabalho pode-se inferir que grandes quantidades de aminoácidos também podem causar a rejeição desses alimentos, como é o caso da dieta contendo glutamato monossódico (GLU) (-35.48%) e DL-Metionina (MET) (-34.44%) com os piores índices de palatabilidade. A quantidade de ácido glutâmico e metionina respectivamente nessas dietas em relação aos aminoácidos livres foram maiores que as demais. As outras dietas contendo hidrolisados e farinhas protéicas obtiveram índice de palatabilidade positivo, além de a ingestão ser maior, e a rejeição menor que as dietas com aminoácidos, com diferença estatística. (Vide Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5).

A dieta contendo proteína hidrolisada de frango possui maior índice de palatabilidade (7.86%), maior número de ingestão (81.15%), e menor número de rejeições (0.55), além de possuir a maior porcentagem de proteína bruta (39.55%). E ainda, possui a maior porcentagem de aminoácidos livres em relação a prolina (0.03%) e alanina (0.06%), que segundo Hara (1994) ao analisar dentre alguns aminoácidos para os salmonídeos observou que esses apresentam maior palatabilidade para essa família. (Tabela 4).

Em relação as dietas contendo os aminoácidos DL-Metionina e Ácido Glutâmico percebe-se na análise de aminoácidos livres (Tabela 4) uma alta concentração desses, o que pode ter ocasionado a rejeição desses tratamentos. Em relação aos hidrolisados protéicos e a farinha de vísceras testados igualaram-se a atratividade e palatabilidade em maior parte dos itens analisados em relação a farinha de peixe.

Contudo com este trabalho pode-se concluir que os hidrolisados proteicos e farinhas de vísceras são substitutos adequados em relação à farinha de peixe a respeito da atratividade e palatabilidade para o Dourado, ao contrário dos aminoácidos se colocados nessas proporções.

Considerações Finais

Das dietas analisadas nessa pesquisa, comparadas a ração controle, a farinha de vísceras, proteína hidrolisada de frango e proteína hidrolisada de tilápia podem ser utilizadas para o Dourado (*Salminus brasiliensis*) sem alterar o índice de palatabilidade e o comportamento alimentar. Entretanto para as dietas baseadas nos aminoácidos glutamina e metionina deve-se regular os níveis desses aminoácidos pois grandes quantidades podem afetar a palatabilidade e atratividade dessa espécie.

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

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>.

Butolo, J. E. (2010) *Qualidade de ingredientes na nutrição animal*. 2 ed. Campinas. Colégio brasileiro da nutrição animal.430p.

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.

Esteves K.E., & Pinto Lobo A.V. (2001). Feeding pattern of *Salminusmaxillosus* at Cachoeiras de Emas, Mogi Guaçu river (São Paulo State Southeast Brazil). Rev. Bras. Biol. 61:267-276.

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

Farias, A. C. A. (2017). Digestibilidade aparente e desempenho produtivo da tilápia-do-nilo alimentada com dietas contendo hidrolisado proteico de pescado. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) Unioeste, Toledo

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, 2010.

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

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. (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.

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>

Goli, S., Jafari, V., Ghorbani, R., & Kasumyan, A. (2015). Taste preferences and taste thresholds to classical taste substances in the carnivorous fish, *Kutum rutilus frisiikutum* (TELEOSTEI: CYPRINIDAE). *Physiology & Behavior* 140:111–1171. doi:10.1016/j.physbeh.2014.12.022.

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.

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

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/ar.e.15443>

INDEXMUNDI (2016). Animal Numbers, Swine Production by Country in 1000 HEAD & Broiler Meat (Poultry) Production by Country in 1000 MT. Disponível em <<https://www.indexmundi.com/agriculture/>>. Acessado em 13/11/2021.

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.

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>.

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.

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

Mai, M. G. (2010). Estudo da ontogenia e da alimentação inicial de larvas de peixes, com destaque em Dourado *Salminus brasiliensis* (Characiformes, Characidae). (Tese de doutorado) UFSCar, São Carlos.

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

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>

Oliveira, S. R.(2020). Atratividade e palatabilidade de diferentes proteínas hidrolisadas para a espécie ornamental *Bettasplendens*(Regan, 1910).(Dissertação de Mestrado) Unioeste, Toledo

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>

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., & 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>

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

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

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

Streit A.A.R. (2006). Efeito da exposição crônica a amônia (NH₃) no crescimento e nas Aminotransferases de juvenis de Dourado *Salminus brasiliensis*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 34p.

Teixeira, Benjamim, Charvet Machado, Carolina, Machado Fracalossi, Débora (2010) Exigência proteica em dietas para alevinos do Dourado (*Salminus brasiliensis*). Acta Scientiarum. Animal Sciences: 2010, 32-ISSN 1806-2636

Vazzoler, A.E.A. de M. (1996) Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: Eduem/SBI, Ed. da Universidade Estadual de Maringá e Sociedade Brasileira de Ictiologia. 169p.

Weingartner, M. & Zaniboni-Filho, E. (2013) Biologia e cultivo do Dourado, in: Bernardo Baldisseroto, Levy de Carvalho Gomes (Eds.), Espécies Nativas Para Piscicultura 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. *Journal of Automatic Chemistry*, 8, 170-177. <http://doi.org/10.1155/S1463924686000330>

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

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, 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](https://doi.org/10.1590/s0100-204x2017000700002)

Sindirações (2009). *Compêndio Brasileiro de alimentação animal*. Sindicato nacional de indústria de alimentação animal. Campinas.p 77.

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

Artigo científico em correção para ser submetido na revista Aquaculture research.

CAPÍTULO 3. Modelagem matemática da atratividade e palatabilidade para alevinos de Dourado (*Salminus brasiliensis*)

Jahina Fagundes de Assis HATTORI^{1,2}, Márcia Regina PIOVESAN^{1,2}, Denis Rogério Sanches ALVES^{1,3}, Suzana Raquel de OLIVEIRA¹, Ricácio Luan Marques Gomes^{1,4} Fábio BITTENCOURT¹, Altevir SIGNOR¹, Wilson Rogério BOSCOLO¹

¹Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Brasil.

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Brasil.

³Departamento de Engenharia e Exatas, Universidade Federal do Paraná, Palotina, Brasil.

⁴Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Jaboticabal, Brasil.

Autor correspondente: Jahina Fagundes de Assis Hattori (jahinaassis@gmail.com)

Resumo:

Esse trabalho foi conduzido com o objetivo de utilizar as técnicas de modelagem matemática para determinação de um modelo capaz de descrever a atratividade e a palatabilidade de dietas para o Dourado (*Salminus brasiliensis*). Os termos utilizados para a construção do modelo matemático foram: tempo de captura total dos péletes oferecidos, tempo de captura do primeiro pélete, quantidade de ingestão de péletes e quantidade de rejeição de péletes. Para cada um desses fatores foi criado um parâmetro denotado em porcentagem. Após esses processos foi determinado um modelo matemático (IAP) que retrata os índices de atratividade e palatabilidade utilizando os elementos mencionados. Foram utilizados os dados experimentais do Capítulo 1, e Capítulo 2 deste trabalho. Para a validação dos dados foram verificadas a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância paramétrica (ANOVA) a 5% de significância e para comparação de médias foi utilizado o teste de Tukey. Observou-se alterações do (IAP), em relação a equação proposta anteriormente. A ração que continha o hidrolisado comercial Scanbio obteve índice de atratividade e palatabilidade negativo (-0.78%), com a equação proposta neste trabalho ele passa a ocupar a segunda colocação de preferência

(26.96%). Os dados experimentais contidos no Capítulo 2 permaneceram com diferença estatística, no entanto, ocorreu mudança na ordem da preferência. A ração controle positivo TM que possuía índice de palatabilidade neutro (0.00%) na equação anterior, tem 57.16% de IAP na equação proposta, passando da quarta para a terceira posição na preferência. O modelo matemático (IAP) encontrado mostrou-se eficiente para os dados experimentais referentes aos estudos de atratividade e palatabilidade realizados com Dourado.

PALAVRAS-CHAVE: Modelo matemático, hidrolisados, e nutrição animal.

1.Introdução

A atratividade e palatabilidade são comportamentos ligados a aceitação do alimento pelo peixe. A atratividade está associada à percepção inicial do alimento, utilizando-se de estímulo visual e/ou dos quimiorreceptores. Por outro lado, a palatabilidade é responsável pela seleção e aceitação final do alimento, pois durante o tempo de retenção do alimento na boca eles reconhecem substâncias agradáveis, ou não, e decidem se aceitam ou rejeitam o alimento (Pereira da Silva e Pezzato, 2000; Lokkeborg et al., 2014; Olsen & Lundh, 2016, Moraes, 2016). Sendo assim, a palatabilidade está associada à atratividade e a ingestão da dieta (Glencroos et al., 2007).

A palatabilidade deve ser determinante para a formulação de rações e ainda um fator decisivo de quais ingredientes e quantidades a serem utilizadas, impactando no custo final dessa dieta (Barroso et al., 2002; Glencroos et al., 2007). Deve-se, portanto, considerar o hábito alimentar dos peixes em questão, no caso deste trabalho o Dourado (*Salminus brasiliensis*) é um peixe carnívoro, e exige uma dieta altamente protéica (40% de proteína bruta) e ainda, que estas proteínas sejam de alta qualidade (Shiau & Lan, 1996; Flora et al., 2010).

O Dourado (*Salminus brasiliensis*) é uma espécie que apresenta características desejáveis para a criação como rápido desenvolvimento inicial, aceitação a dietas artificiais e rusticidade (Flora et al., 2010; Weingartner & Zanboni-Filho, 2010). Contudo a expansão da produção dessa espécie (Furuya, 2001; Zaniboni Filho et al., 2000; Donatelli, 2014) está atrelada a dois problemas: produção de juvenis em grandes proporções e custo elevado com alimentação, devido ao seu hábito alimentar. Além disso,

devem-se encontrar meios para que a ração se torne mais atrativa e palatável especificamente para esta espécie (Hattori et al., 2021)

Nesse sentido, os estudos iniciais abordando os efeitos comportamentais dos peixes frente à oferta de alimento foram conduzidos levando-se em consideração a proposta de um índice denominado de palatabilidade (IP). Pois bem, tal ferramenta foi utilizada sobremaneira em atendimento somente a quantidade de péletes contendo o ingrediente teste ingerida e o consumo total de péletes da dieta controle. Dessa forma foi possível observar de acordo com como Alves et al. (2019), Oliveira *et al.* (2020) e Hattori *et al.* (2021) que as espécies como a tilápia (*Oreochromis niloticus*), Betta (*sp*) e dourado (*Salminus brasiliensis*) reagem única e exclusivamente em relação a ingestão do alimento, não levando em conta as demais maneiras com que os peixes eram capazes de perceber se havia ou não algum elemento que pudesse ser ingerido e quais estímulos o levariam a tomar tal decisão. (Alves et al. (2019); Oliveira et al. (2020) e Hattori et al., (2021)

Todavia, o disposto na literatura científica contemporânea continua sendo utilizado de forma competente e gerando conhecimento ictio etológico para a cadeia produtiva do pescado. No entanto, como ressaltado anteriormente, o $IP = ((R-C)/(R+C))*100$ é restrito a decisão do animal de ingerir o alimento quando este se encontra em sua cavidade oral. Contudo, para que essa etapa ocorra, outros estímulos primários são aguçados e despertam o interesse do animal frente a substância ofertada.

Portanto, para que a avaliação seja mais completa, a busca de modelos matemáticos que expressem de maneira holística o comportamento dos peixes no momento da alimentação torna-se fundamental para que novos índices sejam elaborados e auxiliem na tomada de decisão na ocasião da escolha correta dos ingredientes que serão utilizados na elaboração das rações.

Um dos métodos de quantificar a atratividade e palatabilidade desses alimentos é através da modelagem matemática que consiste em traduzir situações reais em uma linguagem matemática e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real. Para que, por meio dela, se possa compreender, prever, simular ou mesmo mudar determinadas vias de acontecimentos. É um processo dinâmico utilizado para obtenção e validação de modelos matemáticos (Bassanezi 2006; Biembengut & Hein 2003).

Segundo Biembengutt & Hein (2003) para se realizar este processo deve-se seguir algumas etapas: (a) Interação: Primeiramente o problema deve ser delineado e logo após realiza-se um estudo por meio de referenciais teóricos (ou não) sobre o problema em questão; (b) Matematização: Nesta etapa inicia-se com a identificação dos dados que poderão ser utilizados para descrever (quantificar) o problema em termos matemáticos, criando assim um modelo matemático; (c) Modelo matemático: Nesta última etapa é realizada a validação dos modelos, ou seja, verifica-se sua adequabilidade ao problema real. Constatando a sua significância na solução do problema. Assim, se necessário retorna-se nas etapas anteriores para possíveis ajustes. Um modelo matemático de acordo com Bassanezi (2002) é “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado”, podendo ser formulados conforme a natureza dos fenômenos ou situações investigadas.

Portanto o objetivo deste trabalho é aplicar as técnicas de modelagem matemática para encontrar um modelo que descreva a atratividade e palatabilidade para o Dourado (*Salminus brasiliensis*).

2. Materiais e Métodos

2.1 Modelagem Matemática

Para a implementação da modelagem matemática para o cálculo do Índice de Atratividade e Palatabilidade serão seguidos os passos de acordo com Biembengutt & Hein (2003). Descrição dos passos?

2.1.1 Interação

A situação problema a que se refere esta pesquisa é encontrar uma equação que represente adequadamente o índice de atratividade e palatabilidade de rações no que se refere ao número de tempo de captura total, tempo de captura do primeiro pélete, número de ingestão de péletes e número de rejeição de péletes.

A metodologia para coleta destes parâmetros foi criada por Kasumyan & Morsi (1996); Kasumyan & Doving (2003); Kasumyan & Sidorov (2012) e utilizada em

diversos trabalhos com adaptações, como por exemplo, em Alves et al. (2019); Oliveira et al. (2020); e Hattori et al. (2021). Os referidos parâmetros coletados durante o experimento são importantes pois influenciam na qualidade da água e no crescimento dos peixes, tendo em vista que o tempo de captura total é significativo pois quanto mais tempo o alimento permanece na água maior sua lixiviação e de acordo com Cyrino et al. (2010) poderá acumular matéria orgânica e metabólitos nos reservatórios afetando negativamente o crescimento e sobrevivência dos peixes.

Já em relação ao tempo de captura do primeiro pélete, quanto mais rápido o peixe reter o primeiro alimento na boca, mas rapidamente poderá identificar substâncias aprazíveis ao seu paladar, e decidirá sobre ingerir ou rejeitar o alimento, todas estas ações estão ligadas intrinsecamente à palatabilidade, ou seja, a aceitação do alimento pelo peixe. (Mearns, 1986; Lokkeborg et al., 2014; Olsen & Lundh, 2016; Pereira da Silva & Pezzato, 2000; Alves et al., 2020a; Hattori et. al., 2021).

2.1.2 Matematização

Os termos utilizados para a construção do modelo matemático foram: tempo de captura total dos péletes oferecidos, tempo de captura do primeiro pélete, quantidade de ingestão de péletes e quantidade de rejeição de péletes. Para cada um dos fatores mencionados foi criado um parâmetro que será denotado em porcentagem, sendo eles:

$P_{TCP} = 100 - \left(\frac{T_{CP}}{180} \times 100 \right)$, sendo T_{CP} o tempo de captura do primeiro pélete em segundos;

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

$P_{TCT} = 100 - \left[(T_{Total} - T_{CP}) \times \frac{100}{180} \right]$, onde T_{Total} é o tempo de consumo de todos os péletes. Para este parâmetro há as seguintes condições: foi considerado nulo se não houve captura de péletes ou caso não foram consumidos todos os péletes durante 180 segundos.

$P_{NRP} = \frac{N_{RP}}{N_P} \times 100$, sendo N_{RP} o número de rejeições dos péletes.

2.1.3 Modelo Matemático

Com base em todas as etapas descritas anteriormente, propõe-se o seguinte modelo matemático, que poderá ser utilizado somente quando houver captura do alimento pelo peixe, sendo:

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

Quando não houver interação do peixe com o alimento, considerou-se o índice de atratividade e palatabilidade como nulo.

Para validação do modelo utilizou-se os dados coletados no experimento realizado em Hattori et al., (2021), Capítulo 1, e no Capítulo 2 deste trabalho. Nestes artigos o índice de palatabilidade foi calculado utilizando Kasumyan & Morsi (1996); Kasumyan & Doving (2003); Kasumyan e Sidorov (2012), dado pela fórmula $IP = ((R-C)/(R+C))*100$, onde R é a ingestão do controle no dia e C a ingestão da ração a ser avaliada no mesmo dia.

2.1.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA) a 5% de significância, e para comparação das médias, foi utilizado o teste de Tukey. Antes das análises, foi verificada a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, bem como a homogeneidade das variâncias (Teste de Levene). As análises foram realizadas no software Statistic 7.1. Os resultados e validação do modelo serão descritos nos resultados e discussões deste artigo.

3. Resultados

As tabelas com os resultados deste trabalho estão apresentadas junto aos dados obtidos nos capítulos anteriores (Tabela 1 e 2) e (Gráfico 1 e 2).

Na Tabela 1 houve alterações em relação ao índice de palatabilidade e atratividade (IAP), com a equação anterior, a ração que continha o hidrolisado comercial Scanbio obteve índice de palatabilidade negativo (-0.78%), com a equação proposta neste trabalho ele passa a ocupar a segunda colocação de preferência em relação a atratividade palatabilidade (26.95%). O hidrolisado proteico comercial VNF que ocupava a segunda

colocação (0.61%) com a equação anterior, passa a ocupar a quarta posição (26.40%). Com o índice calculado anteriormente a ração controle FM foi considerada com índice de palatabilidade nulo (0%) e com a nova equação continua em terceiro lugar na preferência dentre as rações estudadas com IAP de 26.90%. Mesmo com a nova equação não houve diferença estatística entre os alimentos.

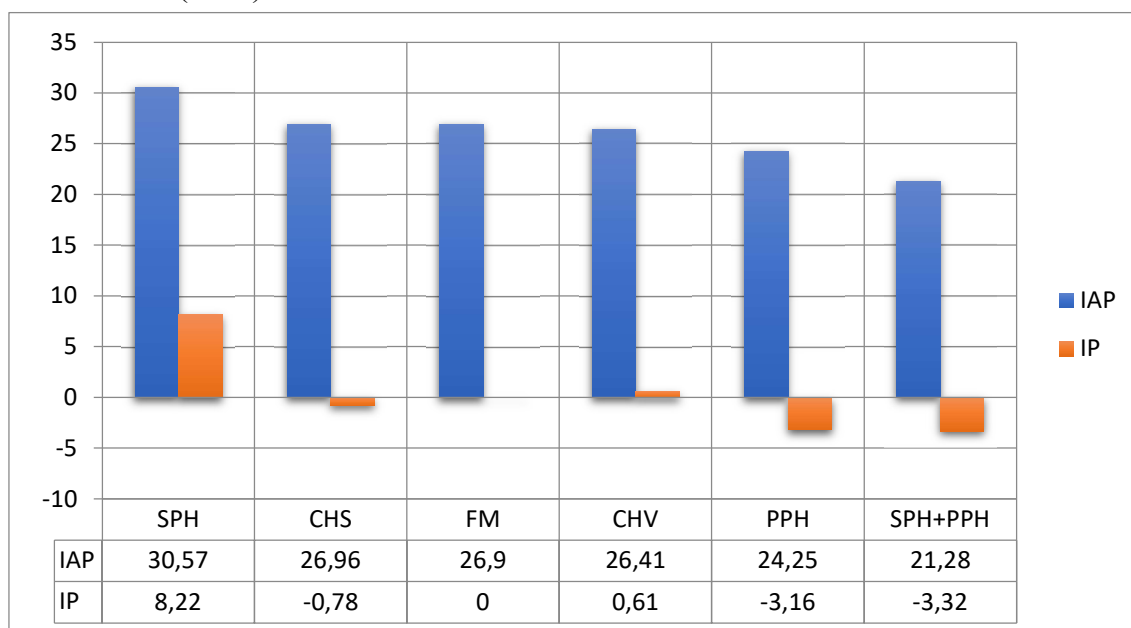
A Tabela 2 apresenta os dados referentes ao Capítulo 2 deste trabalho. Neste caso a diferença estatística permanece e ocorreu uma mudança na ordem da preferência. A ração controle positivo TM que possuía índice de palatabilidade neutro (0%) na equação anterior, tem IAP de 57.16% passando da quarta para a terceira posição na preferência. E o tratamento que continha Farinha de Vísceras (VM), no índice proposto anteriormente está na terceira posição (0.89%) e com o novo modelo ocupa a quarta posição (55.39%).

Tabela 1 – Comparação do Índice de palatabilidade calculado pela equação proposta neste trabalho e o índice de palatabilidade calculado por Kasumyan & Morsi (1996); Kasumyan & Doving (2003); e Kasumyan e Sidorov (2012) em relação aos dados de Hattori et al. (2021)

Tratamentos	Índice de Atratividade e Palatabilidade(IAP)(%) proposto neste trabalho)	Índice de Palatabilidade (%) (Kasumyan & Morsi, 1996; Kasumyan & Doving, 2003; Kasumyan & Sidorov, 2012)
SPH	30,57	8,22
CHS	26,96	-0,78
FM	26,90	0
CHV	26,41	0,61
PPH	24,25	-3,16
SPH+PPH	21,28	-3,32

FM (controle positivo), dieta com farinha de peixe; SPH, dieta contendo hidrolisado protéico de muco suína; PPH, dieta contendo hidrolisado protéico de frango; SPH+PPH, dieta contendo um *blend* de hidrolisado protéico de mucosa suína e hidrolisado protéico de frango; CHS, dieta contendo hidrolisado comercial Scanbio; CHV, dieta contendo hidrolisado comercial VNF.

Gráfico 1 – Comparação do Índice de palatabilidade calculado pela equação proposta neste trabalho e o índice de palatabilidade calculado por Kasumyan e Morsi (1996); Kasumyan e Doving (2003); e Kasumyan e Sidorov (2012) em relação aos dados de Hattori et al. (2021)



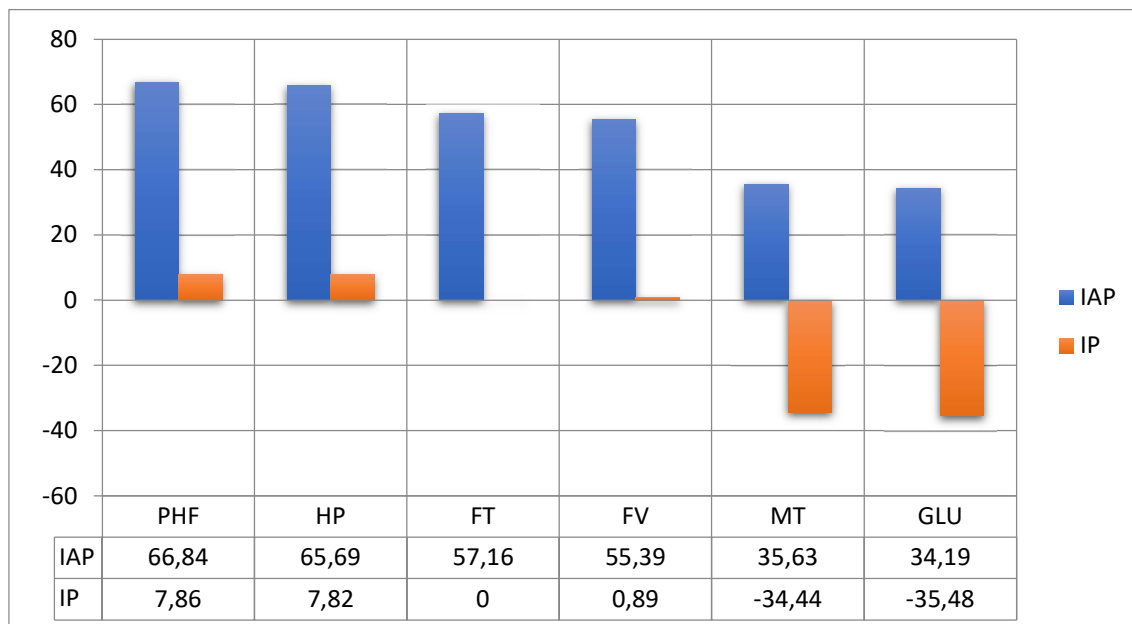
FM (controle positivo), dieta com farinha de peixe; SPH, dieta contendo hidrolisado protéico de muco suína; PPH, dieta contendo hidrolisado protéico de frango; SPH+PPH, dieta contendo um *blend* de hidrolisado protéico de mucosa suína e hidrolisado protéico de frango; CHS, dieta contendo hidrolisado comercial Scanbio; CHV, dieta contendo hidrolisado comercial VNF.

Tabela 2 – Comparação do Índice de palatabilidade calculado pela equação proposta neste trabalho e o índice de palatabilidade calculado por Kasumyan & Morsi (1996); Kasumyan & Doving (2003); e Kasumyan e Sidorov (2012) em relação aos dados do experimento do Capítulo 2.

Tratamentos	Índice de Atratividade e Palatabilidade (IAP)(%) (proposto neste trabalho)	Índice de Palatabilidade (%) (Kasumyan & Morsi, 1996; Kasumyan & Doving, 2003; Kasumyan & Sidorov, 2012)
PPH	66.8481a	7.86 ^a
TPH	65.6898a	7.82 ^a
TM	57.1656a	0.00a
VM	55.3912a	0,89 ^a
MT	35.6262b	-34,44b
GLU	34.1945b	-35,48b

PPH, dieta contendo proteína hidrolisada de frango; TPH, dieta contendo proteína hidrolisada de tilápia; VM, dieta contendo farinha de vísceras; TM (controle positivo), dieta contendo farinha de tilápia; MET, dieta contendo metionina; GLU, dieta contendo ácido glutâmico.

Gráfico 2 – Comparação do Índice de palatabilidade calculado pela equação proposta neste trabalho e o índice de palatabilidade calculado por Kasumyan e Morsi (1996); Kasumyan e Doving (2003); e Kasumyan e Sidorov (2012) em relação aos dados do experimento do Capítulo 3.



PPH, dieta contendo proteína hidrolisada de frango; TPH, dieta contendo proteína hidrolisada de tilápia; VM, dieta contendo farinha de vísceras; TM (controle positivo), dieta contendo farinha de tilápia; MET, dieta contendo metionina; GLU, dieta contendo ácido glutâmico.

4. Discussão

A equação proposta por Kasumyan & Morsi (1996); Kasumyan & Doving (2003) e Kasumyan & Sidorov (2012) é um cálculo de índice de palatabilidade que leva em consideração a ingestão de uma ração controle e a ingestão do tratamento a ser avaliado em um determinado momento, sendo uma comparação entre as duas dietas. Esta relação é utilizada até o momento na maioria dos artigos que envolvem atratividade e palatabilidade. Além da ingestão há outros fatores que influenciam na palatabilidade e consequentemente em seu índice.

Como mencionado, a palatabilidade está associada à aceitação do tratamento em questão. Para a escolha do alimento e para determinar se ele será palatável, o peixe primeiramente deverá reter o tratamento em sua boca, e neste momento escolher sobre ingerir ou rejeitar o mesmo. Dessa maneira, pode-se então afirmar que quanto mais rápido o peixe capturar o primeiro alimento mais célere se iniciará o processo de palatabilidade

(Mearns, 1986; Lokkeborg et al., 2014; Olsen & Lundh, 2016; Pereira da Silva & Pezzato, 2000; Alves et al., 2020a; Hattori et al., 2021).

Os aminoácidos são moléculas que podem estimular e diferenciar a atratividade e palatabilidade de um alimento, pois apresentam sinais químicos ao paladar. A palatabilidade e atratividade pode ser evidenciada pela quantidade e presença de alguns aminoácidos totais e livres (Kasumyan & Morsi, 1996; Kasumyan, 1997; Kasumyan & Doving, 2003; Hara, 2011; Kasumyan & Sidorov, 2012; Lokkeborg et al., 2014; Siikavuopio et al., 2017; Alves et al., 2019b, Olsen & Lundh, 2016; Moraes, 2016; Alves et al., 2020a; Hattori et al., 2021).

A equação proposta neste trabalho tem o intuito de abranger o máximo de características visuais que estão associadas a palatabilidade e atratividade, relacionando e quantificando-as.

Em Hattori et al. (2021) foi visto que a dieta que possuía o maior índice de palatabilidade, dentre aquelas ofertadas, foi a dieta que continha proteína hidrolisada de mucosa suína, com nível de aminoácidos livres de 1.35%, e esta proteína hidrolisada possui também o maior número de aminoácidos livres (21.35%), logo após temos o hidrolisado comercial Scanbio com a porcentagem de aminoácidos livres de 0.88%, e a proteína hidrolisada possui também a segunda maior porcentagem de aminoácidos livres (19.51%), porém, ao manter o cálculo proposto anteriormente (IP), esta dieta tem índice de palatabilidade negativo se comparada à ração controle. Com a equação proposta (IAP), mesmo sem diferença estatística, ela assume uma melhor classificação se tornando o segundo melhor tratamento em relação a sua atratividade e palatabilidade. Este tratamento se sobressaiu com a equação proposta, pois nos dados experimentais pode-se observar que possui menor tempo de captura de primeiro pélete.

No experimento referente ao Capítulo 3 deste trabalho, viu-se que a proteína hidrolisada de frango, a proteína hidrolisada de peixe, a farinha de vísceras e a farinha de peixe foram consideradas estatisticamente equivalentes em relação a palatabilidade e são melhores que as dietas contendo os aminoácidos glutamato monossódico e DL Metionina, que estatisticamente são consideradas iguais entre si, para as duas equações. Em relação

a posição do índice de palatabilidade e atratividade houve uma inversão entre a farinha de vísceras e farinha de tilápia, mas sem diferenças, este fato ocorreu, pois no índice de palatabilidade proposto anteriormente a ração controle é considerada com índice nulo e na nova equação proposta utiliza-se mais fatores, já relacionados anteriormente.

Considerações Finais

A equação proposta mostrou-se eficiente para os dados experimentais referentes aos experimentos de palatabilidade e atratividade realizados com Dourado (*Salminus brasilienses*), visto que essa equação leva em consideração mais fatores ligados a esses comportamentos. Entretanto a equação foi elaborada com características em relação à palatabilidade e atratividade, independente da espécie em análise, podendo assim ser utilizado em ensaio de atratividade e palatabilidade de outras espécies.

Agradecimentos

Os autores agradecem 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.; 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>

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

Bassanezi, R. C. (2002) Ensino - aprendizagem com Modelagem matemática. 3. ed. São Paulo: Contexto.

Bassanezi, R. C. (2006) Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: Uma nova estratégia. São Paulo: Contexto.

Biembegut, M. S.; Hein, N. (2003) Modelagem Matemática no Ensino. 3. ed. São Paulo: Contexto.

Cyrino, J. E. P.; Bicudo, A. J.A.; Sado, R.Y.; Borghesi, R. & Dairik, J. K.(2010) A piscicultura e o ambiente: o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. Revista brasileira de zootenia. Vol. 39, p 68-87. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300009>

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

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, 2010.

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

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>

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>

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/aqu.15443>

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.

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.

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

Oliveira, S. R.(2020). Atratividade e palatabilidade de diferentes proteínas hidrolisadas para a espécie ornamental *Bettasplendens*(Regan, 1910).(Dissertação de Mestrado) Unioeste,Toledo

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>

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>

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

Weingartner, M. & Zaniboni-Filho, E. (2013) *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.

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