UNIOESTE – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
***CAMPUS* DE TOLEDO - PR**
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS - CECE
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA - PREP
MESTRADO E DOUTORADO

VANESSA LOPES FERNANDES

Atratividade e palatabilidade de ração suplementada com leveduras e ração encapsulada na alimentação para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

TOLEDO

2024

VANESSA LOPES FERNANDES

Atratividade e palatabilidade de ração suplementada com leveduras e ração encapsulada na alimentação para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

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

1 - Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo
orientador
2 - Prof. Dr. (ª) Jahina Fagundes de Assis Hattori
Coorientador

TOLEDO

2024

Ficha CATALOGRÁFICA

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

Fernandes, Vanessa Lopes
Atratividade e palatabilidade de ração suplementada com leveduras e ração encapsulada na alimentação para alevinos de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) / Vanessa Lopes Fernandes; orientador Wilson Rogério Boscolo; coorientadora Jahina Fagundes de Assis Hattori . -- Toledo, 2024.
51 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico 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, 2024.

1. Comportamento alimentar. 2. Nutrição. 3. Atrativo alimentar. I. Boscolo, Wilson Rogério, orient. II. Hattori , Jahina Fagundes de Assis, coorient. III. Título.

ATA DE APROVAÇÃO DA DEFESA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, ao meu esposo Emerson Rodrigo Arroyo por todo apoio nesta caminhada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a minha nossa senhora, por sempre estarem ao meu lado.

Agradeço ao meu esposo Emerson Rodrigo Arroyo por toda paciência e apoio.

Ao meu orientador professor doutor Wilson Rogério Boscolo, por toda paciência, amizade, ajuda e apoio durante esta minha fase acadêmica.

Agradeço a minha coorientadora professora doutora Jahina Fagundes de Assis Hattori por toda ajuda e paciência durante essa caminhada.

Aos professores Aldi Feiden e Altevir Signor por sempre estarem a disposição e oferecer toda ajuda possível.

A todos os meus colegas do gemaq que me ajudaram nessa caminhada.

Ao Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura (GEMAq), pela disponibilidade das estruturas para realização da pesquisa e acolhimento.

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

A Capes pelo auxílio da bolsa de estudos.

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

RESUMO

Atratividade e palatabilidade de ração suplementada com leveduras e ração encapsulada na alimentação para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

O objetivo dessa pesquisa foi determinar a atratividade e palatabilidade de leveduras e ração encapsulada na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo. Assim foram realizados dois experimentos, no primeiro avaliou-se três dietas experimentais com inclusão de levedura cana de açúcar, extrato de levedura e uma dieta controle ausente de suplementação de levedura. No segundo experimento foram avaliadas dietas experimentais contendo ração encapsulada de proteína isolada de soja, de goma arábica e de maltodextrina e um ração controle. Para a realização do experimento 12 alevinos de tilápia foram distribuídos individualmente em aquários com capacidade para 22 litros. Os peixes foram alimentados, no primeiro experimento três vezes ao dia e no segundo experimento quatro vezes ao dia, e as ofertas eram aleatórias previamente sorteadas, todos peixes receberam todas as dietas experimentais todos os dias. Foram oferecidos 30 pellets por alimentação e a filmagem com três minutos de gravação, avaliou os seguintes parâmetros: tempo para capturar o primeiro pellet, número de rejeições, número de aproximação sem captura de pellets e número de pellets consumidos. Posteriormente, foi calculado o índice de atratividade e palatabilidade, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA), realizando o teste de comparação múltipla de Tukey em nível de 5% de significância. Ambos os experimentos para os parâmetros avaliados não apresentaram diferença significativa (P> 0,05) entre os tratamentos avaliados para a espécie de tilápia do Nilo. Apontando que as dietas experimentais testadas não interferem na aceitação do alimento.

PALAVRAS-CHAVE: Atrativo alimentar; comportamento alimentar; nutrição.

ABSTRACT

Attractiveness and palatability of feed supplemented with yeast and encapsulated feed for Nile tilapia (Oreochromis niloticus) fingerlings

The objective of this research was to determine the attractiveness and palatability of yeast and encapsulated feed in feeding Nile tilapia fingerlings. Thus, two experiments were carried out, the first evaluated three experimental diets with the inclusion of sugar cane yeast, yeast extract and a control diet without yeast supplementation. In the second experiment, experimental diets containing encapsulated soy protein isolate, gum Arabic and maltodextrin and a control diet were evaluated. To carry out the experiment, 12 tilapia fries were distributed individually in aquariums with a capacity of 22 liters. The fish were fed, in the first experiment three times a day and in the second experiment four times a day, and the offers were randomly drawn beforehand, all fish received all experimental diets every day. 30 pellets were offered per feeding and with three minutes of recording, the following parameters were evaluated: time to capture the first pellet, number of rejections, number of approaches without capturing pellets and number of pellets consumed. Subsequently, the attractiveness and palatability index were calculated, the data obtained were subjected to parametric analysis of variance (ANOVA), performing Tukey's multiple comparison test at a 5% level of significance. Both experiments for the evaluated parameters showed no significant difference ($P > 0.05$) between the treatments evaluated for the Nile tilapia species. Pointing out that the experimental diets tested do not interfere with food acceptance.

KEYWORDS: Food attractant; eating behavior; nutrition.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1: Atratividade e palatabilidade de levedura integra e extrato de levedura na ração para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Figura 1: Local do experimento 20

Figura 2: Local do experimento estrutura em mdf.....20

Artigo 2: Atratividade e palatabilidade de encapsulados de isolado proteico de soja, maltodextrina e goma arábica para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Figura 1: Local do experimento estrutura em mdf.....41

LISTA DE TABELAS

Artigo 1: Atratividade e palatabilidade de levedura integra e extrato de levedura na ração para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Tabela 1: Conteúdo das dietas experimentais para avaliação de atrato-palatabilidade em tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus). Valores em porcentagem (%) 23

Tabela 2: Valores nutricionais das dietas experimentais para avaliação de atrato-palatabilidade em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) 24

Tabela 3: Níveis de garantia dos ingredientes levedura cana-de-açúcar e extrato de levedura.....25

Tabela 4: Composição química em porcentagem das dietas experimentais para avaliação de atrato-palatabilidade para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (com base na matéria seca) 25

Tabela 5: Valores dos parâmetros avaliados de atratividade e palatabilidade de leveduras em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) 26

Artigo 2: Atratividade e palatabilidade de encapsulados de isolado proteico de soja, maltodextrina e goma arábica para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Tabela 1: Formulação das dietas experimentais.....38

Tabela 2: Valores nutricionais das dietas experimentais para avaliação de atrato-palatabilidade em tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) 39

Tabela 3: Relação do material encapsulante e encapsulado e parâmetros utilizados na produção dos encapsulados.....40

Tabela 4- Composição centesimal do material da parede e encapsulado utilizado na composição da dieta experimental.....41

Tabela 5: Valores médios do teste de atrato-palatabilidade de encapsulados comparados a ração controle em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).....44

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO……12
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA……14

Artigo 1: Atratividade e palatabilidade de levedura integra e extrato de levedura na ração para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)
1 INTRODUÇÃO.....18
2 METODOLOGIA.....19
2.1 ENSAIO.....19
2.2 AVALIAÇÃO DE ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE.....21
2.3 DIETA EXPERIMENTAL.....22
2.4 ANÁLISES QUÍMICAS.....25
3 RESULTADOS 26
4 DISCUSSÃO.....26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....28
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....28

Artigo 2: Atratividade e palatabilidade de encapsulados de isolado proteico de soja, maltodextrina e goma arábica para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)
1 INTRODUÇÃO.....35
2 MATERIAL E MÉTODO.....37
2.1 ENSAIO.....37
2.2 DIETA EXPERIMENTAL.....37
2.3 ENCAPSULAMENTO.....39
2.3.1 METODOLOGIA DA MICROCÁPSULA.....40
2.4 METODOLOGIA.....41
2.5 AVALIAÇÃO DE ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE.....42
3 RESULTADOS 43
4 DISCUSSÃO.....44
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....47

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....48

Introdução

A aquicultura mundial atingiu um recorde de produção 214 milhões de toneladas em 2020, sendo 178 milhões de toneladas de animais aquáticos e 36 milhões de toneladas de algas (FAO, 2023).

A produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus)* corresponde a maior produção de pescado de água doce, oriunda da África foi introduzida no território brasileiro na década de 70 com a finalidade de aumentar a produção nacional (Leonardo et al., 2018; Ogava, 2023). A produção brasileira de peixes de cultivo vem aumentando a cada ano, e a tilápia mantem um bom desempenho e já representa cerca de 64% da produção de peixes de cultivo no Brasil (Peixe BR, 2023).

A tilápia apresenta características favoráveis e adaptabilidade aos sistemas de produção, rápido crescimento, alta resistência a doenças e carne com boas características organolépticas (Boscolo et al., 2001; Ogava, 2023).

Na aquicultura, a alimentação dos peixes representa mais de 60% dos custos operacionais (Asche & Oglend, 2016). A tilápia de hábito onívoro, propicia uma grande variedade de alimentos a serem ofertados e aceitos pelo animal. Dietas com insumos de qualidade possuem papel fundamental na produção, refletindo no vigor do animal e nos custos finais (Schulter and Vieira Filho, 2017; Dos Santos Cardoso et al., 2021; Ogava, 2023).

Considerando a importância das proteínas e dos aminoácidos na nutrição animal, nutricionista buscam alternativas preferencialmente de alto valor biológico para aprimorar o desempenho desses produtos. Um deles é o extrato de leveduras que, além de ter um alto conteúdo protéico, é rico em inositol um promotor natural de crescimento, de grande consideração para o desenvolvimento dos animais, sobretudo nas fases de crescimento e juvenil. O extrato de levedura é oriundo do processo de hidrólise da levedura sendo liberado um conteúdo rico em nucleotídeos de dentro das células, é um produto de alta digestibilidade proteica e com excelente perfil de aminoácidos e palatabilidade (Rutz, 2006; Gaiotto, 2005).

A utilização de levedura assim como derivados do seu processamento, estão sendo utilizados na composição de rações para organismos aquáticos (Koch, 2015), com intuito de melhorar as respostas de desempenho produtivo, beneficiar o sistema imune não específico, aumentado a resistência contra infecções bacterianas (Ortuno et al., 2003).

A farinha de vísceras de frango é uma alternativa proteica promissora como substituto proteico da farinha de peixe (Ogava, 2023). Já que a farinha de peixe é um dos ingredientes proteico e mais caro a ser utilizado na ração (Kim et al., 2021). Vários trabalhos têm submetido a farinha de vísceras de frango hidrolisada e avaliada quanto ao efeito a resposta imune, antioxidante e barreira intestinal em *Cyprinus carpio* (Wu et al., 2022), redução da hiperglicemia em ratos (Yeh et al., 2022), alta digestibilidade aparente em tilápias do Nilo (Dos Santos et al., 2021); antibactericida (Chakka et al., 2015) entre outros.

Entretanto, os peptídeos provindos da quebra das moléculas de proteínas durante o processo de hidrólise, são bioativos e podem sofrer ação de enzimas e inatividade ao longo do trato digestivo. Uma alternativa para proteger e garantir sua total bioatividade é a utilização do processo de encapsulação, que pode ocorrer por atomização, liofilização, coacervação, spray-cooling, spray-chilling, revestimento por suspensão a ar, extrusão, extrusão por centrifugação, co-cristalização etc. (Gharsallaqui et al., 2007; Mohan et al., 2015).

O processo de encapsulamento, o composto alvo é chamado de núcleo ou encapsulado, é encoberto por material denominado encapsulante ou parede que compreende em proteger os nutrientes do encapsulado liberando no local desejado (Gharsallaqui et al., 2007; Mohan et al., 2015; Ogava, 2023).

A importância do desenvolvimento de fontes alternativas para alimentação dos animais torna-se uma preocupação constante durante a formulação das dietas, sendo de interesse para nutricionistas e fábricas de rações em diversos lugares do mundo (Kim et al., 2021). Dessa forma, se faz necessário estudos voltados à alimentação e formulação das rações para organismos aquáticos, tais como os efeitos sobre aceitação do alimento e o desenvolvimento do indivíduo (Sicuro, 2017).

O comportamento alimentar de peixes é conhecido por sua complexidade, relacionado diretamente a fatores como hábito alimentar, mecanismo de detecção do alimento, quantidade, frequência alimentar, habitat e fatores ambientais (Volkoff et al., 2006; De Oliveira Guilherme, 2021). Em várias espécies de peixes a atratividade, ou seja, a busca pelo alimento está ligada a mecanismos sensoriais de detecção, o olfato tem grande importância nesse processo, embora a sensibilidade olfativa pode variar de acordo com a espécie (Raubenheimer et al., 2012; Marusov e Kasumyan 2017), a tilápia do Nilo apresenta ampla sensibilidade olfativa a odores (Marusov e Kasumyan 2017).

A maioria dos Teleósteos não possuem glândulas salivares, entretanto, apresentam botões sensoriais gustativos que são ativados por substâncias solúveis na água, acredita-se que a gustação está envolvida na detecção, seleção e ingestão do alimento, bem como na detecção de substâncias nocivas ao peixe. Existe uma relação entre a distribuição dos corpúsculos gustativos e a forma de localização e seleção do alimento (Rotta, 2003).

Na palatabilidade os peixes possuem suas habilidades gustativas onde difere o sabor de substâncias químicas utilizadas na ração (Kasumyan, et al., 2020). Essas substâncias químicas podem interferir na alimentação do peixe, como movimentos para capturar o alimento onde determina a aceitação ou rejeição do alimento, elas podem ser divididas em várias categorias, variando de acordo com os efeitos sobre os comportamentos alimentares (Alves, et al., 2020).

Existe uma grande importância observar essas características gustativas desses animais buscando melhorar a atratividade e palatabilidade e, aumentando o seu consumo, a fim de evitar desperdícios de alimentos que podem resultar em uma má qualidade de água e baixo desempenho produtivo (Jingting, et al., 2020; Cruz, et al. 2022).

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a atratividade e palatabilidade de ração com inclusão de leveduras e ração encapsulada de goma arábica, maltodextrina e proteína isolada de soja em dietas para alevinos de tilápia do Nilo.

Referência bibliográfica

ALVES, D. R.S.; OLIVEIRA, S. R.; LUCZINSKI, T. G.; BOSCOLO, W. R.; BITTENCOURT, F; SIGNOR, A; DETSCH, DT (2020**). Attractability and palatability of liquid protein hydrolysates for Nile tilapia juveniles**. Aquaculture Research, 51, 4 pp 1681-1688.

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(6): 1807-1812.

CHAKKA, A. K.; ELIAS, M.; JINI, R.; SAKARE, P. Z.; BHASKAR, N. (2015). **In-vitro antioxidant and antibacterial properties of fermentatively and enzymatically**

prepared chicken liver protein hydrolysates. Journal of Food Science and Technology, 52, 8059-8067.

CRUZ, M. C. S.; PIANA, P. A.; BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A.; BOSCOLO, W. R. (2022). **Hidrolisado Proteico de Mucosa Suína como estimulante alimentar para juvenis de tilápia do Nilo Hidrolizado de proteína de mucosa porcina como alimento estimulante para juveniles de tilapia del Nilo**. Research, Society and Development, v. 11, n. 9, e56311932143. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32143.

DOS SANTOS, M. C.; GODOY, A. C. OXFORD, J. H. RODRIGUES, R.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. (2021). **Apparent digestibility of protein hydrolysates from chicken and swine slaughter residues for Nile tilapia**. *Aquaculture*, *530*, 735720.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture (2023). **Sustainability in action. Rome.**

GAIOTTO, J. R. 2005. **Utilização de levedura de cana-de-açúcar (Saccharomyces cerevisiae) e seus subprodutos na alimentação de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*).** Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga.

GHARSALLAQUI, A.; ROUDAUT, G.; CHAMBIN, O.; VOILLEY, A.; SAUREL, R. (2007). **Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview**. Food research international, 40(9), 1107-1121.

JINGTING, Y.; DANTING, G.; CHUN, K.; MIN, J.; XUEMING, H. (2020**). Effect of soybean antigenic protein on feed palatability of fishmeal replaced diets for obscure puffer (Takifugu fasciatus) and the alternation of diet preference by domestication. Aquaculture**. Reports, 17, 100332. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100332.

KASUMYAN, A. O.; MOUROMTSEV, G. E. (2020). **The teleost fish, blue gourami Trichopodus trichopterus, distinguishes the taste of chemically similar substances**. Scientific reports, 10(1), 1-10. https://doi.org/10.1038/s41598-020-64556-6.

KIM, J.; CHO, S. H.; KIM, T.; HUR, W. C. (2021). **Substitution effect of fish meal with various sources of animal by-product meal in feed on growth, feed utilization, body composition, hematology and non-specific immune response of olive flounder (Paralichthys olivaceus, Temminck & Schlegel, 1846).** Aquaculture Research, 52,2802-2817. https://doi.org/10.1111/are.15132.

LEONARDO, A. F.; BACCARIN, A. E.; SCORVO FILHO, J. D.; SCORVO, C. M. D. F. (2018). **Custo de produção da tilápia-do-nilo (Oreochromis niloticus) e do pacu (Piaractus mesopotamicus)** no vale do Ribeira, estado de São Paulo. Informações Econômicas, 48(1), 21-33.

MARUSOV, E. A.; KASUMYAN, A. O. (2017). **Feeding behavior and responsivity to food odors in Nile tilapia Oreochromis niloticus (Cichlidae) after chronic polisensory deprivation**. Journal of Ichthyology, v. 57, n. 5, p. 747–752.

MOHAN, A.; RAJENDRAN, S. R.; HE, Q. S.; BAZINET, L.; UDENIGWE, C. C. (2015). **Encapsulation of food protein hydrolysates and peptides: A review**. Rsc Advances, 5(97), 79270-79278.

OGAVA, L. E. (2023). **Microencapsulação de hidrolisados de subproduto do processamento de frango para suplementação de ração para alevinos de tilápia do Nilo (O*reochromis niloticus).*** Dissertação de doutorado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.

ORTUÑO, J.; ESTEBAN, M. A.; MESERGUE, J. (2003). **The effect of dietary intake of vitamins C and E on the stress response of gilthead seabream (Sparus aurata L.)** p. 145-156.

PEIXE BR (2023). **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA**. Anuário 2023. https://www.peixebr.com.br.

RAUBENHEIMER, D.; SIMPSON, S.; SANCHEZ-VÁSQUEZ, J.; HUNTINGFORD, F.; KADRI, S.; JOBLING, M. (2012). **Nutrition and Diet Choise. In: Huntingford, F. et al. Aquaculture and behavior**. Wiley Blackwell. p. 150-176.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; RECH, J. L.; GONÇALVEZ, F. M.; DELGADO, A. D.; ROSA, E. R.; DALLNANN, P. R. (2006). **DESEMPENHO E CARACTERISTICAS DE CARCAÇAS DE FRANGOS DECORTE RECEBENDO EXTRATO DE LEVEDURAS NA DIETA**. *Ciência Animal Brasileira*, *7*(4), 349-355.

SCHULTER, E.P.; VIEIRA FILHO, J.E.R. (2017). **Evolução da piscicultura no brasil: diagnóstico e Desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia.** In Texto para discussão. Rio de janeiro:IPEA.

SICURO, B. (2017). **Nutrition in ornamental aquaculture: the raise of anthropocentrism in aquaculture?** Reviews in Aquaculture, 0, 1-9.doi:10.1111/raq.12196.

VOLKOFF, H.; PETER, R. E. (2006). **Feeding Behavior of Fish and Its Control. Zebrafish**, v. 3, n. 2.

YEH, W. Y. LIN, Y. L.; YANG, W. Y.; CHOU, C. H.; WU, Y. H. S.; CHEN, Y. C. (2022). **Functional chicken-liver hydrolysates ameliorate insulin resistance and cognitive decline in streptozotocin-induced diabetic mice**. *Poultry Science*, *101*(6), 101887.

Artigo 1: Atratividade e palatabilidade de levedura integra e extrato de levedura na ração para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Vanessa Lopes FERNANDES[1], Celma NEGRINI[1], Luci Emi OGAVA [1], Camila DALPISOL[1], Jahina Fagundes de Assis HATTORI[1,2] Wilson Rogério BOSCOLO [1]

[1]Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Brasil.
[2] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Brasil.
Autor correspondente: Vanessa Lopes Fernandes (vanessalfernandes@outlook.com)

Resumo

Este trabalho apresentou o objetivo de determinar a atratividade e palatabilidade de levedura íntegra (cana-de-açúcar) e extrato de levedura na ração para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em comparação com uma ração controle. Para tanto, elaborou-se três dietas experimentais: dieta controle sem inclusão de algum tipo de levedura, dieta extrato de levedura com 5% de inclusão e dieta levedura íntegra com 5% de inclusão na ração. Doze alevinos com peso médio de 10,0±1.52 gramas e comprimento total de 8,3±0.51cm, foram distribuídos em 12 aquários com capacidade de 22 litros. Para alimentação, realizou-se um sorteio aleatório das dietas oferecidas para cada peixe, os animais foram alimentados três vezes ao dia, os 3 tipos de alimentos foram oferecidos para todos os peixes durante o dia nos horários 9h, 13h e 16h. Ofereceu-se 30 pellets por alimentação e a filmagem foi feita por um tempo de três minutos, analisou-se os seguintes comportamentos: tempo de captura do primeiro pellet, número de rejeições, número de aproximação sem captura de pellet e número de pellets consumidos. Os vídeos foram avaliados e calculado o índice de atratividade e palatabilidade. A dieta controle apresentou o IAP de 61,66%, a dieta extrato de levedura obteve o IAP de 62,43% e a dieta levedura íntegra apresentou 57,45%. Em relação ao consumo a dieta controle apresentou 74,60%, a dieta extrato de levedura 71,13% e a dieta de levedura íntegra apresentou 66,60%. As dietas experimentais não apresentaram diferença significativa, indicando que a suplementação de levedura íntegra e seus derivados podem ser utilizados na ração sem comprometer a aceitação do alimento.

PALAVRAS-CHAVE: Atrativo alimentar; comportamento alimentar; nutrição.

1. Introdução

Com o crescimento da produção de tilápia no Brasil em decorrente ao aumento da demanda no mercado nacional (IBGE, 2019; Peixe BR, 2023), compreende-se que haja uma busca maior e utilização de ingredientes de alta qualidade para a formulação das dietas artificias que atendam às exigências da espécie (Boscolo et al., 2005; Alves et al., 2020).

Na alimentação de peixes, os ingredientes de origem animal são considerados mais atrativos e palatáveis (Faria et al., 2008). A atratividade é responsável em detectar inicialmente o alimento, utilizando do estímulo visual e os quimiorreceptores, a palatabilidade é responsável pela seleção final do alimento onde é determinada pela associação de aspectos químicos e físicos, baseando-se no odor, na textura, no tamanho, na temperatura e o sabor (Bourgeois, 2004).

Os peixes possuem órgãos sensoriais que são utilizados durante o consumo, os animais utilizam para separar alimentos que irão lhe proporcionar sensações agradáveis ou desagradáveis antes e após o consumo, podendo ser visualizado por unidades comportamentais (Pastore et al., 2013, Tantikitti, 2014).

Essas unidades comportamentais compreendem uma série de movimentos corporais dos animais que podem ter curta ou longa duração (Freitas e Nishiba, 2011). A atratividade conduz o animal as primeiras respostas comportamentais na alimentação que são a orientação, a detecção e a natação em direção a ração, de modo que a palatabilidade provoca no animal a iniciação da alimentação e promove a continuidade desta (Al-Souti et al., 2019; Pastore et al., 2013). Podendo ser definida pelo tempo que o animal leva para se aproximar e iniciar o consumo da ração. A palatabilidade é verificada pela capacidade dos animais de reconhecerem substâncias agradáveis ao paladar e decidirem se engolem ou rejeitam, bem como o tempo de saciedade do animal (Alves et al., 2020).

Existem algumas substâncias que foram observadas como atrativo e palatável para peixes, como aminoácidos livres e nucleotídeos (Al-Soulti et al., 2019). O extrato de levedura é oriundo do processo de hidrólise da levedura sendo liberado um conteúdo rico em nucleotídeos de dentro das células, de grande consideração nas fases de crescimento e juvenil. É um produto de alta digestibilidade proteica e com excelente perfil de aminoácidos e palatabilidade. (Gaiotto, 2005).

Na aquicultura, a levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) vem sendo estudada como um ingrediente proteico alternativo, seu teor de proteína pode superar 45% e sua concentração de aminoácidos essenciais, como lisina, triptofano e treonina é satisfatória (Roepcke, 2007).

A levedura S. *cerevisiae* é um fungo unicelular, heterotrófico e facultativo (Santos et al., 2018). As características da estrutura celular das leveduras a maioria são baseadas na espécie S. *cerevisiae* (Amorim, 2005). A levedura *(Saccharomyces* sp.) pode ser usada na alimentação humana e animal (Peixoto, 1996, Costa, 2004), é reconhecida como fonte de proteínas e rica em vitaminas do complexo B (Koch, 2015).

A utilização de levedura íntegra assim como derivados do seu processamento, estão sendo utilizados na composição de rações para organismos aquáticos (Koch, 2015) com intuito de melhorar as respostas de desempenho produtivo, beneficiar o sistema imune não específico, aumentado a resistência contra infecções bacterianas (Ortuno et al., 2003). Além disso, segundo Hisano et al. (2004), a levedura se destaca por sua biossegurança e fácil incorporação a mistura durante o processamento da ração.

Dessa forma, o presente estudo objetiva avaliar a atratividade e palatabilidade com inclusão de levedura e extrato de levedura em comparação com a ração controle para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

2. Metodologia

2.1 Ensaio

O ensaio ocorreu no laboratório de Estudos em Manejo na Aquicultura (GEMAq), na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* de Toledo/PR, Brasil. Foram executados de acordo com as normas técnicas de biossegurança e Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUAP da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, protocolo nº P014/22.

Foram utilizados 12 alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus)* com o peso médio de 10,0±1,52 gramas, comprimento total de 8,3±0,51cm e comprimento parcial de 6,1±0,51cm. Distribuídos em aquários de vidro temperado com 22 litros de capacidade com a tampa do mesmo material e um orifício circular de 5 cm de diâmetro. Cada aquário possuía um sistema de aeração, controle de temperatura com termostato de 15 watts individual (figura 1). Para não comprometer o comportamento

dos peixes com a movimentação no laboratório, foi inserida uma estrutura de material MDF ao redor dos aquários (figura 2). Os alevinos foram adquiridos em uma piscicultura comercial da região e transportados ao laboratório em caixas de transporte isotérmicas com oxigenação constante.

Figura 1: Local do experimento.

Fonte: A autora (2022).

Figura 2: Local do experimento e estrutura de MDF.

Fonte: A autora (2022).

Para o monitoramento da qualidade da água foram realizados três períodos (início, meio e fim do período experimental). Foram analisados o ph, níveis de amônia total e nitrito, através de kit colorimétrico da marca LabconTest®. Durante todo o experimento os aquários foram limpos através do método de sifonagem e realizada a renovação da água removendo 1/3 (um terço) da água todos os dias do experimento.

Os peixes passaram por um período de adaptação e treinamento de 7 dias para quantificar o número de pellets necessário até a saciedade aparente. Neste período, os peixes foram alimentados com a dieta controle. Após o período de adaptação iniciou o experimento de atratividade e palatabilidade.

Para cada alimentação foram fornecidos 30 pellets por peixe, foi realizado um sorteio aleatório de cada dieta experimental. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições ao dia (9 h – 13 h -16 h), todos os peixes foram alimentados com as três dietas experimentais todos os dias, realizou um sorteio aleatório.

O ensaio teve duração de 12 dias, cada 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, totalizando 432 filmagens. Para análise do comportamento alimentar foram registrados o tempo de captura do primeiro pellet (segundos), número de rejeição do pellet após captura, número de aproximação sem haver a captura do pellet e o número de pellets consumidos. Os vídeos foram avaliados e os dados obtidos submetidos ao cálculo de acordo com a metodologia de (Kasumyan e Morsi, 1996; Kasumyan e Doving, 2003; Kasumyan e Sidorov, 2012) e o índice de atratividade e palatabilidade (IAP).

2.2 Avaliação de atratividade e palatabilidade

A avaliação do IAP foi realizada de acordo com a metodologia de Hattori et al. (2023), considerando diferentes elementos associados ao comportamento alimentar. Cada parâmetro foi sugerido em porcentagem, sendo eles:

- Parâmetro Tempo de Captura: considerando TCP o tempo de captura do primeiro pellet e T_F o tempo de filmagem, em segundos;

$$P_{TCP} = 100 - \left(\frac{TCP}{T_F} \times 100\right)$$

- Parâmetro Consumo: sendo CP o número de pellets consumidos, ou seja, a ingestão; e NP o número de pellets oferecidos;

$$P_{CP} = \left(\frac{CP}{NP} \times 100\right)$$

- Parâmetro Tempo de Consumo: onde T_{Total} será o tempo de consumo de todos os pellets. Para este parâmetro há as seguintes condições: será considerado nulo se não houver captura de peletes ou caso não sejam consumidos todos os pellets;

$$P_{TCT} = 100 - \left[(T_{Total} - TCP) \times \frac{100}{T_F}\right]$$

- Parâmetro Rejeição: sendo NRP o número de rejeições dos pellets.

$$P_{NRP} = \frac{NRP}{NP} \times 100$$

Após os cálculos dos parâmetros, foi calculado o índice de atratividade e palatabilidade. Nessa equação, quando não houver interação do peixe com o alimento, considera-se o índice de atratividade e palatabilidade como nulo.

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

Os dados obtidos foram avaliados quanto a normalidade dos erros (Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (teste de Levene), posteriormente submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA), realizado o teste de comparação de Tukey em nível de 5% de significância. As análises foram efetuadas por meio do programa computacional Statistic 7.1® (2005).

2.3 Dieta experimental

Foram produzidas três dietas experimentais, dieta controle sem inclusão de leveduras (DC), dieta com inclusão de 5% de levedura íntegra (LI) e dieta com inclusão de 5% de extrato de levedura (LE). As dietas experimentais foram elaboradas de acordo com as necessidades nutricionais para a espécie avaliada no experimento (Furuya, 2013). As tabelas 1 e 2 demonstram os ingredientes utilizados e a composição química utilizada na dieta experimental.

Tabela 1: Ingredientes das dietas experimentais para avaliação de atrato-palatabilidade em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Valores em porcentagem (%).

Ingredientes	Dietas		
	Dieta Controle	Extrato de levedura	Levedura íntegra
Concentrado de soja proteico	270,00	246,44	250,00
Milho em grão	250,00	250,00	250,00
Farinha de vísceras de aves	150,00	150,00	150,00
Farinha de trigo	121,36	95,28	95,88
Farinha de penas	80,00	80,00	80,00
Farinha de sangue	45,75	43,29	41,31
Óleo de soja	38,42	41,54	38,25
Fosfato bicálcio	14,43	13,68	13,19
Premix peixes	10,00	10,00	10,00
L-Treonina	5,13	5,03	5,00
Sal comum	5,00	5,00	5,00
DL- Metionina	4,24	4,22	4,20
L-Lisina HCL	3,76	3,35	3,43
Calcário	1,68	2,12	2,35
Extrato de levedura	0,00	5,00	0,00
Levedura íntegra	0,00	0,00	5,00
Total	100,00	100,00	100,00

Tabela 2: Valores nutricionais das dietas experimentais para avaliação de atrato-palatabilidade em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Composição química (%)	Dietas		
	Dieta Controle	Extrato de levedura	Levedura íntegra
ED Tilápia kcal/kg	3500,00	3500,00	3500,00
Amido	24,94	23,00	23,00
Gordura	7,56	7,88	7,52
Proteína Bruta	4,00	4,00	4,00
Fenil+Tir	3,37	3,19	3,32
Leucina Total	3,12	3,11	3,09
Arginina Total	2,76	2,72	2,71
Lisina Total	2,60	2,60	2,60
Valina Total	2,25	2,23	2,25
Treonina Total	2,20	2,20	2,20
Metionina+cistina	1,77	1,75	1,74
Isoleucina Total	1,63	1,66	1,66
Cálcio	1,20	1,20	1,20
Histidina Total	1,03	1,02	1,01
Metionina	1,00	1,00	1,00
Fósforo Total	1,00	1,00	1,00
Triptofano Total	0,45	0,45	0,45
Sódio	0,33	0,33	0,34
Total	100,00	100,00	100,00

ED: Energia Digestível.

As dietas experimentais foram fabricadas na fábrica de ração do Gemaq (Grupo de Estudos e Manejo em Aquicultura). Para a produção das rações, inicialmente foram selecionados e misturados todos os ingredientes sólidos, em seguida triturados 2 vezes, na peneira 0,5 mm. A mistura foi colocada em um misturador mecânico do tipo ‘Y’ (modelo MA 200, marca Marconi Equipamentos Laboratoriais, Piracicaba-SP, Brasil) por 15 minutos e posteriormente umidificada com 22% de água para o processamento de extrusão. Após esse processo foram acondicionadas em estufa a 55ºC para secagem por 24 horas.

2.4 Análises químicas

As análises químicas da levedura íntegra e o extrato de levedura utilizadas na dieta experimental estão apresentadas na tabela 3 quanto aos níveis de garantia. As rações foram analisadas quanto à porcentagem de proteína bruta, matéria seca e matéria mineral seguindo a metodologia apresentada pelo Instituto Adolfo Lutz (2004). Essas análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Alimentos (LQA) do Gemaq (tabela 4).

Tabela 3: Níveis de garantia dos nutrientes levedura cana-de-açúcar e extrato de levedura.

Níveis de garantia (%)	Levedura Íntegra	Extrato de levedura
Proteína	37,8	40,0
Nucleotídeos	9,0	5,0
Fibra bruta	2,0	NI

NI: não informado.

Tabela 4: Composição química em porcentagem das dietas experimentais para avaliação de atrato-palatabilidade para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (com base na matéria seca).

Parâmetros (%)	Controle	Extrato de levedura	Levedura íntegra
Matéria seca	98,50	98,40	91,60
Proteína bruta	41,65	42,13	40,82
Matéria mineral	5,41	3,58	5,39

Os valores da composição química estão dentro dos valores indicados para a espécie (Choi et al., 2009). Segundo Kubitza (1999), para um adequado crescimento, reprodução e saúde, são necessários aminoácidos essenciais para a formação e regeneração de grande parte dos tecidos e proteínas específicas dos peixes, energia para manutenção do metabolismo, ácidos graxos essenciais e minerais os quais são importantes para a formação de ossos e dentes.

3. Resultados

Os parâmetros avaliados neste experimento não apresentaram diferença estatística significativa (P> 0,05). O índice de atratividade e palatabilidade (IAP) da dieta controle foi de 61,66%, a dieta extrato de levedura 62,43% e a dieta levedura íntegra obteve 57,45%, sendo inferior aos demais tratamentos. Quanto ao consumo de pellets, o maior valor encontrado foi observado na dieta controle com 74,60% e o menor valor na dieta de levedura íntegra com 66,60%, já a dieta extrato de levedura apresentou 71,13%.

Em relação ao número de rejeição a dieta com levedura íntegra apresentou 0,61 representando um valor superior quando comparamos as demais dietas experimentais, a dieta de extrato de levedura apresentou 0,14 e a dieta controle apresentou 0,03 de rejeição.

O número de aproximação sem ingestão não apresentou diferença significativa. O tempo da primeira captura dos pellets a dieta levedura íntegra apresentou um valor inferior em comparação com as demais dietas, embora não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (tabela 5).

Tabela 5: Resultados dos parâmetros avaliados de atratividade e palatabilidade de leveduras na alimentação para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Tratamentos	IAP(%)	Ingestão (%)	Número de rejeição	Número de Aproximação sem captura	Tempo de captura do 1º pellet
Controle	61,66	74,60	0,03±0,12	0,21±0,27	15,99±16,00
Extrato de levedura	62,43	71,13	0,14±0,29	0,22±0,30	14,72±16,55
Levedura íntegra	57,45	66,60	0,61±1,33	0,22±0,35	11,55±10,65

IAP: Índice de atratividade e palatabilidade.

4. Discussão

O comportamento alimentar de peixes é controlado por várias modalidades e possuem o maior número de papilas gustativas comparando-se a outros animais (Ishimaru et al., 2005; Moraes, 2016). A palatabilidade se caracteriza por um alimento agradável ao paladar, onde se avalia as preferências em função do consumo respectivo de dois alimentos diferentes disponíveis, através da aceitação. O

conhecimento do comportamento alimentar é de extrema importância para o manejo dos peixes (Volpato, 2007; Broom & Fraser, 2010).

Algumas substâncias que foram observadas como atrativo e palatável para peixes são aminoácidos livres e nucleotídeos (Al-Souti et al., 2019). O extrato de levedura é originado da autólise da parede celular da levedura integra, ocorre a liberação do conteúdo rico em proteína e apresenta cerca de 40% de aminoácidos livres e 5 a 7% de nucleotídeos, baixa fibra favorecendo a digestibilidade da mesma (Vilella et al. 2000).

O extrato de levedura pode ser considerado como alimento funcional, ou seja, além do uso como probiótico pode atuar como aporte nutricional (Fegam, 2006). O extrato de levedura de escolha utilizado no experimento apresenta cerca de 5% de nucleotídeos e 40% de proteína dados apresentados na tabela 3.

Os nucleotídeos consistem em uma base heterocíclica púrica ou pirimídica, um açúcar com cinco átomos de carbono e um ou mais grupos fosfato que são formados nas células durante a degradação metabólica dos nucleotídeos (Lehninger,1991). Carver e Walker (1995) estudaram o papel dos nucleotídeos na nutrição humana, avaliando os benefícios sobre o sistema imune, crescimento e desenvolvimento do intestino delgado, metabolismo de lipídios e função hepática.

A levedura devido ao seu elevado valor nutricional e propriedades físico-químicas desejáveis, se apresenta como uma alternativa tecnológica favorável para aplicação em diversas formulações de alimentos (SGARBIERI et al., 1999).

Hisano et al. (2008), em seu estudo verificou a composição nutricional e digestibilidade de diferentes leveduras para tilápia do Nilo, a levedura íntegra apresentou alto teor proteico e boa digestibilidade de nutrientes e aminoácidos, concluiu que o processo de autólise da levedura melhora a digestibilidade da matéria seca, proteína e energia da maior parte dos aminoácidos.

Neste estudo a levedura íntegra utilizada na dieta tem 37,8% de proteína, o extrato de levedura contém 40% de proteína. A composição química da dieta com inclusão de 5% de levedura íntegra e 5% de extrato de levedura, ambas dietas apresentaram proteína bruta de 40% a 42%. Em relação aos nucleotídeos a levedura íntegra possui 9,0% e o extrato de levedura apresenta 5,0%.

De acordo com Roepcke (2007), a levedura possui um teor de proteína que pode superar 45% e sua concentração de aminoácidos essenciais, como lisina, triptofano e treonina é satisfatória.

Caballero-Córdoba et al. (1997), realizaram um estudo analítico para determinação da composição química da levedura *Saccharomyces cerevisiae,* a biomassa da levedura constitui uma fonte abundante de proteína variando de 70 a 80%. A levedura revelou-se também uma excelente fonte de microelementos como selênio, cromo e níquel. Constituindo de uma boa fibra alimentar.

A *Single cell protein* (SCP) que correspondem a partículas de microrganismos desidratadas provenientes de leveduras, algas e bactérias que, por sua vez, podem ser usadas como fonte de proteína destinadas à alimentação de animais e humanos (Najafpour, 2015). Bezerra (2021), avaliou a palatabilidade da SPC com diferentes níveis de inclusão na ração para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), e indicaram boa aceitação de todas as rações experimentais, com valores médios superiores a 85% para eficiência de captura e ingestão, a rejeição de pellets foi abaixo de 5% (com exceção da ração com inclusão de 12% SCP que atingiu quase 20%).

Neste estudo, a dieta com 5% de inclusão de levedura íntegra apresentou 71,13% de ingestão, a dieta com inclusão de 5% de extrato de levedura apresentou 66,60% de ingestão, a dieta controle apresentou resultado semelhante a dieta de levedura. Esses resultados demonstram que a inclusão a 5% de ambos os ingredientes não interfere na aceitação da ração.

Silva e Pezzato (2000), avaliaram a efetividade química de atração de diferentes ingredientes e o comportamento alimentar de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), foram avaliados 14 tipos de ingredientes, entre eles a levedura cana-de-açúcar, na metodologia utilizada tal ingrediente foi classificado de médio atrato-palatabilidade em comparação com os demais ingredientes avaliados. Neste trabalho, foram testados a levedura íntegra (cana-de-açúcar) que obteve um índice de atratividade e palatabilidade de 57,45% e o extrato de levedura que apresentou um IAP de 62,43%. Indicando que ambos os ingredientes não comprometem a aceitabilidade do alimento.

Em uma pesquisa realizada por Meurer et al. (2000), onde avaliou-se o desempenho e consumo alimentar de diferentes inclusões de levedura, concluiu-se que a levedura de cana seca pelo método spray-drier até o nível de 6,0% de inclusão na ração proporcionou melhor desempenho e não afetou o consumo da ração para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Neste estudo a dieta contendo levedura apresentou 66,60% de consumo e a dieta extrato de levedura obteve 71,13% de consumo, comparando com a dieta

controle que apresentou um consumo de 74,60% a dieta de levedura obteve um valor inferior.

Miranda (2012), em seu trabalho avaliou diferentes inclusões (0%-0,5%-1%-1,5%-2%-2,5%) de levedura cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae)* na alimentação para Lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*), não apresentou diferença significativa pelo teste de regressão linear em relação ao consumo diário de ração.

Neste trabalho, com a espécie tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com inclusão de 5% de levedura, a dieta contendo levedura apresentou 66,60% de consumo, já a dieta controle obteve 74,60% de consumo. No entanto, não apresentaram diferenças significativas (P > 0,05) entre as dietas, indicando que há uma aceitabilidade da levedura nível de 5% de inclusão na ração.

5. Considerações finais

Deve ser considerado uma combinação de fatores quando falamos de comportamento alimentar. Entre eles, o número de pellets ingeridos a frequência de visita aos comedores, a qualidade e a temperatura da água.

A atratividade e palatabilidade são importantes para verificar uma aceitabilidade de um determinado ingrediente na formulação da ração. Esses aspectos avaliados têm a finalidade de proporcionar um melhor desempenho zootécnico e evitar baixa qualidade água, quando o alimento é aceito pelo animal evita desperdícios de ração.

Neste estudo os parâmetros avaliados não apresentaram diferença significativa (P> 0,05) entre os tratamentos. Ambos os tratamentos podem ser utilizados na ração sem comprometer a atratividade e a palatabilidade. Sugere-se que estes ingredientes sejam adicionados na formulação da ração como probióticos em situações de estresse ou estados patológicos. Além de auxiliar na digestibilidade dos nutrientes presentes na ração.

Referência Bibliográfica

ALVES, D. R.S.; OLIVEIRA, S. R.; LUCZINSKI, T. G.; BOSCOLO, W. R.; BITTENCOURT, F; SIGNOR, A; DETSCH, DT (2020). **Attractability and palatability of liquid protein hydrolysates for Nile tilapia juveniles.** Aquaculture Research, 51, 4 pp 1681-1688.

Al-SOUTI, A.; GALLARDO, W.; CLAREBOULDTt, M.; MAHGOUD, O. (2019). **Attractability and palatability of formulated diets incorporated with chicken feather and algal meals for juvenile gilthead seabream, Sparus aurata**. Aquaculture Reports.14:1-6.

AMORIM, H. V. (2005). **Fermentação alcoólica: ciência e tecnologia**. Piracicaba: Fermentec, 448 p.

BEZERRA, G. S. (2021). **Inclusão de Single Cell Protein em dietas para peixes: uma avaliação sobre a palatabilidade**. Tese doutorado.

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(6): 1807-1812.

BOURGEOIS, H. (2004**). O Livro da palatabilidade em cães e gatos**. Royal Canin, n. 24.

CABALLERO-CÓRDOBA, G. M.; PACHECO, M. T.; SCARBIERI, V. C. (1997). **Composição química da biomassa da levedura íntegra (e determinação do valor nutritivo da proteína em células íntegras ou rompidas mecanicamente**. Ciência e tecnologia alminentar, 17 (2): 102-106.

CARVER, J. D.; WALKER, W. A. (1995). **The role of nucleotides in human nutrition. Nutritional Biochemistry**, New York, v. 6, p. 58-72.

CHOI, Y. J.; HUR S.; CHOI, B. D.; KONNO, K.; PARK, J. W. (2009). **Enzymatic hydrolysis of recovered protein from frozen small croaker and functional properties of its hydrolysates**. Journal of Food Science, *74*(1), 17-24.

COSTA, L. F. (2004**). Leveduras na nutrição animal**. Revista Eletrônica Nutritime, v.1, n°°°°1, p.01-06.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture** (2022). Sustainability in action. Rome.

FARIA, A. C. E. A.; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E. M.; SOARES, C. M. (2001**). Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo Oreochromis niloticus L. linhagem tailandesa**. Acta Scientarum, 23: 903-908.

FRACALOSSI, D. M.; Cyrino, J. E. P. (Org.). **NUTRIAQUA Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Vol. 1. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Florianópolis, p. 295-308.

FREITAS, E. G.; NISHIDA, S. M. (2011). **Métodos de estudo do comportamento animal**. In. Yamamoto, M. E.; Volpato, G. L. 2011. Comportamento animal. 2ª edição. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. p.48-87.

FURUYA, W. M., Michelato, M., Graciano, T. S., Vidal, L. V. O., Xavier, T. O., Furuya, V. R. B., & de Moura, L. B. (2013). **Exigência de lisina digestível para a tilápia-do-Nilo de 87 a 226 g alimentada com dietas balanceadas para a relação arginina: lisina**. Semina: Ciências Agrárias, *34*(4), 1945-1954.

GAIOTTO, J. R. 2005. **Utilização de levedura de cana-de-açúcar (Saccharomyces cerevisiae) e seus subprodutos na alimentação de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*).** Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga.

HATTORI, J. F. A.; ALVES, D. R. S.; OLIVEIRAA, S. R.; ALMEIDA, A. A. S.; BOSCOLO, W. R. (2022). **Atratividade e palatabilidade de hidrolisados líquidos para alevinos de Dourado (Salminus brasilienses).**

HISANO, H.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FREIRE, E. S.; GONÇALVES, G. S.; FERRARI, J. E. C. (2004). **Zinco e levedura desidratada de álcool como pró-nutrientes para alevinos de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus).** Acta Scientiarum: Animal Sciences, Maringá, v. 26, n. 2, p.171-179.

HISANO, H. (2005). **Levedura desidratada integra, autolisada e componentes da parede celular como pro-nutrientes para a tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Botucatu, SP: UNESP.

HISANO, H.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; SAMPAIO, F. G. (2008). **Composição nutricional e digestibilidade aparente da levedura íntegra, da levedura autolisada e da parede celular pela Tilápia do Nilo**. Ciência Animal Brasileira, v. 9, n. 1, p. 43-49.

IBGE - **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA/PPM - PESQUISA DA PECUÁRIA MUNICIPAL** (2019).

ISHIMARU, YS; OKADA, H; NAITO, T; NAGAI, A; YASUOKA, I; MATSUMOTO, KABE. (2005**). Two families of candidate taste receptors in fishes**. Mech. Dev., 122(12): 1310–1321.

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., & 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., & 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.

KOCH, J. F A.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; KOBERSTAIN, C. T. D. R.; TEXEIRA, C. P.; JUNIOR, A. C. F.; NAKAGOME, F. K. (2015**). Levedurs íntegra e**

autolisada como pronutriente em dietas de tilápia do Nilo durante a fase de masculinização. Veterinária e Zootecnia; 22(2): 254-267.

KUBITZA, F. (1999). **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados. Jundiaí**. 123p.

MEURER, F.; HAYASHE, C.; SOARES, C. M.; BOSCOLO, W. R. (2000). **Utilização de levedura spray dried na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus)**. Acta Scientiarum 22(2):479-484, ISSN 1415-6814.

MIRANDA, L. T. V. (2012). **Levedura (Saccharomyces cerevisiae) em dietas para Lambari-do-rabo-amarelo (Astyanax altiparanae)**.

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.

ORTUÑO, J.; ESTEBAN, M. A.; MESERGUE, J. (2003). **The effect of dietary intake of vitamins C and E on the stress response of gilthead seabream (Sparus aurata L.)** p. 145-156.

PASTORE, S. C.G.; GAIOTTO, J. R.; RIBEIRO, F. A. S.; NUNES, A. J. P. (2013). **Formulação de rações e boas práticas de fabricação**.

PEIXE BR (2023). **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA**. Anuário 2023. https://www.peixebr.com.br.

PEZZATO, L. E., SILVA, E. M. P. (2000). **Respostas da Tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) à Atratividade e Palatabilidade de Ingredientes Utilizados na Alimentação de Peixes**. Rev. bras. zootec., 29(5):1273-1280.

ROEPCKE, C. B. S. (2007). **Desenvolvimento de bioprocesso para produção de biomassa de levedura rica em zinco orgânico.** Tese Mestrado. Curitiba, PR, UFPR.

SANTOS, M. S. M.; CARDOSO, C.; SILVA, E. M.; BATISTOTE, M. (2018). **Potential of saccharine substrates for ethanol production**. Orbital, v. 10, n. 1, p. 14–21. DOI: 10.17807/orbital. v10i1.1013.

SGARBIERI, V. C.; ALVIM, I. D.; VILELA, D. S. E.; BALDINI, S. L. V.; BRAGAGNOLO, N. (1999). **Produção piloto de derivados de levedura (Saccharomyces sp) para uso como ingrediente na formulação de alimentos.** Brazilian Journal Food Technology, Campinas, v.2, n.1, p.119-125.

TANTIKITTI, C. (2014). **Feed palatability and the alternative protein sources in shrimp feed.** Songklanakarin journal of science and technology.36:51-55.

VILELA, E. S. D.; SGARBIERI, V. C.; ALVIM, I. D. (2000). **Determinação do valor protéico de células íntegras, autolisado total e extrato de levedura (Saccharomyces sp.).** Rev. Nutr., Campinas, 13(3): 185-192.

VOLPATO, G. L.; FREITAS, E. G.; CASTILHO, M. F. (2007). **Insights into the concept of fish welfare**. Diseases of Aquatic Organisms, 75,165-171**.**

Artigo 2: Atratividade e palatabilidade de ração encapsulada de isolado proteico de soja, maltodextrina e goma arábica para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Vanessa Lopes FERNANDES[1], Celma NEGRINI[1,3], Jahina Fagundes de Assis HATTORI, Luci Emi OGAVA[1], Márcia Regina PIOVESAN[1], Wilson Rogério BOSCOLO[1]

[1]Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Brasil.
[2] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Brasil.
[3]Departamento de Engenharia e Exatas, Universidade Federal do Paraná, Palotina, Brasil.
Autor correspondente: Vanessa Lopes Fernandes (vanessalfernandes@outlook.com)

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a atratividade e palatabilidade de encapsulados para alevinos de tilápia do Nilo *(Oreochromis niloticus)*. Arraçoados com quatro dietas experimentais contendo encapsulado de proteína isolada de soja, encapsulado de goma arábica, encapsulado de maltodextrina e ração controle. Doze alevinos distribuídos em 12 aquários com capacidade para 22 litros foram alimentados quatro vezes ao dia com dietas aleatórias previamente sorteadas, todos os peixes comeram todas as dietas. Foram oferecidos 30 pellets por alimentação e a filmagem com três minutos de gravação foi avaliada quanto aos seguintes parâmetros: tempo para capturar o primeiro pellet, número de rejeições, número de aproximação sem captura de pellets e número de pellets consumidos. Posteriormente, os vídeos foram avaliados e calculado o índice de atratividade e palatabilidade. Nesta pesquisa, as dietas avaliadas não apresentaram diferença estatística em relação ao índice de atratividade e palatabilidade entre os tratamentos para a espécie de tilápia do Nilo *(Oreochromis niloticus)*. Indicando que os encapsulantes testados podem ser utilizados sem o comprometimento da aceitabilidade por parte do animal.

PALAVRAS-CHAVES: Comportamento alimentar, encapsulados, estimulante alimentar.

1. Introdução

A piscicultura é um dos ramos da aquicultura que se refere à criação de peixes de água doce e tem mostrado uma alternativa promissora para complementar a produção de pescado (Gomes et al., 2020). A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um peixe de água doce, adaptável a diferentes ambientes e resistente a variações de salinidade (Justi et. al 2005). A espécie apresenta grande potencial para a aquicultura brasileira devido a sua fácil produção e sendo comumente encontrada no comércio pesqueiro. (Vicente et al. 2014).

O Brasil tem um grande potencial para o crescimento da aquicultura pelas suas condições naturais e pelo clima favorável (Rocha, 2013). A produção brasileira de peixes de cultivo vem aumentando a cada ano, e a tilapicultura mantem um bom desempenho e já representa cerca de 64% da produção de peixes de cultivo (Peixe BR, 2023).

É a alimentação o principal encargo econômico da cadeia produtiva do pescado, sendo atribuído às dietas mais de 40% do custo operacional da piscicultura (Crivelenti et al., 2006). Segundo Pezzato (2000), os ingredientes de origem animal aumentam consideravelmente o custo da ração. Entretanto, são considerados mais atrativos e palatáveis (Faria et al. 2008).

A atratividade inicia pelo estímulo do animal a mostrar os primeiros sinais de comportamento alimentar, que compreendem na detecção e na natação em direção ao alimento (Al-Sout et al., 2019; Pastore et al., 2013).

O comportamento alimentar dos peixes é controlado por várias modalidades sensoriais. Quando comparado a outros animais, possuem o maior número de papilas gustativas, os receptores gustatórios se encontram externamente nos lábios, nas brânquias, na cavidade oral, na faringe, no esôfago e na superfície corporal e apêndices, como barbilhões e nadadeiras (Ishimaru et al., 2005; Moraes, 2016).

A alimentação é o processo pelo qual um animal seleciona itens alimentares específicos dentre as fontes presentes no meio, sendo norteado pelos constituintes químicos do alimento e pela sua quimiosensibilidade (ADAMS et al., 1988).

Segundo Bourgeois (2004), a palatabilidade do alimento é determinada pela associação de aspectos químicos e físicos que se baseiam no odor, na textura, no tamanho, na temperatura e no sabor, sendo assim, a palatabilidade de um ingrediente pode ser determinante para a formulação de rações, tornando um fator limitante

durante a tomada de decisão de quais ingredientes serão utilizados, bem como suas quantidades, no que diz respeito a ingredientes de origem vegetal e animal (De Souza, 2020.; Dworjanyn et al. 2007; Glencroo et al. 2007).

Outro aspecto é a busca por métodos e ingredientes para rações, como por exemplo a proteína encapsulada (Miranda, 2010). Os subprodutos do frango como penas, vísceras, fragmentos de carne, gordura, carcaça, sangue entre outros, são bastante utilizados na produção de farinha. Alguns desses ingredientes possuem baixa digestibilidade devido ao alto teor de queratina apesar de todo o processamento de cocção, outro processamento utilizado é a hidrólise, compreende na quebra de moléculas maiores em moléculas menores, como no caso da proteína em peptídeos facilitando a disponibilidade da proteína para melhor absorção (Ogava, 2023).

No entanto, alguns desses peptídeos potencialmente bioativos podem sofrer ação de enzimas e inatividade ao longo do trato digestivo do animal. Uma alternativa para proteger e garantir sua total bioatividade é a utilização do processo de encapsulação (Gharsallaqui et al., 2007; Mohan et al., 2015).

A proteína encapsulada é formada através do processo de empacotamento de materiais sólidos, líquidos ou gasosos em cápsulas de dimensões milimétricas, ou até micro e nanométricas, as quais podem liberar o conteúdo de forma controlada e sob condições específicas (Favaro-Trindade et al, 2008).

A encapsulação na indústria de alimentos, é bastante utilizada (Barbosa et al, 2005). O processo de microencapsulação é utilizado para retardar alterações que podem resultar em alteração de cor ou perda do valor nutricional (Azeredo, 2005). Atuando na redução das interações da substância encapsulada com fatores ambientais e durante o percurso no trato digestivo, melhorando sua distribuição ao longo do trato gastrointestinal evitando a absorção precoce (Pereira et al., 2018; Ogava, 2023).

Neste sentindo, o presente estudo objetivou determinar a atratividade e palatabilidade de encapsulados de isolado proteico de soja, maltodextrina e goma arábica na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo *(Oreochromis niloticus).*

2. Material e Métodos

2.1 Ensaio

O estudo ocorreu no laboratório de Estudos em Manejo na Aquicultura (GEMAq), na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* de Toledo/PR, Brasil. Foram executados de acordo com as normas técnicas de biossegurança e Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Protocolo nº P023/22.

2.2 Dieta experimental

A fabricação das dietas experimentais ocorreu na fábrica de ração do GEMAq. Inicialmente, foram selecionados e misturados todos os ingredientes sólidos, em seguida triturados 2 vezes, na peneira 0,5 mm. A mistura foi inserida em um misturador mecânico do tipo 'Y' (modelo MA 200, marca Marconi Equipamentos Laboratoriais, Piracicaba-SP, Brasil) por 15 minutos. Posteriormente, umidificada com 22% de água para o processamento de extrusão. Após esse processo foram colocadas em estufa a 55ºC para secagem por 24 horas.

Foram produzidas quatros dietas para o experimento, uma dieta controle sem encapsulamento contendo hidrolisado de penas (CPH), dieta encapsulada de isolado de proteína de soja, dieta encapsulada de maltodextrina e dieta encapsulada de goma arábica, elaboradas de acordo com as necessidades nutricionais para a espécie avaliada no experimento (Furuya, 2013). As tabelas (1 e 2), a seguir, apresentam os ingredientes utilizados e seus valores nutricionais na formulação de cada ração.

Tabela 1: Formulação e composição nutricional das dietas experimentais em porcentagem (%).

Ingredientes	CPH	Encapsulado Goma arábica	Encapsulado Isol. Prot. Soja	Encapsulado Maltodextrina
Soja Conc. Proteico	28,93	33,01	29,05	33,12
Milho grão	25	25	25	25
Farinha de Vísc. Aves	10	10	10	10
Penas farinha	8	8	8	8
Sangue Farinha	4	4	4	4
Óleo de soja	3,85	4,53	4,58	4,46
BRF PHF	3	0	0	0
Encap. HVIPS	0	0	3	0
Encap. HVGA	0	3	0	0
Encap. HVM	0	0	0	3
Fosfato bicálcico	1,92	1,87	1,89	1,89
Premix Peixe	1	1	1	1
L-treonina	0,52	0,53	0,52	0,51
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-Metionina	0,42	0,43	0,43	0,43
Calcário	0,34	0,42	0,42	0,39
L-lisina	0,32	0,35	0,34	0,32
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

CPH: Controle Hidrolisado de Penas. HV: Hidrolisado de vísceras. Encap. HVIPS: Encapsulado isolado de proteína de soja. Encap. HVM: Encapsulado de maltodextrina. Encap. HVGA: Encapsulado de goma arábica.

Tabela 2: Valores nutricionais das dietas experimentais para avaliação de atrato-palatabilidade em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Nutriente %	CPH	Encapsulado Goma Arábica	Encapsulado Isol. Prot. Soja	Encapsulado Maltodextrina
ED tilápia (kcal/kg)	3500	3500	3500	3500
Proteína bruta	40,00	40,00	40,00	40,00
Amido	24,98	21,26	24,29	23,58
Gordura	7,05	7,49	7,64	7,44
Fenilalanina+Tirosina	3,22	3,41	3,22	3,42
Leucina total	3,14	3,16	3,16	3,18
Arginina Total	2,79	2,84	2,83	2,86
Lisina total	2,60	2,60	2,60	2,60
Valina total	2,23	2,24	2,24	2,25
Treonina total	2,20	2,20	2,20	2,20
Metionina+Cistina	1,69	1,77	1,70	1,76
Isoleucina total	1,66	1.67	1,68	1,69
Cálcio	1,20	1,20	1,20	1,20
Histidina Total	1,04	1,05	1,05	1,05
Fósforo total	1,00	1,00	1,00	1,00
Metionina Total	1,00	1,00	1,00	1,00
Triptofano total	0,46	0.46	0,46	0,47
Sódio	0,30	0,30	0,30	0,30
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

CPH: Controle Hidrolisado de Penas. Isol. Prot. Soja: Proteína Isolada de Soja. ED: Energia Digestível.

2.3 Encapsulamento

A encapsulação é um processo de empacotamento de partículas, por exemplo, compostos de sabor, pigmentos, acidulantes, nutrientes, enzimas, conservantes, em cápsulas comestíveis. Alguns dos objetivos da encapsulação de componentes de alimentos são: reduzir as interações do núcleo com fatores ambientais. Os carboidratos são os materiais mais utilizados para encapsulação, graças à sua capacidade de se ligar a compostos de sabor, além de sua diversidade e baixo custo (Azeredo, 2005).

2.3.1 Metodologia da microcápsula

O encapsulamento foi realizado através do método spray dryier (MSDi 1.0, Labmaq do Brasil, Ribeirão Preto/SP, Brasil) e a proporção parede e hidrolisado e as condições do processo foram baseados nos trabalhos de Ortiz et al. (2008) e Kurosawa et al. (2009) (Tabela 3). Os materiais encapsulantes maltodextrina e goma arábica, foram diluídos em 300mL de água destilada seguida do hidrolisado previamente pesado e agitado vigorosamente (agitador Fisatom, 713 D, Brasil a 1000 rpm/2 min) até a completa dissolução. Para o encapsulamento de isolado proteico de soja, o encapsulante foi previamente pesado, 300mL de água destilada foi adicionado e agitado vigorosamente (Ultra-turrax IKA T 25 digital 18000rpm/2min) até dissolução total e por fim, o pH foi ajustado em 8,0 (NaOH 1M ou HCl 1M). Sob agitação constante (agitador magnético Fisatom 752A), para evitar a decantação e promover homogeneidade de entrada, as soluções foram atomizadas nas temperaturas de 170 ^{0}C e proporção 5:1 maltodextrina ou goma arábica: hidrolisado de vísceras e 120 ^{0}C e proporção 2,5:1 isolado proteico de soja: hidrolisado de vísceras. A pressão de compressão do ar foi de (2–4 Bar), fluxo de ar de (3,5 L/min), bomba peristáltica alimentadora de 0,5 L/h com bico atomizador de 1 mm de abertura. O material foi coletado do ciclone base em vidro de borossilicato, pesado e estocado a temperatura ambiente até a análise (Ogava et. al, 2023).

Tabela 3: Relação do material encapsulante e encapsulado e parâmetros utilizados na produção dos encapsulados.

Material para produção Das microcápsulas	Proporção encapsulante/encapsulado (m/m)	Temperatura Torre de secagem (Cº)
Goma Arábica/Hidrolisado	5:1	170
Isolado Proteico de Soja/Hidrolisado	2,5:1	120
Maltodextrina/Hidrolisado	5:1	170

Obs.: vazão da solução (encapsulante/encapsulado) mantida a 0,5 ml/h; vazão de ar 3,5L/min.
Fonte: OGAVA et al. 2023.

Foram analisados os encapsulados utilizados no experimento quanto à porcentagem de umidade, lipídeos, proteína bruta, cinzas e carboidratos (tabela 4).

Tabela 4- Composição centesimal do material da parede e encapsulado utilizado na composição da ração.

Análise (% base seca)	Umidade	Lipídeos	Proteína Bruta	Cinzas	Carboidratos
IS: CHV 2,5:1	8,70±0,05	3,40±0,09	75,90±1,31	7,40±0,02	4,60
MD: CVH 5:1	11,60±0,17	0,20±0,03	11,20±0,33	0,70±0,02	76,30
GA: CVH 5:1	11,30±0,01	0,20±0,01	12,10±1,72	3,90±0,01	72,50
Isol. Prot. Soja	5,60±0,03	0,00	84,70±1,12	5,50±0,07	4,20
Maltodextrina	5,00±0,03	0,00	0,00	1,30±0,09	93,70
Goma Arábica	5,50±0,12	0,00	2,00±0,81	5,20±0,16	87,30
CPH	10,00±1,3	6,00±0,85	80,80±1,56	4,00±0,28	0,00

Os valores representam as médias de três determinações ± desvio padrão. CPH controle hidrolisado de penas. IS isolado proteico de soja. MD maltodextrina. GA goma arábica.
Fonte: OGAVA et al. 2023.

2.4 Metodologia

Para realização dos ensaios, foram utilizados 12 alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus)* com o peso 16,70 ± 1,57 g*,* comprimento total de 9,75±0,48 cm e comprimento parcial de 7,92 ± 0,43 cm. Distribuídos em aquários de vidro temperado com 22 litros de capacidade com a tampa do mesmo material e um orifício circular de 5 cm de diâmetro. Cada aquário havia 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 estrutura ao redor dos aquários (figura 1). Os alevinos foram adquiridos em uma piscicultura comercial da região e transportados ao laboratório em caixas de transporte isotérmicas com oxigenação constante.

Figura 1: Local do experimento com estrutura de MDF.

Fonte: A autora (2022).

Para o monitoramento da qualidade da água foram realizadas três etapas (início, meio e fim do período experimental). Foram analisados o PH, níveis de amônia total e nitrito, através de kit colorimétrico da marca LabconTest.

Os peixes passaram por um período de adaptação e treinamento de 7 dias para que se acostumassem a presença humana, para o registro de comportamento alimentar durante o ensaio de alimentação e quantificar o número de pellets necessário até saciedade aparente. Durante o período de adaptação, os peixes foram alimentados com a dieta controle. Após teve início o ensaio de atrato-palatabilidade. Em cada alimentação, foram fornecidos 30 pellets por peixe distribuídos por delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições ao dia (8h, 11h, 14h e 17h).

O ensaio teve duração de 12 dias, 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. Totalizando 576 filmagens. Registrados o tempo de chegada dos animais ao alimento, tempo de captura do primeiro pellet, número de rejeição do pellet após captura, número de aproximação sem haver a captura do pellet e número de pellets consumidos. Posteriormente os vídeos foram avaliados e calculado o índice de atratividade e palatabilidade. O comportamento alimentar foi calculado de acordo com a metodologia de por (Kasumyan e Morsi, 1996; Kasumyan e Doving, 2003; Kasumyan e Sidorov, 2012).

2.5 Avaliação de atratividade e palatabilidade

A avaliação do IAP foi realizada de acordo com a metodologia de Hattori et al. (2023), considerando diferentes elementos associados ao comportamento alimentar. Cada parâmetro foi sugerido em porcentagem, sendo eles:

Parâmetro Tempo de Captura: considerando TCP o tempo de captura do primeiro pelete e o tempo de filmagem, em segundos;

$$P_{TCP} = 100 - \left(\frac{TCP}{T_F} \times 100\right)$$

Parâmetro Consumo: sendo CP o número de pellets consumidos, ou seja, a ingestão; e NP o número de pellets oferecidos;

$$P_{CP} = \left(\frac{CP}{NP} \times 100\right)$$

Parâmetro Tempo de Consumo: onde T total será o tempo de consumo de todos os pellets. Para este parâmetro há as seguintes condições: será considerado nulo se não houver captura de pellets ou caso não sejam consumidos todos os pellets;

$$P_{TCT} = 100 - \left[(T_{Total} - TCP) \times \frac{100}{T_F}\right]$$

Parâmetro Rejeição: sendo NRP o número de rejeições dos pellets.

$$P_{NRP} = \frac{NRP}{NP} \times 100$$

Após as etapas descritas anteriormente, foi calculado o índice de atratividade e palatabilidade. Nessa equação, quando não houver interação do peixe com o alimento, considera-se o índice de atratividade e palatabilidade como nulo.

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

Os dados obtidos foram submetidos a normalidade dos erros (Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (teste de Levene), posteriormente a análise de variância paramétrica (ANOVA), pelo teste de comparação múltipla de Tukey em nível de 5% de significância. As análises foram efetuadas por meio do programa computacional Statistic 7.1® (2007).

3. Resultados

O índice de atratividade e palatabilidade (IAP) não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, a dieta controle (não encapsulada) apresentou 67,30% de IAP, a dieta encapsulada com goma arábica apresentou 63,88%, a dieta encapsulada maltodextrina apresentou 63,48% e a dieta encapsulada de isolado proteico de soja apresentou 69,27%. Em relação ao consumo, podemos observar que a dieta com encapsulado de goma arábica apresentou um valor de 62,86%, quando comparada com a dieta controle que apresentou 73,56%, a dieta encapsulada de

maltodextrina apresentou 66,10% e a dieta encapsulada proteína isolada de soja obteve 69,06%.

Quanto a rejeição, observa-se que a dieta encapsulada de goma arábica apresentou um valor superior de 0,85 em relação as demais dietas experimentais que variam entre 0,55 e 0,63 como mostra a tabela 5.

O número de aproximação não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, bem como o tempo de captura.

Tabela 5: Valores médios do teste de atrato-palatabilidade de encapsulados comparados a ração controle em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Tratamentos	IAP (%)	Ingestão (%)	Número de rejeição	Número de aproximação sem captura	Tempo de captura 1º pellet
CPH	67,30	73,56	0,55±1.11	0,00	21,28±22.19
Goma arábica	66,88	62,86	0,85±1.12	0,00	22,84±23.24
Maltodextrina	63,48	66,10	0,61±0.88	0,00	22,52±23.86
Prot. Isol. Soja	69,27	69,06	0,63±1.37	0,09±0.13	22,50±19.86

CPH: Controle hidrolisado de penas. IAP: Índice de atratividade e palatabilidade.

4. Discussão

Várias pesquisas foram realizadas buscando identificar a natureza química dos atrativos e estimulantes químicos em dietas para várias espécies de peixes (Kasumyan e Doving, 2003; Hara, 2011; Alves et al, 2020).

A presença ou ausência de componentes químicos ou estimulantes utilizados como atrativos na dieta para peixes determinam se o ingrediente alimentar é rejeitado ou engolido (Kasumyan e Doving, 2003). Durante o tempo em que o peixe segura o alimento na boca por um determinado período, detectam substâncias onde avaliam a palatabilidade (Kasumyan e Doving, 2003; Lokkerbirg et al., 2014; Olsen e Lundh, 2016).

Taheri et al. 2012, afirmam que a aceitabilidade de um produto também está ligada a cor, podendo sofrer diversas alterações como ingrediente, temperatura, luz entre outros.

Ogava (2023), avaliou a luminosidade de microencapsulados de GA, MD e IS. Os encapsulados de isolado de soja apresentaram menos luminosidade que goma arábica e maltodextrina, que foram semelhantes estatisticamente. A luminosidade observada por Ogava (2023) apresentou valores próximos aos observados por Mansour et al. (2020) que utilizou isolado proteico de soja como material de parede no encapsulamento de antocianina.

Neste contexto, avaliando aceitabilidade do encapsulado de proteína isolada de soja no qual apresentou uma luminosidade inferior comparado aos demais encapsulados, observamos que não apresenta diferença significativa entre os encapsulados goma arábica e maltodextrina.

Dietas microencapsuladas tem o objetivo de proteger os nutrientes e ocorrer a liberação desses nutrientes no local desejado (Pedosa Isla, 2002).

O método de atomização utilizando o spray drying para a produção de microencapsulados com hidrolisado de vísceras de frango e os materiais de parede (goma arábica, isolado proteico de soja e maltodextrina) permitiram obter micro encapsulados atestados pelas técnicas de DLS, MEV, PZ e FTIR, indicando a formação de cápsula e conformação de esfera (Ogava, 2023).

Ogava (2023), em seu estudo de avaliação de desempenho zootécnico em alevinos de tilápia do Nilo, a dieta controle CPH (controle hidrolisado de penas) e as dietas encapsuladas de isolado proteico de soja e maltodextrina não apresentaram diferença significativa, no entanto, a dieta encapsulada goma arábica apresentou os piores resultados, abaixo da dieta controle. Neste estudo foi avaliado o IAP desses ingredientes no qual não resultou em diferença estatística significativa entre as dietas testadas, embora, em relação ao consumo a dieta goma arábica apresentou resultado inferior (62,86%) comparado a dieta controle (73,56%). O número de rejeição a dieta goma arábica obteve um valor superior (0,83) comparando com as demais dietas experimentais.

Segundo Yúfera et al. (1999), o desenvolvimento de dietas microencapsuladas tem como finalidade de melhorar os índices de sobrevivência e crescimento das larvas de peixe e camarão, e ainda afirmam que larvas de Dourada (*Sparus aurata)* alimentadas com dietas micro encapsuladas obtivera o mesmo desempenho das larvas alimentadas com rotífero, sugerindo que esta consegue atender as exigências nutricionais da espécie e atender as características de uma dieta atrativa. Neste

estudo as dietas experimentais de microencapsulados obtiveram resultados semelhantes em comparação a ração controle quanto a atratividade e palatabilidade.

Honorato et al. (2013) em um trabalho sobre microencapsulados para alevinos de tilápia do Nilo em reversão sexual, concluíram que o uso de dietas micro encapsuladas é possível e viável, enfatizando maiores estudos a fim de otimizar a técnica de processamento e menores custos.

Um aspecto negativo do encapsulamento, que há um custo adicional da ração encapsulada. O aspecto positivo que a função do encapsulado é de proteger o núcleo, ou seja, os nutrientes presentes na ração e rompendo a cápsula no local desejado evitando perda de nutrientes.

A goma arábica, carboidrato de escolha usual para a encapsulação, possui baixa viscosidade e por este motivo é usualmente empregada nas formulações (Shahidi e Han, 1999). Sua quantidade de sólidos situa-se próximo a 35%, a baixa viscosidade da goma arábica permite adicionar maior quantidade desta em relação a outros componentes (Aburto et al, 1998).

A maltodextrina é produto da hidrólise do amido e possui uma média de cinco a dez unidades de glicose por molécula (Machado e Carvalho, 2015). De acordo com Augusto et al. (2011), a manutenção do desempenho dos animais alimentados com maltodextrina é devido ao estímulo da secreção de enzimas específicas gerado pela presença do carboidrato no intestino dos animais.

Em um estudo Piovesan (2022), avaliou a atratividade e palatabilidade de hidrolisado de frango contendo diferentes ingredientes coadjuvantes na alimentação para alevinos de tilápia do Nilo, entre eles a maltodextrina, no qual não apresentou diferença estatística de IAP entre os tratamentos. Em relação ao número de rejeições demonstrou um valor superior (0,39±0,61) em comparação aos demais ingredientes coadjuvantes avaliados. Quanto aos demais parâmetros avaliados não apresentou diferença significativa. Neste estudo, o encapsulado de maltodextrina referente aos parâmetros avaliados descritos acima também não apresentou diferença significativa entre os demais tratamentos.

Espírito Santo (2015), destacou que o concentrado proteico de soja pode substituir a combinação farinha de vísceras de aves mais farinha de peixe em dietas para a tilápia do Nilo, sem comprometer o crescimento, retenção proteica, composição corporal, digestibilidade proteica e integridade hepática.

Alves et al. (2019) realizou um estudo de atrato-palatabilidade com inclusão de

5% de hidrolisados de aves, observou um 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 que continha farinha de peixe. Neste experimento, a ração controle contêm em sua composição hidrolisado de penas de aves, apresentou um número superior 22,07% em relação ao consumo comparado aos demais tratamentos.

Cruz et al. (2022) avaliaram a atratividade e palatabilidade de diferentes níveis de hidrolisado de mucosa suína na dieta para juvenis de tilápia do Nilo. O tratamento com 1% de inclusão apresentou maior consumo de pellets, o tratamento com 3% de inclusão houve uma redução no consumo comparando a ração controle (sem inclusão) e as demais variáveis não apresentou diferenças entre os tratamentos.
Hattori et al. (2022), realizaram um estudo com hidrolisado de mucosa suína (PHM) e proteína hidrolisada de frango (PHF) na dieta para alevinos de dourado e avaliaram o índice de atratividade e palatabilidade, a PHM apresentou um porcentual de IAP superior comparado as demais dietas analisadas, já a PHF apresentou um porcentual de 8,45% sendo inferior comparado ao PHM. Neste estudo a dieta controle contendo hidrolisado de penas apresentou um valor superior de consumo quando comparada as demais dietas.

5. Considerações Finais

A avaliação de atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na ração é de grande importância, pois através dessa análise é possível evitar desperdícios de ração, que pode resultar em uma baixa qualidade de água e baixo desempenho zootécnico.

O encapsulamento permite que o núcleo seja isolado do meio externo sendo liberado no local desejado, uma forma de evitar perda de nutrientes para o meio, o que também pode resultar em baixa qualidade de água.

As dietas encapsuladas avaliadas neste estudo não apresentaram diferença estatística em relação ao IAP e aos demais parâmetros avaliados entre os tratamentos para a espécie de tilápia do Nilo *(Oreochromis niloticus)*. Os dados obtidos relatam que os produtos testados podem ser utilizados como encapsulantes sem o comprometimento da aceitabilidade por parte do animal.

Referência Bibliográfica

ABURTO, L. C.; TAVARES, D. Q.; MARTUCCI, E. T. (1998). **Microencapsulação de óleo essencial de laranja**. Campinas, SP. [Dissertação de Mestrado-Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA/DEA) UNICAMP], pp.80.

ADAMS, M. A., JOHNSEN, P. B., HONG-QI, Z. (1988). **Chemical enhencement of feeding for the herbivorous fish Tilapia zillii**. Aquaculture, 72(1):95-107.

ALVES, D. R. S.; OLIVEIRA, S. R.; LUCZINSKI, T. G.; BOSCOLO, W. R.; BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A.; DETSCH, D. T. (2020). **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.

Al-SOUTI, A.; GALLARDO, W.; CLAREBOULDTt, M.; MAHGOUD, O. (2019). **Attractability and palatability of formulated diets incorporated with chicken feather and algal meals for juvenile gilthead seabream, Sparus aurata**. Aquaculture Reports.14:1-6.

AUGUSTO, R. M. N., BERTO, D. A, LO TIERZO, V., MELLO, G., HAUPTLI, L., LUCCSHESI, L. (2011). **Maltodextrina em rações de leitões desmamados com diferentes pesos: desempenho e morfometria intestinal.** Acta Scientiarum Animal Sciences, 33,41-46.

AZEREDO, H. M. C. (2005). Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos. EMBRAPA Agroindústria Tropical - 60511-110.

BARBOSA, M. I. M. J.; BORSARELLI, C. D.; MERCADANTE, A. Z. (2005). **Light stability of spray-dried bixin encapsulated with different edible polysaccharide preparations**. doi: 10.1016/j.foodres.2005.02.018.

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(6): 1807-1812.

BOURGEOIS, H. (2004). **O Livro da palatabilidade em cães e gatos**. Royal Canin, n. 24.

CARVALHO, L. S. S.; MACHADO, C.A. (2015). **Maltodextrina na alimentação animal.** Disponível em: http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf6_2015/14-16.pdf.

CORREA, R. M. (2008). **Produção de micropartículas por gelificação iônica para alimentação de larvas de peixe: estudos em sistema-modelo com inclusão de micropartículas lipídicas ou emulsão lipídica e testes in vivo** (Doctoral dissertation, Ph. D. Thesis, Univeristy of Campinas, Campinas, SP, Brazil).

CRUZ, M. C. S.; PIANA, P. A.; BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A.; BOSCOLO, W. R. (2022). **Hidrolisado Proteico de Mucosa Suína como estimulante alimentar para**

juvenis de tilápia do Nilo. Research, Society and Development, v. 11, n. 9. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32143.

ESPÍRITO SANTO, N. G. (2015). **Avaliação do concentrado proteico de soja na alimentação de juvenis de tilápia-do-Nilo (Oreochromis niloticus)**. Dissertação Mestrato. Florianópolis - SC. https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/158402.

FARIA, A. C. E. A.; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E.M.; SOARES, C.M. (2001). **Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo Oreochromis niloticus L. linhagem tailandesa.** Acta Scientarum, 23: 903-908.

GHARSALLAQUI, A.; ROUDAUT, G.; CHAMBIN, O.; VOILLEY, A.; SAUREL, R. (2007). **Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview**. Food research international, 40(9), 1107-1121.

GOMES, I. O.; SILVA, A. P. C.; GOMES, J. B.; SILVA, M. C. S.; NASCIMENTO, I. T. V. S.; SERRA, I. M. R. S. (2020). **Percepção da sanidade em pisciculturas da Baixada Ocidental Maranhense, Brasi**l. Braz. J. Develop., Curitiba, v. 6, n. 5, p. 23029-23043.

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. A., ALVES, D. R. S., OLIVEIRA, S. R., ALMEIDA, A. S. BOSCOLO, W. R. (2022). **Atratividade e palatabilidade de hidrolisados líquidos para alevinos de Dourado (*Salminus brasilienses*).** Toledo PR.

HONORATO, C. A.; STECH, M. R.; TESSER, M.; PORTELLA, M. C.; CARNEIRO, D. J. (2013). **Dietas micro encapsuladas para reversão sexual de tilápia do Nilo** – Revista Nutritime. Artigo 195 - Volume 11 - Número 02 – p. 2300.

ISHIMARU, YS; OKADA, H; NAITO, T; NAGAI, A; YASUOKA, I; MATSUMOTO, KABE. (2005**). Two families of candidate taste receptors in fishes**. Mech. Dev., 122(12): 1310–1321.

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.; 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.; 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.

KUROZAWA, L.E., PARK, K.J.& HUBINGER, M.D. (2009**). Effect of carrier agentes on the physicochemical properties chicken meat protein hydrolysate**. Journal of Food Engineering, v. 94, 326-333.
LOKKERBORG, S.; SIIKAVUOPIO, S. I.; HUMBORSTAD, O. B.; PALM, A. C. U.. & FERTER, K. (2014). **Towards more efficient longline fisheries: Fish feeding behavior, bait characteristics and development of alternative baits**. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 24, 985–1003.

MACHADO, C. A.; CARVALHO, L. S. S. (2015). **Maltodextrina na alimentação animal**. Revista Portuguesa de Ciências Agrárias. Uberlândia, MG. 110 (593-594) 14-16.

MIRANDA, E. D. C. (2010). **Produção de encapsulado de farelo de soja utilizados em alimentação de peixes**. (Doctoral dissertation, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO).

MOHAN, A.; RAJENDRAN, S. R.; HE, Q. S.; BAZINET, L.; UDENIGWE, C. C. (2015). **Encapsulation of food protein hydrolysates and peptides: A review**. Rsc Advances, 5(97), 79270-79278.

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.

PASTORE, S. C.G.; GAIOTTO, J. R.; RIBEIRO, F. A. S.; NUNES, A. J. P. (2013). **Formulação de rações e boas práticas de fabricação**.

PEIXE BR (2023). **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA**. Anuário 2023. https://www.peixebr.com.br.

PEZZATO, L. E., SILVA, E. M. P. (2000). **Respostas da Tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) à Atratividade e Palatabilidade de Ingredientes Utilizados na Alimentação de Peixes**. Rev. bras. zootec., 29(5):1273-1280.

PIOVESAN, M. R**. Atratividade e palatabilidade de hidrolisado proteico de frango contendo substâncias coadjuvantes para alevinos de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e para o dourado (*Salminus brasiliensis*).** 74 f. Tese (Doutorado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2022.

OGAVA, L. E.; GODOY, A. C.; FANTINI-HOAG, L.; FERNANDES, V. L.; NEGRINI, C.; PISOL, C. D.; LEITE, O. D.; CANAN, C.; FIORESE, M. L.; BOSCOLO, W. R. (2023) **Physical and Chemical Characterization of Chicken Viscera Hydrolysate: Nutritional Information for Nile Tilapia Diets.** Waste and Biomass Valorization JCR, v. S/ Vol, p. 1-16.

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.

RAMIREZ, A. P. M. (2005). **Utilização de carboidratos digestíveis em dietas para pacu (*Piaractus mesopotamicus).*** TESE (Doutorado em Aquicultura) - Centro de aquicultura UNESP Campus Jaboticabal. Jaboticabal. 2005.

ROCHA, C. M. C. (2013**). Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. Pesq. agropec**. bras., Brasília, v. 48, n. 8, p. iv-vi, aug. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2013000800003&lng=en&nrm=iso.

TAHERI A, et al. (2013). **Comparison the functional properties of protein hy732 drolysates from poultry byproducts and rainbow trout**. Iranian Journal of Fisheries Sciences 12(1).

VICENTE I. S. T.; ELIAS, F.; FONSECA-ALVES, C. E. (2014). **Perspectivas da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil.** Rev. de Ciências Agrárias Vol.37 N.4.

YÚFERA, M.; FERNÁNDEZ-DÍAZ, C.; PASCUAL, E. (1995). **Feeding rates of gilthead seabream (Sparus aurata), larvae on microcapsules**. Aquaculture, v. 134, p. 257-268.