

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

**DENIS ROGÉRIO SANCHES ALVES**

**ATRATO-PALATABILIDADE PARA JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO**  
*(Oreochromis niloticus)*

**TOLEDO**

**2019**

**DENIS ROGÉRIO SANCHES ALVES**

**ATRATO-PALATABILIDADE PARA JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO**

*(Oreochromis niloticus)*

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 Doutor em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo

**TOLEDO**

**2019**

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

ALVES, DENIS ROGERIO SANCHES

Atrato-palatabilidade para juvenis de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) / DENIS ROGERIO SANCHES ALVES; orientador(a), Wilson Rogério Boscolo, 2019.  
83 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, 2019.

1. aquicultura. 2. comportamento. 3. nutrição. 4. atrativo alimentar. I. Boscolo, Wilson Rogério . II. Título.

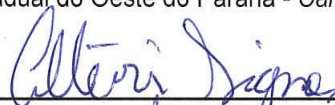
**DENIS ROGÉRIO SANCHES ALVES**

Atrato-palatabilidade para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

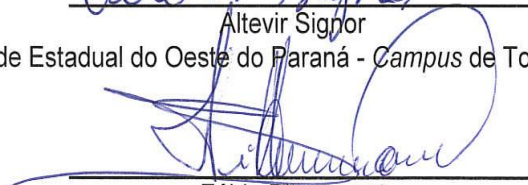
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutor em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, área de concentração Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, linha de pesquisa Aquicultura, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:



\_\_\_\_\_  
Orientador(a) – Wilson Rogério Boscolo  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *Campus* de Toledo (UNIOESTE)



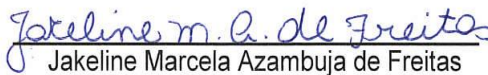
\_\_\_\_\_  
Altevir Signor  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *Campus* de Toledo (UNIOESTE)



\_\_\_\_\_  
Fábio Bittencourt  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – *Campus* de Toledo (UNIOESTE)



\_\_\_\_\_  
Eduardo Luis Cupertino Ballester  
Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina (UFPR)



Toledo, 14 de fevereiro de 2019.

Dedico este trabalho a minha esposa Elisa Andreia Vincenzi e minha  
filha Angelina Vincenzi Sanches que me deram apoio e foram  
compreensivos durante o período dedicado aos estudos.  
Aos meus pais, Zé Miguel e Zoraide por todo o amor, carinho, confiança e incentivo.

## AGRADECIMENTOS

À Elisa Andréia, esposa, amiga e companheira, pelo amor, paciência e compreensão nos momentos de aflição. Por me acompanhar nessa caminhada, por ter suportado minhas angústias, inseguranças e ausências.

A Deus, pelo dom da vida, por me ajudar nos momentos de dificuldades da pesquisa, dando-me coragem e perseverança para seguir em frente.

À minha família, pela confiança, motivação, acompanhamento e vibração em relação a esta jornada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo pela amizade, respeito e paciência. Gostaria de deixar registrado o quanto aprendi ao longo de nosso convívio e a honra que é ter sido orientado por você.

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.

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

A empresa Safeeds pelo apoio financeiro para realização deste trabalho.

Ao 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.

Meu imenso obrigado aos integrantes do GEMAQ, em especial a Suzana, Bila, Ricácio, Leonardo, Marjana, Matheus, Thibério, Joana, Martinha, Aldo, Luciana, Chidichima, Manoél, Coldebela, Bruno, Thiago, Humberto e aos demais.

Meu imenso obrigado a Ana Claudia, pelo amor dedicado e os cuidados com à minha filha Angelina, isso fez com que eu pudesse percorrer esse caminho com toda a segurança.

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

## ATRATO-PALATABILIDADE PARA JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO

*(Oreochromis niloticus)*

### RESUMO

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de determinar a atrato-palatabilidade para juvenis de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo proteínas hidrolisadas seca e líquida e níveis do aromatizante Atractus Aqva<sup>®</sup> incluídos em substituição a farinha de peixe. Para determinar o comportamento alimentar dos peixes referente aos hidrolisados seco foram utilizados quatro juvenis de tilápia do Nilo com peso médio de  $2,90 \pm 0,01$  g, distribuídos em aquários com volume de 10 litros. Foram elaboradas quatro dietas experimentais contendo 5% de inclusão de proteína hidrolisada de frango (PHF), proteína hidrolisada de fígado suíno (PHS), proteína hidrolisada de penas (PHP) e o tratamento controle (FPE) contendo farinha de peixe. Os animais foram adaptados às condições e dietas experimentais por quinze dias. Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia, para cada alimentação foram fornecidos 20 peletes por peixe e o ensaio teve a duração de oito dias. Na avaliação do comportamento alimentar dos peixes referente ao aromatizante Atractus Aqva<sup>®</sup> foram utilizados cinco juvenis de tilápia do Nilo com peso médio de  $2,58 \pm 0,27$ g, distribuídos em cinco aquários com volume de 10 litros. Foram elaboradas cinco dietas experimentais contendo 0,25% (A25); 0,50% (A50) e 0,75% (A75) de inclusão de aromatizante, controle positivo contendo farinha de peixe (FPE) e controle negativo sem farinha de peixe (SPE). Os animais foram adaptados às condições e dietas experimentais por oito dias. Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia, para cada alimentação ao longo do dia foram fornecidos 30 peletes por peixe e o ensaio teve a duração de oito dias. Para determinar o comportamento alimentar dos peixes referente aos hidrolisados líquido foram utilizados cinco juvenis de tilápia do Nilo com peso médio de  $2,51 \pm 0,13$  g, distribuídos em aquários com volume de 10 litros. Foram elaboradas cinco dietas experimentais contendo 5% de inclusão de farinha de peixe (FPE), proteína hidrolisada líquida de mucosa suína (PHM), proteína hidrolisada líquida de frango (PHF), óleo de peixe líquido (OPE) e uma dieta sem farinha de peixe (SPE). Os animais foram adaptados às condições e dietas experimentais por dez dias. Os peixes foram alimentados cinco vezes ao dia, para cada alimentação ao longo do dia foram fornecidos 20 peletes por peixe e o ensaio teve a duração de doze dias. Em ambos os ensaios, os delineamentos experimentais foram inteiramente casualizados e foram observados os comportamentos

alimentares referentes ao tempo de captura do primeiro pelete, número de rejeição do pelete, número de aproximação sem haver a captura do pelete e número de peletes consumidos de cada alimentação por meio de filmagens durante três minutos com uma câmera digital. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA) e em caso de efeito significativo ( $P < 0,05$ ), foi realizado o teste de comparação múltipla de Tukey em nível de 5% de significância. Quanto aos hidrolisados secos a PHF influenciou ( $P < 0,05$ ) positivamente o consumo de ração e número de rejeição dos peletes após captura quando comparado à dieta PHP, não diferindo dos demais ( $P > 0,05$ ). A PHF proporcionou maior valor numérico para o índice de palatabilidade, com 10,82%, aumento de 17% no consumo de ração final e apresentou número de rejeição 6,89 vezes menor em relação à dieta FPE. Referente aos níveis de aromatizante, o A75 apresentou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para o comportamento alimentar referente ao número de aproximação sem captura do pelete e maior índice de palatabilidade, com 10,49%, aumento de 13% no consumo de ração final, 23,13% menor rejeição dos peletes e apresentou 3,3 vezes menor número de aproximação sem captura dos peletes em relação à dieta FPE. Quanto aos hidrolisados líquidos, nenhum parâmetro observado apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ). Todas as dietas apresentaram índice de palatabilidade negativo comparando-se com FPE. A SPE proporcionou um índice de palatabilidade de -2,34%, OPE índice de -6,48%, PHM índice de -10,80% e PHF índice de -15,21%. As dietas PHF e PHM diminuíram o consumo de peletes em comparação com a FPE em aproximadamente 28% e 20%, respectivamente. Assim, com base nos resultados obtidos, para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em substituição à farinha de peixe recomenda-se a PHF seca e A75, a utilização dos hidrolisados na forma de mucosa suína e frango na forma líquida não apresentaram bons resultados de atrato-palatabilidade.

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



## COMPELLING PALATABILITY FOR NILE TILAPIA JUVENILES

*(Oreochromis niloticus)*

### ABSTRACT

The present study was performed with the aim of determining the compelling palatability for Nile tilapia juveniles fed with diets containing dry and liquid protein hydrolysates and inclusion levels of the flavoring Atractus Aqva<sup>®</sup> in replacement of fishmeal. In order to determine the fish's behavior concerning dry hydrolysates, four Nile tilapia juveniles ( $2.90 \pm 0.01$  g) were used, distributed in 10L tanks. Four experimental diets containing 5% inclusion of poultry protein hydrolysate (PHF), swine liver protein hydrolysate (PHS), feather protein hydrolysate (PHP) and the fishmeal (FPE, control treatment) were elaborated. The animals were adapted to the experimental conditions for fifteen days before the experiments. The experiment lasted for eight days, and fish were fed four times a day with a supply of 20 pellets per animal. Regarding the evaluation of the feeding behaviors of fish fed with diets containing Atractus Aqva<sup>®</sup>, five juvenile fish ( $2.58 \pm 0.27$  g) were distributed in 10L tanks, and five experimental diets were made with 0.25% (A25); 0.50% (A50); and 0.75% (A75) of flavoring inclusion, besides the positive control with fishmeal (FPE) and the negative control without fishmeal (SPE). The animals were adapted to the experimental conditions for eight days, and were fed four times a day, with 30 pellets being offered per feeding event. The experiment lasted for eight days. In order to determine the feeding behavior of fish concerning the liquid hydrolysates, five Nile tilapia juveniles ( $2.51 \pm 0.13$  g) were also distributed in 10L tanks. The following diets were elaborated: a diet containing a 5% inclusion level of fishmeal (FPE); liquid protein hydrolysate of porcine mucosa (PHM), poultry (PHF), fish oil (OPE) and a diet without fishmeal (SPE). The animals were also adapted to the experimental conditions, for ten days, and were fed five times a day, which in each feeding event 20 pellets were supplied per fish. This experiment lasted for twelve days. In both essays, the experimental design was completely randomized and the feeding behaviors regarding time to capture first pellet, number of pellet rejections, number of approximations without capturing the pellet and number of consumed pellets were observed in each feeding by means of three-minute footages made with a digital camera. The obtained data were submitted to a parametric variance analysis (ANOVA) and in case of significant effect, the multiple comparison test of Tukey was performed at a 5% significance level. Regarding the dry hydrolysates, PHF has

positively influenced feed consumption and pellets rejection after capture ( $P < 0.05$ ) in comparison to PHP, not differing from the other diets ( $P > 0.05$ ). The diet PHF provided the highest palatability index (10.82%), representing a 17% increase in final feed consumption and a 6.89 times lower rejections in relation to FPE. Concerning the inclusion levels of the flavoring, A75 presented significant differences ( $P < 0.05$ ) on the number of approximations without capturing the pellet and a high palatability index of 10.49%, besides a 13% increase in the final feed consumption, a 23.13% lower pellets rejection and a 3.3 times higher approximations without capturing pellets in relation to FPE. Regarding liquid hydrolysates, none of the observed parameters were statistically different ( $P > 0.05$ ), and all diets presented negative palatability indexes in comparison to FPE. The SPE diet had a palatability index of -2.34%, OPE -6.84%, PHM -10.80%, and PHF a -15.21% index. Both PHF and PHM reduced the pellet consumption in comparison to FPE in approximately 28% and 20%, respectively. Thus, based on the obtained results the replacement of fishmeal in Nile tilapia juvenile diets can be achieved using both dry PHF and A75, whilst using liquid hydrolysates is not recommended, as they did not present good compelling palatability results.

**Keywords:** aquaculture; feed attractant; behavior; nutrition; stimulant.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>14</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
<b>Geral.....</b>	<b>18</b>
<b>Específicos.....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO 1:.....</b>	<b>19</b>
<b>ATRATO-PALATABILIDADE DE PROTEÍNAS HIDROLISADAS PARA     JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO .....</b>	<b>19</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO 2:.....</b>	<b>36</b>
<b>ATRATO-PALATABILIDADE DE AROMATIZANTE ATRACTUS AQVA PARA     JUVENIS DE TILÁPIA DE NILO .....</b>	<b>36</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>40</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>46</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>51</b>
<b>CAPÍTULO 3:.....</b>	<b>57</b>
<b>ATRATO-PALATABILIDADE DE PROTEÍNAS HIDROLISADAS LÍQUIDA     PARA JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO .....</b>	<b>57</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>60</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>62</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>69</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>70</b>
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>73</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>81</b>

## INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial, a preocupação com a segurança alimentar e o interesse cada vez mais intenso em relação à sustentabilidade ambiental estão entre os principais desafios a serem enfrentados pelos países para as próximas décadas. De acordo com a FAO (2018) a sociedade humana enfrenta o enorme desafio de ter que fornecer alimento e sustento para uma população mundial acima de 9 bilhões de pessoas e, para alimentar este crescente número de indivíduos, a aquicultura destaca-se como importante fonte de alimento de maneira sustentável.

O Brasil é um dos países com grande potencial para a produção aquícola, isto pela sua quantidade de águas marítimas e continentais. O país possui em torno de 5,3 milhões de hectares de água doce entre reservatórios naturais e artificiais (Ostrenky et al., 2008). Aliado a isso o país possui grande variedade de espécies com potencial para a criação.

Em consequência, a piscicultura surge como uma atividade de crescimento recente no Brasil, sendo um dos setores que mais se expande na área de produção animal nacionalmente. Em 2017, a produção total da piscicultura brasileira foi de 485,2 mil toneladas, sendo composta principalmente por tilápia (58,4%), tambaqui (18,2%), tambacu e tambatinga (8,7%), carpa (3,9%) e outros (10,8%). Entre todas as Unidades da Federação, o Paraná assumiu a liderança no setor da piscicultura. Entre os municípios brasileiros, Nova Aurora (PR) foi o maior produtor da piscicultura, seguido de Aparecida do Taboado (MS), Glória (BA) e Morada Nova de Minas (MG) (IBGE, 2017).

As tilápias, a maioria de origem no continente africano, se desenvolvem facilmente em diversas regiões do mundo, principalmente em países de climas tropicais e subtropicais considerados favoráveis para a sua adaptabilidade, criação e desempenho (Higuchi et al., 2013). Embora sejam consideradas mais de 70 espécies de tilápias, destaca-se a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), que obteve expansão na aquicultura mundial (Kubitza, 2015).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) apresenta uma linhagem GIFT (*Genetically Improved Farmed Tilapia*) e algumas características produtivas interessantes como resistência à variação de temperatura e pH, a baixos teores de oxigênio, a facilidade de reprodução e adaptação ao manejo quando comparado as demais espécies de peixes (Higuchi et al., 2013). Ainda apresenta facilidade de extração de filé, sendo este a principal forma de comercialização, por apresentar carne de excelente qualidade com boa aceitação pelo consumidor (IBGE, 2015; Brito et al., 2017).

Estas qualidades somadas ao aprimoramento das tecnologias de manejo fizeram com que a tilapicultura alcançasse posição de destaque no ranking mundial da produção de pescado. A tilápia do Nilo é a quarta espécie de peixe mais produzida no mundo, a produção atingiu a marca de 4,2 milhões de toneladas em 2016, aumento de 8% na produção em relação ao ano de 2014 (FAO, 2018) e é a espécie de peixe mais produzida nacionalmente (IBGE, 2017).

Existem desafios para desenvolver a cadeia produtiva como um todo, principalmente sob a forma de sustentar o crescimento (EMBRAPA, 2017). Para atender a esse crescimento estão sendo adotadas práticas mais intensivas de criação, que geram maior demanda por alimentos de alta qualidade, que permitam formular dietas para peixes que contenham uma mistura de ingredientes com objetivo principal de suprir seu crescimento, com quantidades adequadas de proteínas, energia, vitaminas e minerais (NRC, 2011).

A alimentação na aquicultura representa alto custo operacional, sendo os ingredientes proteicos responsáveis pela maior parte desse valor (Boscolo et al., 2005; Furuya, 2010; Zho e Yue, 2012). Dentre as fontes de alimentos proteicos a farinha de peixe merece destaque, é um ingrediente que compõe a maior parte das fontes proteicas de origem animal utilizadas em dietas para peixes.

Porém, a produção aquícola tende a aumentar em ritmo constante e prevê-se que o fornecimento de farinha de peixe no futuro diminua ou tenha oferta limitada. Essa indisponibilidade no mercado tem elevado seu preço, resultando em menor margem de lucro para a cadeia produtiva e ocasionando grandes limitações ao uso da farinha de peixe em rações para a aquicultura (Merino et al., 2010; Silva et al., 2017). Essa situação levou a indústria alimentar aquícola a adaptar-se procurando fontes alternativas que possam ser incluídas em dietas para peixes com disponibilidade de proteína e elevada atrato-palatabilidade para diminuir o desperdício dos alimentos (Tantikitti, 2014; Apper et al., 2016).

Uma forma de diminuir custos com as rações comerciais seria a diminuição ou substituição total da farinha de peixe com a utilização de subprodutos agroindustriais, pois esses resíduos representam potenciais matérias-primas para a produção de ingredientes como farinhas, óleos e hidrolisados proteicos a baixo custo (Decarli et al., 2016; Ferreira et al. 2017; Mullen et al. 2017; Silva et al., 2017). Outra alternativa seria a utilização de aditivos que sirvam de estimulantes alimentares na questão de atrato-palatabilidade em dietas para animais aquáticos (Srichanun, et al., 2014), mesmo que dietas ricas em ingredientes de origem vegetal não possuam essas características, os estimulantes podem favorecer sua ingestão através da estimulação quimiossensorial (Tesser e Portella, 2011). Mas, um grande obstáculo para essas

alternativas é a aceitabilidade por parte dos animais, sendo que dietas ricas em farinha de peixe são classificadas como sendo de alta atrato-palatabilidade, fato importante no ponto de vista produtivo (Pereira da Silva e Pezzato, 2000; Faria et al., 2001; Kotzamanis et al., 2007).

Vários fatores influenciam o comportamento alimentar dos peixes, como visão, olfato, acústico, linha lateral, sistema gustativo extraoral e oral e as células quimossensoriais. Porém, o sistema gustativo dos peixes fornece a avaliação sensorial final no processo de alimentação (Kasumyan e Doving, 2003).

As substâncias químicas presentes ou ausentes em dietas para peixes podem ser responsáveis por movimentos abruptos para alcançar o alimento, determinam se um item alimentar é agarrado ou ignorado, é comido ou rejeitado, e, até certo ponto quando o alimento é consumido. Essas substâncias químicas podem ser divididas em várias categorias ou tipos, variam de acordo com os efeitos sobre os comportamentos alimentares dos peixes. As principais nomenclaturas utilizadas que promovem estímulos químicos no comportamento alimentar são as substâncias que possuem efeito no sistema de gosto extraoral e oral, e desempenham papéis distintos no comportamento alimentar dos peixes. No sistema extraoral destacam-se os incitantes (substâncias que induzem a captura do alimento utilizando o sistema como sucção, agarramento, morda, rasga ou beliscar), os supressores (são substâncias responsáveis pela taxa de captação de alimentos) e aquelas substâncias que possuem efeito no sistema de gosto oral destacam-se os estimulantes (substâncias responsáveis pela taxa de ingestão), os potenciadores (substâncias que aumentam o sabor dos peixes) e deterrentes (responsáveis pela rejeição alimentar)(Kasumyan e Doving, 2003).

Para os peixes, a atratividade é responsável em detectar inicialmente o alimento, utilizando da visão ou quimiorreceptores, levá-lo até ao alimento e induzir a ingeri-lo. Independentemente dos órgãos sensoriais envolvidos na alimentação, a palatabilidade é responsável pela seleção final do alimento, define se o peixe aceita o alimento e durante o tempo de retenção do alimento na boca os peixes detectam e reconhecem substâncias saborosas, em seguida, executam a decisão de engolir ou rejeitar (Pereira da Silva e Pezzato, 2000; Lokkeborg et al., 2014; Olsen e Lundh, 2016). Portanto, a palatabilidade de uma dieta pode ser determinante para a formulação de rações e é um fator limitante no momento da tomada de decisão de quais ingredientes serão utilizados e quais quantidades, afetando o custo final dessa dieta (Barroso et al., 2002; Glencroos et al., 2007).

Para formular dietas que atendam às exigências nutricionais da tilápia do Nilo a baixo custo é necessário realizar estudos sobre fontes alternativas de proteína com boa atrato-palatabilidade, isso permite que a espécie minimize o tempo de busca e maximize a proporção

de rações ingeridas, reduzindo custos, promovendo taxas de conversão alimentar e reduzindo o desperdício de ração (Tantikitti, 2014).

Várias pesquisas foram realizadas para a tilápia do Nilo com o objetivo de identificar potenciais substitutos de fonte proteica (Chotikachinda et al., 2013; Ovissipour et al., 2014; Srichanun et al., 2014; Silva et al., 2017). Não foram encontrados estudos tratando especificamente de avaliação da atrato-palatabilidade.

Com base nestas informações, o capítulo 1, intitulado “Atrato-palatabilidade de proteínas hidrolisadas para juvenis de tilápia do Nilo” teve por objetivo determinar a atrato-palatabilidade de diferentes de proteínas hidrolisadas para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). A redação deste capítulo foi realizada de acordo com as normas da revista Latin American Journal of Aquatic Research (LAJAR), e o artigo científico foi aceito e está aguardando para ser publicado.

O capítulo 2, intitulado “Atrato-palatabilidade de aromatizante Atractus Aqva® para juvenis de tilápia de Nilo” teve por objetivo de determinar a atrato-palatabilidade do aromatizante Atractus Aqva® para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). A redação deste capítulo foi realizada de acordo com as normas da Revista Boletim do Instituto de Pesca e o artigo científico foi encaminhado para a revista e está em avaliação.

O capítulo 3, intitulado “Atrato-palatabilidade de proteínas hidrolisadas líquida para juvenis de tilápia de Nilo” teve por objetivo determinar a atrato-palatabilidade de diferentes proteínas hidrolisadas líquida para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). A redação deste capítulo foi realizada de acordo com as normas da Revista Boletim do Instituto de Pesca e o artigo científico está em fase final de revisão pelos autores para ser encaminhado para a revista.

## REFERÊNCIAS

- APPER, E.; WEISSMAN, D.; RESPONDEK, F.; GUYONVARCH, A.; BARON, F.; BOISOT, P.; RODILESD, A.; MERRIFIELD, D. L. 2016 Hydrolysed wheat gluten as part of a diet based on animal and plant proteins supports good growth performance of Asian seabass (*Lates calcarifer*), without impairing intestinal morphology or microbiota. *Aquaculture*, v.453, p.40–48.
- 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*, v.31(6), p.2157-2164.
- BOSCOLO, W.R.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; HAYASHI, C. REIDEL, A.; GENTELINE, A. L. 2005 Farinha de vísceras de aves em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, p.373-377.
- BRITO, J.M.; PONTES, T.C.; TSUJII, K.M.; ARAÚJO, F.E.; RICHTER, B.L. 2017 Automação na tilapicultura: revisão de literatura, desempenho, piscicultura, tecnologias, tilápias. *Nutritime*, v.14, p. 5053-5062.
- CHOTIKACHINDA, R.; TANTIKITTI, C.; BENJAKUL, S.; RUSTAD, T.; KUMARNSIT, E. 2013 Production of protein hydrolysates from skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* viscera as feeding attractants for Asian seabass *Lates calcarifer*. *Aquaculture Nutrition*, v.19, p. 773-784.
- DECARLI, J.A.; PEDRON, F.A.; LAZZARI, R.; SIGNOR, A.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. 2016 Hidrolisados proteicos na alimentação do jundiá *Rhamdia voulezi*. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v.23, p.168-173.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Dimensão socioeconômica da tilapicultura no Brasil. Brasília, 116p. 2017.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome, 2018. 227p.



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 Scientiarum, v.23, p.903-908.

FERREIRA, A., KUNH, S. S., CREMONEZ, P. A., DIETER, J., TELEKEN, J. G., SAMPAIO, S. C., KUNH, P. D. 2017 Brazilian poultry activity waste: Destinations and energetic potential. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81(2), p. 1-9.

FURUYA, W. M. Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. Toledo: GFM, 2010.

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, v.13(1), p.17-34.

HIGUCHI, L.H., FEIDEN, A.; MATSUSHITA, M.; SANTAROSA, M.; ZANQUI, A.B.; F. BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W.R. 2013 Quantificação de ácidos graxos de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes fontes de óleos vegetais. Semina: Ciências Agrárias, v.34, p. 1913-1924.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Pecuária Municipal. Rio de Janeiro, 49p. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. SIDRA: Sistema IBGE de Recuperação Automática. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2017>. Acesso em 22 nov 2018.

KASUMYAN, A.O.; DOVING, K.B. 2003 Taste preferences in fish. Fish and Fish, v.4, p.289–347.

KOTZAMANIS, Y.P.; GISBERT, E.; GATESOUBE, 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.

KUBITZA, F. 2015 Aquicultura no Brasil: Principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafios. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v.25, p. 1-23.

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, v.24(4), p.985-1003.

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, v.132, p.90-98.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of fish and shrimp. National Academies Press, Washington, 379p. 2011.

OLSEN, K.H.; LUNDH, T. 2016 Feeding stimulants in an omnivorous species, crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus 1758). Aquaculture Reports, v.4, p.66-73.

OVISSIPOUR, M.; Kenari, A.A.; NAZARI, R.; MOTAMEDZADEGAN, A.; RASCO, B. 2014 Tuna viscera protein hydrolysate: nutritive and disease resistance properties for Persian sturgeon *Acipenser persicus* L. larvae. Aquaculture Research, v.45, p.591-601.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer. Brasília-DF, 276p. 2008.

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, v.29, p. 1273-1280.

SILVA, T.C.; 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, v.52, p.485-492.

SRICHANUN, M.; TANTIKITI, C.; KORTNER, T.M.; KROGDAHN, A.; CHOTIKACHINDA, R. 2014 Effects of different protein hydrolysate products and levels on growth, survival rate and digestive capacity in Asian seabass *Lates calcarifer* Bloch larvae. Aquaculture, v.428-429, p.195-202.

TANTIKITTI, C. 2014 Feed palatability and the alternative protein sources in shrimp feed. Songklanakarin Journal of Science Technology, v.36, p.51-55.

TESSER, M.B.; PORTELLA, M.C. 2011 Estimulantes alimentares para larvas de pacu. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, p.1851-1855.

ZHOU, Q.C.; YUE, R. 2012 Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*. Aquaculture Research., v. 43, p. 806-814.

## OBJETIVOS

### Geral

Avaliar a atrato-palatabilidade de proteínas hidrolisadas seca de frango, fígado suíno e penas, proteínas hidrolisadas líquida de frango e mucosa suína e do aromatizante Atractus Aqva<sup>®</sup> em dietas para juvenis de tilápia do Nilo em substituição a farinha de peixe.

### Específicos

- Determinar os índices de palatabilidade de dietas contendo a inclusão (5%) de proteínas hidrolisadas de frango, proteínas hidrolisadas de fígado suíno, proteínas hidrolisadas de penas, proteínas hidrolisadas de mucosa suína e níveis do aromatizante Atractus Aqva<sup>®</sup> (0,25; 0,50 e 0,75%).
- Avaliar aspectos do comportamento alimentar de juvenis de tilápia do Nilo referente ao tempo de captura do primeiro pelete; número de rejeição do pelete após captura; número de aproximação sem haver a captura do pelete número de peletes consumidos, alimentados com dietas contendo proteínas hidrolisadas e aromatizante Atractus Aqva<sup>®</sup>;
- Definir o melhor nível de inclusão do aromatizante Atractus Aqva<sup>®</sup> para a melhor atrato-palatabilidade da dieta para juvenis de tilápia do Nilo.

**CAPÍTULO 1:****ATRATO-PALATABILIDADE DE PROTEÍNAS HIDROLISADAS PARA JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO**

**Denis Rogério Sanches Alves<sup>1,2</sup>, Thibério Carvalho da Silva<sup>2</sup>, Joana D'arc Maurício Rocha<sup>2</sup>, Suzana Raquel de Oliveira<sup>2</sup>, Altevir Signor<sup>2</sup>, Wilson Rogério Boscolo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná - UFPR (Setor Palotina), Departamento de Engenharia e Exatas, Rua Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, Cep. 85.950-000, Palotina-PR, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Rua da Faculdade, 645, Jardim La Salle, Cep. 85.903-000, Toledo-PR, Brasil.

Autor correspondente: Denis Rogério Sanches Alves (drsa6@hotmail.com)

Artigo científico no prelo aguardando para ser publicado na revista Latin American Journal of Aquatic Research (LAJAR), Pontificia Universidad Católica de Valparaiso - Chile.

Artigo elaborado e formatado conforme as normas das publicações científicas: Latin American Journal of Aquatic Research - LAJAR. Disponível em: < [http://www.lajar.cl/au\\_es.html](http://www.lajar.cl/au_es.html) >.

## RESUMO

O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a atrato-palatabilidade de diferentes proteínas hidrolisadas para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Foram elaboradas quatro dietas experimentais isoproteicas (30% proteína bruta) e isoenergéticas (3.200 kcal kg<sup>-1</sup>) contendo 5% de inclusão de proteína hidrolisada de frango (PHF), proteína hidrolisada de fígado suíno (PHS), proteína hidrolisada de penas (PHP) e o tratamento controle (FPE) contendo 5% de farinha de peixe. Foram utilizados quatro juvenis de tilápia do Nilo com peso médio de 2,9 ± 0,01 g, distribuídos em aquários com volume de 10 litros. Os animais foram alimentados quatro vezes ao dia, e antes de cada alimentação foi realizado sorteio das dietas a serem fornecidas. A mesma quantidade de peletes de cada dieta foi ofertada, sendo observados os comportamentos alimentares referentes ao tempo de captura do primeiro pelete, número de rejeição do pelete, número de aproximação sem haver a captura do pelete e número de peletes consumidos por meio de filmagens durante três minutos de cada alimentação. Foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) com maior consumo de peletes e índice de palatabilidade para a PHF, seguida por PHS, FPE e PHP. A PHF proporcionou a maior atrato-palatabilidade para juvenis de tilápia do Nilo aumentando em 10,82% o índice de palatabilidade, 17% no consumo de ração final e apresentou número de rejeição 6,89 vezes menor em relação à dieta FPE.

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

## ABSTRACT

This study aimed at determining the compelling palatability of different protein hydrolysates for Nile tilapia juveniles (*Oreochromis niloticus*). Four isoproteic (30% crude protein) and isoenergetic (3200 kcal kg<sup>-1</sup>) experimental diets were formulated, with a 5% inclusion level of poultry hydrolysate protein (PHF), or swine liver hydrolysate protein (PHS), or feather hydrolysate protein (PHP) and a control treatment containing 5% of fishmeal (FPE). Four juveniles (2.9 ± 0.01g) were distributed in 10L tanks and fed four times a day, and before each feeding event, diets were draw. The same amount of pellets from each diet was offered and feeding behaviors were recorded during three minutes for each feeding event, referred to the time of capture of the first pellet, number of pellet rejections, and number of approximations without capturing pellets and quantity of consumed pellets. A significant effect (P < 0.05) was observed regarding a greater consumption of pellets and palatability index for PHF, followed by PHS, FPE and PHP. Therefore, PHF provided the highest compelling palatability for Nile tilapia juveniles, by displaying a 10.82% increase of the palatability index, 17% of final feed consumption, and presented a rejection number 6.89 times lower in relation to FPE.

**Index terms:** aquaculture, feed attractant, palatability agent, nutrition, behavior.

## INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie que se desenvolve facilmente em diversas regiões do mundo, principalmente em países de climas tropicais e subtropicais considerados favoráveis para a sua adaptabilidade, criação e desempenho (Higuchi *et al.*, 2013; Brito *et al.*, 2017).

A alimentação de tilápias em pisciculturas intensivas representa alto custo operacional na aquicultura, podendo atingir até 70% do gasto total para a produção (Crivelenti *et al.*, 2006; Furuya, 2010), onde a proteína é o nutriente que mais onera a ração e ao mesmo tempo é o principal nutriente relacionado ao crescimento do peixe (Boscolo *et al.*, 2005; Tacon e Metian, 2008; Furuya, 2010; NRC, 2011; Zho e Yue, 2012).

Os ingredientes de origem animal utilizados na formulação de dietas são classificados como sendo de alta atrato-palatabilidade (Faria *et al.*, 2001). As farinhas de peixe são importantes fontes proteicas de origem animal utilizadas em dietas para peixes, apresentam elevado valor proteico e um bom equilíbrio em aminoácidos essenciais (Pereira da Silva e Pezzato, 1999; Cardoso *et al.*, 2004; Fries *et al.*, 2011). Porém, a produção aquícola tende a aumentar em ritmo constante e prevê-se que o fornecimento de farinha de peixe no futuro diminua ou permaneça constante. Essa indisponibilidade no mercado tem elevado seu custo financeiro, ocasionando grandes limitações ao uso da farinha de peixe em rações para a aquicultura (Merino *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2017).

Uma forma de diminuir custos com as rações comerciais seria a diminuição ou substituição total da farinha de peixe, porém, um grande obstáculo para essa alternativa é a aceitabilidade por parte dos animais, sendo que dietas ricas em farinha de peixe tem um alto grau de palatabilidade (Kotzamanis *et al.*, 2007).

A palatabilidade determina a aceitação ou rejeição de um determinado sabor ou odor, aumentando ou não a ingestão de um alimento. Portanto, a palatabilidade de uma dieta pode ser determinante para a formulação de rações e é um fator limitante no momento da tomada de decisão de quais ingredientes serão utilizados e quais quantidades, afetando o custo final dessa dieta (Pereira da Silva e Pezzato, 2000; Barroso *et al.*, 2002; Glencroos *et al.*, 2007).

O Brasil apresenta uma cadeia de agroindústria de aves e suínos bem estabelecida, com alta geração de subprodutos não comestíveis como vísceras, penas e miúdos. Uma alternativa, com grande potencial para diminuir custos com as rações é o aproveitamento de resíduos da indústria de beneficiamento de animais em forma de hidrolisados proteicos (Silva *et al.*, 2017).



O processo de hidrólise é uma reação química realizada com a adição de enzimas, que acrescentadas à matéria-prima modificam as propriedades funcionais do alimento, promovem a quebra das proteínas em aminoácidos e peptídeos de vários tamanhos com elevado teor proteico e incrementam a digestibilidade (Ronnestad *et al.*, 2007; Fries *et al.*, 2011). O processo de hidrólise proporciona a clivagem da estrutura proteica resultando em compostos nitrogenados de menor peso molecular e estes podem agir como atrativos alimentares por serem detectados pelo sistema gustatório dos peixes (Halver e Hardy, 2002; Broggi *et al.*, 2017).

Algumas pesquisas mostram que dietas contendo a inclusão de proteínas hidrolisadas a base de peixe e misturas de outros animais de abate, mesmo a baixos níveis, nas fases iniciais de vida de diversas espécies de peixes têm demonstrado efeitos positivos no desempenho produtivo, atividades imunológicas e digestibilidade (Chotikachinda *et al.*, 2013; Ovissipour *et al.*, 2014; Srichanun *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2017). Não foram encontrados estudos tratando especificamente da questão de atratividade utilizando hidrolisados proteicos oriundos do processamento de aves e suínos.

Nesse sentido, o presente estudo objetivou determinar a atrato-palatabilidade de proteínas hidrolisadas de frango (PHF), proteínas hidrolisadas de fígado suíno (PHS) e proteínas hidrolisada de penas (PHP) para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio 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 período de dezembro de 2016 a janeiro de 2017. 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° 45/17.

Foram elaboradas quatro dietas experimentais isoproteicas (30% proteína bruta) e isoenergéticas (3.200 kcal kg<sup>-1</sup>), de acordo com as recomendações nutricionais propostas por Furuya (2010). As PHF, PHS e PHP utilizadas foram produzidas e fornecidas pela empresa BRF Ingredient's. Os hidrolisados em pó foram elaborados por um processo de hidrólise enzimática em uma fábrica da BRF Ingredient's na cidade de Concórdia-SC, Brasil.

As dietas experimentais avaliadas foram:

- 1) FPE (controle) = dieta com inclusão de 5% de farinha de peixe;

- 2) PHF = dieta com inclusão de 5% de proteína hidrolisada de frango;
- 3) PHS = dieta com inclusão de 5% de proteína hidrolisada de fígado suíno;
- 4) PHP = dieta com inclusão de 5% de proteína hidrolisada de penas (Tabela 1).

Para a produção das rações todos os ingredientes foram inicialmente triturados com peneira de 0,3 mm de diâmetro em triturador do tipo martelo, modelo MCs 280, marca Vieira Moinhos e Martelo, Tatuí-SP, Brasil. Para a extrusão das rações a mistura foi umedecida com 20% de água e homogeneizada, em seguida foram colocados por 15 minutos em um misturador mecânico tipo 'Y', modelo MA 200, marca Marconi Equipamentos Laboratoriais, Piracicaba-SP, Brasil. As dietas foram processadas de maneira extrusada com 1,0 mm de diâmetro em um equipamento modelo Ex-Micro com capacidade de produção de 10 kg h<sup>-1</sup>, marca Exteec Maquinas, Ribeirão Preto-SP, Brasil. Após o processo de extrusão, as dietas foram colocadas em estufa de ventilação forçada por 24 h, a 55 °C para secagem, modelo TE-394/3-D, marca Tecnal Equipamentos Científico para Laboratórios, Piracicaba-SP, Brasil.

Foram utilizados quatro juvenis de tilápia do Nilo com peso médio de 2,9 ± 0,01 g, distribuídos individualmente em quatro aquários com volume de 10 L revestidos com material impermeabilizante à base de látex, dotados individualmente com sistema de aeração e controle de temperatura com termostato de 15 watts e cada aquário possuía uma tampa transparente com um orifício no centro para a adição dos peletes.

A temperatura da água, o pH e oxigênio dissolvido foram: 25,12±1,15°C, 6,68±0,26, 4,55±0,64 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, estando de acordo com o recomendado por Ridha e Cruz (2001) para o desenvolvimento da espécie.

Uma barreira confeccionada de isopor foi colocada ao redor dos aquários, isolando-os da movimentação rotineira do laboratório e minimizando possíveis efeitos sobre o comportamento dos animais.

Os quatro peixes passaram por um período de adaptação e treinamento de 15 dias para que os animais se adaptassem a presença humana para o registro de comportamento alimentar durante o ensaio de alimentação e quantificar o número de peletes necessário até saciedade aparente. Neste período os peixes foram alimentados com uma dieta comercial com 40% de proteína bruta e diâmetro do pelete de 1,00 mm durante a adaptação. Após o período de adaptação teve início o ensaio de atrato-palatabilidade.

Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia nos respectivos horários: 8h, 11h, 14h e 17h. Diariamente, todos os aquários foram sifonados para remoção de excretas e/ou restos alimentares pelo sistema de renovação da água.

**Tabela1:** Composição das dietas experimentais utilizadas para avaliação de atrato-palatabilidade em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Ingredientes	Tratamentos			
	Farinha de Peixe (Controle)	Proteína Hidrolisada de Fígado Suíno	Proteína Hidrolisada de Penas	Proteína Hidrolisada de Frango
Farelo de soja (45%) <sup>1</sup>	52,20	50,74	49,82	50,47
Milho (8,5%) <sup>1</sup>	21,88	22,62	22,20	22,85
Quirera de arroz (8,5%) <sup>1</sup>	10,00	10,00	10,00	10,00
Farelo de trigo (15,6%) <sup>1</sup>	5,00	5,00	5,00	5,00
Farinha de peixe (55%) <sup>1</sup>	5,00	0,00	0,00	0,00
Proteína hidrolisada de fígado suíno (70%) <sup>1</sup>	0,00	5,00	0,00	0,00
Proteína hidrolisada de penas (79%) <sup>1</sup>	0,00	0,00	5,00	0,00
Proteína hidrolisada de frango (72%) <sup>1</sup>	0,00	0,00	0,00	5,00
Óleo de soja	3,08	2,66	3,97	2,72
Fosfato bicálcico	1,34	1,99	2,02	1,91
Suplemento mineral-vitaminico <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50
Calcário calcítico	0,35	0,85	0,83	0,90
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30
Cloreto de colina (60%)	0,10	0,10	0,10	0,10
Antifúngico (Propionato de Cálcio)	0,10	0,10	0,10	0,10
Vitamina C (35%)	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante (BHT) <sup>3</sup>	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,0</b>	<b>100,00</b>
<b>Valores calculados</b>				
Amido (%)	29,19	29,47	29,09	29,58
Cálcio (%)	1,00	1,00	1,00	1,00
Energia digestível (kcal kg <sup>-1</sup> )	3.200	3.200	3.200	3.200
Fósforo total (%)	0,80	0,80	0,80	0,80
Gordura (%)	5,52	5,12	6,08	5,02
Proteína bruta (%)	30,00	30,00	30,00	30,00

<sup>1</sup>Teor de Proteína bruta.<sup>2</sup>Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 500.000 UI; vit. D<sub>3</sub> - 200.000 UI; vit. E - 5.000 mg; vit. K<sub>3</sub> - 1.000 mg; vit. B<sub>1</sub> - 1.500 mg; vit. B<sub>2</sub> - 1.500 mg; vit. B<sub>6</sub> - 1.500 mg; vit. B<sub>12</sub> - 4.000 mg; ácido fólico - 500

mg; pantotenato de cálcio - 4.000 mg; vit. C - 15.000 mg; biotina - 50 mg; inositol - 10.000 mg; nicotinamida - 7.000 mg; colina - 40.000 mg; cobalto - 10 mg; cobre - 500 mg; ferro - 5.000 mg; iodo - 50 mg; manganês - 1.500 mg; selênio - 10 mg; zinco - 5.000 mg.

<sup>3</sup>Butil-hidroxi-tolueno.

Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia nos respectivos horários: 8h, 11h, 14h e 17h. Diariamente, todos os aquários foram sifonados para remoção de excretas e/ou restos alimentares pelo sistema de renovação da água.

Para cada alimentação ao longo do dia foram fornecidos 20 peletes por peixe. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições ao dia. Foi realizado um sorteio do tratamento para cada peixe diariamente.

Foi estipulado um período de três minutos de filmagem para cada alimentação com uma câmera modelo BE UNIQUE 4K Ultra HD, assim que a dieta foi introduzida nos aquários de observação. O ensaio teve a duração de 8 dias, obtendo 128 filmagens (4 peixes x 4 alimentação, 16 ensaios ao dia), para cada alimento testado houve 32 ensaios de alimentação.

O ensaio de atrato-palatabilidade foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Kasumyan e colaboradores (Kasumyan e Morsi, 1996; Kasumyan e Doving, 2003; Kasumyan e Sidorov, 2012). Estes autores propuseram o índice de palatabilidade como uma estimativa quantitativa da preferência gustativa (em porcentagem) utilizando a seguinte fórmula:  $IP = ((R-C)/(R+C))*100$ , sendo que: (IP) é índice de palatabilidade; (R) consumo de peletes da ração teste; (C) é o consumo de peletes da ração controle.

Após a coleta dos dados o material filmado foi examinado para análise dos seguintes comportamentos alimentares: a) tempo captura do primeiro pelete (segundos); b) número de rejeição do pelete após captura; c) número de aproximação sem haver a captura do pelete; d) número de peletes consumidos. Foi calculado o índice de palatabilidade de cada tratamento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA), em caso de efeito significativo ( $P < 0,05$ ), foi realizado o teste de comparação múltipla de Tukey em nível de 5% de significância. Antes de todas as análises, foi verificada a normalidade dos erros (Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (teste de Levene). As análises foram efetuadas por meio do programa computacional Statistic 7.1 (2005).

## RESULTADOS

A PHF apresentou maior atrato-palatabilidade e ressalta-se que a dieta contendo PHF proporcionou um índice de palatabilidade de 10,82%, PHS índice de 8,73% e PHP índice de -6,66%, comparando-se com a dieta contendo FPE (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios do teste de atrato-palatabilidade de diferentes hidrolisados proteicos em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) comparados à farinha de peixe (controle).

Tratamentos	Índice de palatabilidade (%)	Consumo de peletes (%)	Número de rejeição do pelete após captura	Número de aproximação sem captura do pelete	Tempo de captura do 1º pelete (em segundos)
Controle	0	83,64 ± 22,03 ab	2,00 ± 2,09 ab	1,00 ± 1,34	0,87 ± 0,45
Proteína hidrolisada de frango	10,82	97,86 ± 5,67 a	0,29 ± 0,75 b	0,43 ± 0,78	0,85 ± 0,39
Proteína hidrolisada de fígado suíno	8,73	89,37 ± 18,21 ab	1,15 ± 2,10 ab	0,62 ± 1,06	0,68 ± 0,42
Proteína hidrolisada de penas	-6,66	74,37 ± 26,38 b	3,12 ± 2,99 a	1,37 ± 1,84	0,92 ± 0,45

Medias seguidas de letras distintas, na coluna, apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Foram constatadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) quanto ao consumo de peletes e o número de rejeição dos peletes após captura (Tabela 2).

O valor médio de consumo de peletes referente ao tratamento PHF foi superior ( $P < 0,05$ ) quando comparado à dieta PHP, não diferindo dos demais. Foi observado na dieta contendo inclusão de PHF aumento de 17% de consumo de peletes em relação à FPE. O menor consumo dos peletes foi proporcionado pela PHP.

Foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para o comportamento alimentar referente ao número de rejeição dos peletes após captura. O menor valor médio de número de rejeição observado foi na dieta PHF, com 0,29 pelete, seguido pela dieta PHS, com 1,15 peletes e a dieta PHP apresentou o maior número de rejeição, com 3,12 peletes. Não houve diferenças significativas entre as dietas FPE, PHF e PHS ( $P > 0,05$ ). Porém, os dados presentes no trabalho destacam que a dieta PHF apresentou número de rejeição de peletes 6,89 vezes menor em relação à dieta FPE.

O comportamento alimentar referente ao número de aproximação sem captura do pelete apresentou menor valor médio para a dieta PHF, com 0,43, a dieta PHS apresentou um

valor médio igual a 0,62, a dieta FPE apresentou um valor médio igual a 1,00 e a dieta PHP apresentou um valor médio de 1,37.

Apesar de este estudo não ter como foco a composição química dos ingredientes, deve-se ressaltar a importância dos aminoácidos livres serem estudados e avaliados como atrativos alimentares. A composição aminoacídica das proteínas hidrolisadas (Tabela 3) foram realizadas pelo método MA-009 (WHITE *et al.*, 1986; HAGEN *et al.*, 1989) por um laboratório comercial (CBO Análises Laboratoriais Ltda., Valinhos-SP).

**Tabela 3:** Aminoácidos livres das proteínas hidrolisadas utilizadas para avaliação de atrato-palatabilidade em juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Composição Química	Proteína Hidrolisada de Frango (%)	Proteína Hidrolisada de Fígado Suíno (%)	Proteína Hidrolisada de Penas (%)
Ácido Aspártico	0,81	0,45	0,04
Ácido Glutâmico	1,11	1,05	0,10
Serina	0,56	0,40	0,02
Glicina	0,36	0,18	Não detectado
Histidina	0,23	0,42	0,17
Taurina	0,36	0,08	0,05
Arginina	1,42	0,24	0,03
Treonina	0,66	0,56	0,10
Alanina	1,08	1,08	0,05
Prolina	0,49	0,46	0,06
Tirosina	1,01	0,49	0,10
Valina	1,17	0,89	0,11
Metionina	0,79	0,27	0,10
Cistina	0,16	0,15	Não detectado
Isoleucina	0,91	0,60	0,14
Leucina	1,91	1,54	0,13
Fenilalanina	0,97	0,67	0,08
Lisina	1,36	0,86	0,03
Asparagina	Não detectado	0,40	0,02
Glutamina	Não detectado	0,18	Não detectado
Total	15,36	10,97	1,33

A PHF apresentou uma maior quantidade de aminoácidos livres com 15,36%, seguida por PHS com 10,97% e PHP apresentou apenas 1,33%.

## DISCUSSÃO

As diferenças encontradas no índice de palatabilidade, no consumo de peletes e no número de rejeições de peletes após a captura para a dieta PHF podem estar relacionadas ao conteúdo de aminoácidos presentes em hidrolisados proteicos oriundos de subprodutos da indústria avícola (Oliveira *et al.*, 2014), pois PHF apresenta maior porcentagem de aminoácidos livres em comparação com PHS e PHP (Tabela 3). Os aminoácidos apresentam sinais químicos para o sistema gustativo dos peixes classificados como incitantes ou estimulantes, podem diferenciar a atratividade de um alimento. A presença de aminoácidos livres e os peptídeos de baixo peso molecular são considerados como atrativos alimentares (Naylor *et al.*, 2009; Kasumyan e Doving, 2003; NRC, 2011). Hu *et al.*, (2008) indicam uma correlação positiva associada à melhora da palatabilidade em substituição da farinha de peixe por ingredientes proteicos de origem animal com suplementação de lisina e metionina em dietas para carpa de gibel (*Carassius auratus gibelio*). Do mesmo modo, Broggi *et al.* (2017) observaram que juvenis de jundia (*Rhamdia quelen*) alimentados com hidrolisado proteico de resíduo de sardinha em relação ao tratamento controle (somente água destilada) fez com que os peixes percorressem os aquários com maior frequência tentando localizar a fonte do estímulo químico.

Não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para o comportamento alimentar referente ao tempo de captura do 1º pelete (Tabela 2). Porém, foi observado que, para todas as dietas, a tilápia do Nilo apresentou uma rápida captura dos peletes, sem rejeição. Do mesmo modo, Fries *et al.* (2011) estudando o uso de hidrolisados cárneos proteicos em dietas para juvenis de kinguio (*Carassius auratus*) apresentou tempo médio de 0,91 segundos para a captura dos alimentos, mostrando elevado atrato-palatabilidade entre as dietas que continham os hidrolisados cárneos proteicos e concordando com resultados encontrados no presente trabalho. A rápida procura pelo alimento é uma das etapas do comportamento alimentar e pode ser estimulada usando ingredientes na dieta com boa atratividade. Ao estimular a resposta gustatória extra oral do animal faz com que o peixe realize um esforço para localizar o alimento (Kasumyan e Doving, 2003). A rápida captura dos peletes é uma característica na aquicultura visto que reflete em menor perda de nutrientes para a água,

resultando em ingestão de alimento balanceado sem causar grande impacto ao meio ambiente (Cyrino *et al.*, 2010).

Pode-se constatar que as dietas contendo inclusão de hidrolisados proteicos mostraram tendência de melhor consumo. Os atractantes que apresentaram maiores porcentagem de consumo foram PHF e PHS. Boscolo *et al.* (2001) estudando a farinha de vísceras de aves como atractante para alevinos de tilápia do Nilo também observaram bons resultados. Os hidrolisados de fígado suíno, carcaça de tilápia e sardinha foram avaliados na alimentação do surubim do Iguaçu e jundiá em relação ao tratamento controle sem hidrolisado por Lewandowski *et al.* (2013) e Decarli *et al.* (2016). Estes autores destacam que o hidrolisado de fígado suíno proporcionou os melhores resultados de ganho de peso, comprimento final dos peixes e conversão alimentar.

O processo de hidrólise enzimática produz aminoácidos livres e peptídeos que além de melhorar a aceitação das rações pelos peixes, podem melhorar o desempenho e saúde, pois durante o processo de hidrólise enzimática muitos peptídeos bioativos são formados (Kotzamanis *et al.*, 2007). Portanto, PHF e PHS têm grande potencial na aquicultura. Entretanto, entende-se que mais estudos são necessários para avaliar o potencial dos hidrolisados na melhoria do desempenho e estado de saúde.

## CONCLUSÕES

A PHF aumentou o índice de palatabilidade, aumentou o consumo de ração final, proporcionou menor rejeição dos peletes e menor número de aproximação sem captura dos peletes em relação à dieta controle, contendo farinha de peixe, portanto pode ser utilizado de forma eficiente para estimular o consumo de ração para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em substituição à farinha de peixe.

## AGRADECIMENTOS

A empresa BRF Ingredient's pela doação dos ingredientes.

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



## REFERÊNCIAS

- Barroso, M.V., J.C. Castro, P.C.M. Aoki & J.L. Helmer. 2002. Valor nutritivo de alguns ingredientes para robalo *Centropomus parallelus*. Rev. Bras. Zootec., 31(6): 2157-2164.
- Boscolo, W.R., C. Hayashi, F. Meurer & C.M. Soares. 2001. Farinhas de peixe, carne e ossos, vísceras e crisálida como atractantes em dietas para alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. Rev. Bras. Zootec., 30(5): 1397-1402.
- Boscolo, W.R., C. Hayashi, F. Meurer, A. Feiden, R.A. Bombardelli & A. Reidel. 2005. Farinha de resíduos da filetagem de tilápias na alimentação de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. Rev. Bras. Zootec., 34(6): 1807-1812.
- Brito, J.M., T.C. Pontes, K.M. Tsujii, F.E. Araújo & B.L. Ricther. 2017. Automação na tilapicultura: revisão de literatura, desempenho, piscicultura, tecnologias, tilápias. Nutritime, 14(3): 5053-5062.
- Broggi, J.A., B. Wosiak, J. Uczay, M.L. Pessatti & T.E.H.P. Fabregat. 2017. Hidrolisado proteico de resíduo de sardinha como atrativo alimentar para juvenis de jundiá. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 69(2): 505-512.
- Bui, H.T.D., S. Khosravi, V. Fourmier, M. Herault & K. Lee. 2014. Growth performance, feed utilization, innate immunity, digestibility and disease resistance of juvenile red seabream (*Pagrus major*) fed diets supplemented with protein hydrolysates. Aquaculture, 418-419: 11-16.
- Cardoso, A.P., J.R. Neto, T.S. Medeiros, M.A. Knopker & R. Lazzari. 2004. Criação de larvas de jundiá *Rhamdia quelen* alimentadas com rações granuladas contendo fígados ou hidrolisados. Acta Scientiar., 26(4): 457-462.
- Cyrino, J.E.P., A.J.A. Bicudo, R.Y. Sado, R. Borghesi & J.K. Dairiki. 2010. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. Rev. Bras. Zootec., 39: 68-87.

- Chotikachinda, R., C. Tantikitti, S. Benjakul, T. Rustad & E. Kumarnsit. 2013. Production of protein hydrolysates from skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* viscera as feeding attractants for Asian seabass *Lates calcarifer*. *Aquacult. Nutr.*, 19(5): 773-784.
- Crivelenti, L.Z., S. Borin, A. Pirtouscheg, J.E.G. Neves & E.M. Abdão. 2006. Desempenho econômico da criação de tilápias do Nilo *Oreochromis niloticus* em sistema de produção intensiva. *Veter. Notic.*, 2(12): 117-122.
- Decarli, J.A., F.A. Pedron, R. Lazzari, A. Signor, W.R. Boscolo & A. Feiden. 2016. Hidrolisados proteicos na alimentação do jundiá *Rhamdia voulezi*. *Rev. Brasi. Ci. Vet.*, 23(3-4): 168-173.
- Faria, A.C.E.A., C. Hayashi, E.M. Galdioli & C.M. Soares. 2001. Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* L. linhagem tailandesa. *Acta Scientar.*, 23(4): 903-908.
- Fries, E.M., J.D. Luchesi, J.M. Costa, C. Ressel, A.A. Signor, W.R. Boscolo & A. Feiden. 2011. Hidrolisados cárneos proteicos em rações para alevinos de Kinguio *Carassius auratus*. *Bol. Instit. Pes.*, 37(4): 401-407.
- Furuya, W. M. 2010. Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápias. 1ª ed. Toledo: GFM. 100p.
- Glencroos, B.D., M. Booth & G.L. Allan. 2007. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquacult. Nutr.*, 13(1): 17-34.
- Hagen, S.R., B. Frost & J. Augustin. 1989. Precolumn phenylisothiocyanate derivatization and liquid-chromatography of amino-acids in food. *J. Assoc. Of. Anal. Chem.*, 72(6): 912-916.
- Halver, J.E. & R.W. Hardy. 2002. Fish nutrition. 3ª ed. Elsevier Science, San Diego, 839p.

- Higuchi, L.H., A. Feiden, M. Matsushita, M. Santarosa, A.B. Zanqui, F. Bittencourt & W. R. Boscolo. 2013. Quantificação de ácidos graxos de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes fontes de óleos vegetais. Sem.: Ciênc. Agrar., 34(4): 1913-1924.
- Hu, M., Y. Wang, Q. Wang, M. Zhao, B. Xiong, X. Qian, Y. Zhao & Z. Luo. 2008. Replacement of fish meal by rendered animal protein ingredients with lysine and methionine supplementation to practical diets for gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. Aquaculture, 275(1-4): 260-265.
- Kasumyan, A.O. 1997. Gustatory reception and feeding behavior in fish. J. Ichthyol., 37(1): 78-93.
- Kasumyan, A.O. & A.M. Morsi. 1996. Taste sensitivity of common carp *Cyprinus carpio* to free amino acids and classical taste substances. J. Ichthyol., 36(5): 391-403.
- Kasumyan A.O. & K.B. Doving. 2003. Taste preferences in fish. Fish and Fish., 4(4): 289-347.
- Kasumyan, A.O. & S.S. Sidorov. 2012. Effects of the long-term anosmia combined with vision deprivation on the taste sensitivity and feeding behavior of the rainbow trout *Parasalmo (=Oncorhynchus) mykiss*. J. Ichthyol., 52(1): 109-119.
- Kotzamanis, Y.P., E. Gisbert, F.J. Gatesoupe, J.Z. Infante & C. Cahu. 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. Comp. Biochem. Physiol. Part A, 147(1): 205-214.
- Lewandowski, V., J.A. Decarli, F.A. Pedrn, A. Feiden, A. Signor & W.R. Boscolo. 2013. Hidrolisados cárneos na alimentação do surubim do Iguaçu *Steindachneridion melanodermatum*. Rev. Bras. Ci. Vet., 20(4): 222-226.

- Merino, G., M. Barange & C. Mullon. 2010. Climate variability and change scenarios for a marine commodity: modelling small pelagic fish, fisheries and fishmeal in a globalized market. *J. Mar. Syst.*, 81(1): 196-205.
- Montoya-Martinez, C., H. Nolasco-Soria, F. Vega-Villasante, O. Carrilho-Farnés, A. Álvarez-González & R. Civera-Cerecedo. 2018. Attractability and palatability of ingredients in longarm river prawn *Macrobrachium tenellum* feed. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 46(3):615-620.
- Naylor, R.L., R.W. Hardy, D.P. Bureau, A. Chiu, M. Elliott, A.P. Farrel, I. Forster, D.M. Gatlin, R.J. Goldberg, K. Hua & P.D. Nichols. 2009. Feeding aquacultures in an era of finite resources. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 106(36): 15103-15110.
- National Research Council (NRC). 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. National Academies Press, Washington, 379p.
- Oliveira, M.S.R., F.L. Franzen & N.N. Terra. 2014. Utilização da carne mecanicamente separada de frango para a produção de hidrolisados proteicos a partir de diferentes enzimas proteolíticas. *Sem.: Ciênc. Agrar.*, 35(1): 291-302.
- Ovissipour, M., A.A. Kenari, R. Nazari, A. Motamedzadegan & B. Rasco. 2014. Tuna viscera protein hydrolysate: nutritive and disease resistance properties for Persian sturgeon *Acipenser persicus* L. larvae. *Aquaculture Res.*, 45(4): 591-601.
- Pereira-da-Silva, E.M. & L.E. Pezzato. 1999. Comportamento alimentar da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. *Acta Scientiar.*, 21(2): 297-301.
- Pereira-da-Silva, E.M. & L.E. Pezzato. 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.
- Refstie, S., J.J. Olli & H. Standal. 2004. Feed intake, growth, and protein utilisation by post-smolt Atlantic salmon *Salmo solar* in response to graded levels of fish protein hydrolysate in the diet. *Aquaculture*, 239: 331-349.

- Rønnestad, I., Y. Kamisaka, L.E.C. Conceição, S. Morais & S.K. Tonheim. 2007. Digestive physiology of marine fish larvae: Hormonal control and processing capacity for proteins, peptides and amino acids. *Aquaculture*, 268(1): 82-97.
- Ridha, M.T. & E.M. Cruz. 2001. Effect of biofilter media on water quality and biological performance of the tilapia *Oreochromis niloticus* L. reared in a simple recirculating system. *Aquacult. Eng.*, 24(2): 157-166.
- Silva, T.C., J.D.M. Rocha, P. Moreira, A. Signor & W. R. Boscolo. 2017. Fish protein hydrolysate in diets for Nile tilapia post-larvae. *Pesq. Agropec. Bras.* 52(7): 485-492.
- Srichanun, M., C. Tantikiti, T.M. Kortner, A. Krogdahn & R. Chotikachinda. 2014. Effects of different protein hydrolysate products and levels on growth, survival rate and digestive capacity in Asian seabass *Lates calcarifer* Bloch larvae. *Aquaculture*, 428-429: 195-202.
- Tacon, A.G.F. & M. Metian. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. *Aquaculture*, 285(1-4): 146-158.
- Zhou, Q.C. & R. Yue. 2012. Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*. *Aquaculture Res.*, 43(6): 806-814.
- White, J.A., R.J. Hart & J.C. FRY. 1986. An Evaluation of the Waters pico-tag system for the amino-acid-analysis of food materials. *J. Autom. Chem.*, 8(4): 170-177.

**CAPÍTULO 2:****ATRATO-PALATABILIDADE DE AROMATIZANTE ATRACTUS AQVA PARA JUVENIS DE TILÁPIA DE NILO**

**Denis Rogério Sanches ALVES<sup>1,2</sup>, Suzana Raquel de OLIVEIRA<sup>1</sup>, Bruno dos Santos SOSA<sup>1</sup>, Wilson Rogério BOSCOLO<sup>1</sup>, Altevir SIGNOR<sup>1</sup>, Fábio BITTENCOURT<sup>1</sup>**

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

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

Autor correspondente: Denis Rogério Sanches Alves (drsa6@hotmail.com)

Artigo científico encaminhado para a revista Boletim do Instituto de Pesca e em avaliação.

Artigo elaborado e formatado conforme as normas das publicações científicas da Revista Boletim do Instituto de Pesca. Disponível em:<<https://www.pesca.sp.gov.br/publicacoes/boletim-do-instituto-de-pesca>>.

## RESUMO

O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a atrato-palatabilidade do aromatizante Atractus Aqva<sup>®</sup> para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Foram elaboradas cinco dietas experimentais isoproteicas (40% proteína bruta) e isoenergéticas (3.420 kcal kg<sup>-1</sup>) contendo 0,25% (A25); 0,50% (A50) e 0,75% (A75) de inclusão de aromatizante, controle positivo contendo 10% de farinha de peixe (FPE) e controle negativo sem farinha de peixe (SPE). Foram utilizados cinco juvenis de tilápia do Nilo com peso médio de 2,58 ± 0,27g, distribuídos em cinco aquários com volume de 10 litros. Os animais foram alimentados quatro vezes ao dia (8h, 11h, 14h e 17h) e antes de cada alimentação foi realizado sorteio das dietas a serem fornecidas. A mesma quantidade de peletes de cada dieta foi ofertada, sendo observados os comportamentos alimentares referentes ao tempo de captura do primeiro pelete, número de rejeição do pelete, número de aproximação sem haver a captura do pelete e número de peletes consumidos de cada alimentação por meio de filmagens durante três minutos com uma câmera digital GoPro<sup>®</sup> Hero 5. Foi observado efeito significativo (P < 0,05) para o comportamento alimentar referente ao número de aproximação sem captura do pelete e melhores índices de palatabilidade para o A75, seguido por A50, A25 e SPE. Conclui-se que o A75 proporcionou maior valor numérico para a atrato-palatabilidade aumentando em 10,49% o índice de palatabilidade, aumento de 13% no consumo de ração final, 23,13% menor rejeição dos peletes e apresentou 3,3 vezes menor número de aproximação sem captura dos peletes em relação à dieta FPE. Recomenda-se a inclusão de 0,75% do aromatizante Atractus Aqva<sup>®</sup> na dieta de juvenis de tilápia do Nilo.

**Palavras-chave:** aquicultura; preferência alimentar; nutrição; estimulante; piscicultura.

## ABSTRACT

The experiment was conducted with the aim of determining the compelling palatability of Atractus Aqva<sup>®</sup> flavoring for Nile tilapia juveniles (*Oreochromis niloticus*). Five isoproteic (40% crude protein) and isoenergetic (3420 kcal kg<sup>-1</sup>) experimental diets were elaborated containing 0.25% (A25), 0.50% (A50) and 0.75% (A75) flavoring inclusion, a positive control diet with 10% fishmeal (FPE) and a negative control without fishmeal (SPE). Five juvenile individuals (2.58 ± 0.27g) were distributed in five 10L tanks, and were fed four times a day (8h, 11h, 14h and 17h) with one of the diets, randomly raffled. The same amount of pellets was offered and the following behaviors were observed: time to capture the first pellet, number of pellet rejections, number of approximations without capture, and consumed pellets in each feeding event, by means of 3-minute recordings with a digital camera. A significant effect (P < 0.05) was found regarding the number of approximations without capturing the pellet, as well as a higher palatability index for A75, followed by A50, A25 and SPE. Therefore, it was concluded that A75 provided the highest compelling palatability of all diets by increasing palatability index by 10.49%, final feed consumption by 13% and displaying a 23.13% reduced rejection of pellets, besides presenting a 3.3 fold reduction in the number of approximations without capturing pellets in relation to diet FPE. Thus, the inclusion of 0.75% of the Atractus Aqva<sup>®</sup> flavoring is recommended in diets for Nile tilapia juveniles.

**Keywords:** aquaculture; feeding preference; nutrition; stimulant; pisciculture.



## INTRODUÇÃO

Tendo em vista o constante crescimento da aquicultura tanto mundial quanto nacional, mediada principalmente pela piscicultura, a alta demanda pelo pescado intensificou pesquisas de cunho nutricional, com o objetivo de encontrar um balanço nutricional para obter o máximo de aproveitamento de nutrientes e energia para o crescimento dos animais, diminuindo a descarga de nutrientes na água de criação, fato que causa perdas econômicas além de danos aos ecossistemas aquáticos (Gonçalves et al., 2009).

Tais fatos fazem com que haja um aumento na busca e utilização de ingredientes de alta qualidade para a formulação das dietas artificiais que atendam às exigências da espécie (Boscolo et al., 2005). Assim como a intensificação da alimentação e o aproveitamento da mesma, isso é determinante para o desenvolvimento de um empreendimento aquícola (Papatryphon e Soares, 2000).

A alimentação é 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). Dietas artificiais com ingredientes de origem animal elevam consideravelmente os custos das rações comerciais (Tacon e Metian, 2008), porém seu alto grau de atrato-palatabilidade estimulam um aumento do consumo alimentar, fato interessante do ponto de vista produtivo (Pereira da Silva e Pezzato, 2000).

As farinhas de peixe são importantes fontes proteicas de origem animal utilizadas em dietas para peixes, apresentam elevado valor proteico e um bom equilíbrio em aminoácidos essenciais (Pereira da Silva e Pezzato, 1999; Cardoso et al., 2004; Fries et al., 2011). Porém, a produção aquícola tende a aumentar em ritmo constante e prevê-se que o fornecimento de farinha de peixe no futuro diminua ou permaneça constante. Essa indisponibilidade no mercado tem elevado seu custo financeiro, ocasionando grandes limitações ao uso da farinha de peixe em rações para a aquicultura (Merino et al., 2010; Silva et al., 2017). Uma forma de diminuir custos com as rações comerciais seria a diminuição ou substituição total da farinha de peixe, porém, um grande obstáculo para essa alternativa é a aceitabilidade por parte dos animais, sendo que dietas ricas em farinha de peixe tem um alto grau de palatabilidade (Kotzamanis et al., 2007).

Palatabilidade pode ser definida através da aceitação de um determinado sabor ou odor, aumentando ou não a ingestão de tal alimento, portanto, a palatabilidade de uma dieta pode ser determinante para a formulação de rações, é um fator limitante no momento da tomada de decisão de quais ingredientes serão utilizados, bem como suas quantidades, no que

diz respeito a ingredientes de origem vegetal e animal, e inevitavelmente, afetando o custo final dessa dieta (Barroso et al., 2002; Dworjany et al., 2007; Glencroos et al., 2007).

Algumas pesquisas mostram que a utilização de estimulantes químicos em dietas para várias espécies de peixes tem apresentado efeitos positivos quanto à atrato-palatabilidade (Xue e Cui, 2001; Kasumyan e Doving, 2003; Kasumyan e Sidorov, 2012). Desse modo, aditivos que sirvam de estimulantes alimentares podem ser uma alternativa na questão de atrato-palatabilidade em dietas para animais aquáticos (Srichanun, et al., 2014), mesmo que dietas ricas em ingredientes de origem vegetal não possuam essas características, os estimulantes podem favorecer sua ingestão através da estimulação quimiossensorial (Tesser e Portella, 2011). Além do mais, Hara (2011), afirma que peixes teleósteos têm a capacidade de detectar e desencadear comportamentos alimentares a partir do olfato, devido a uma série de respostas químicas e fisiológicas que podem ser estimuladas a partir de componentes que acentuem as características aromatizantes no alimento.

Nesse sentido, o presente estudo objetivou determinar a atrato-palatabilidade de dietas contendo a inclusão de aromatizante como estimulante de alimentação nas preferências do alimento ofertado para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio 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, durante o mês de maio de 2018. 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° 09/18.

O aromatizante utilizado foi o Atractus Aqva<sup>®</sup> fornecido pela empresa Safeeds. Foram elaboradas cinco dietas experimentais, sendo dieta com inclusão de 0,25% de aromatizante (A25), dieta com inclusão de 0,50% de aromatizante (A50), dieta com inclusão de 0,75% de aromatizante (A75), dieta controle contendo de farinha de peixe (FPE) e a dieta sem farinha de peixe (SPE). As dietas foram formuladas de forma a serem isoproteicas (40% proteína bruta) e isoenergéticas (3.420 kcal.kg<sup>-1</sup> de energia digestível), de acordo com as recomendações nutricionais propostas por Furuya et al. (2010) (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1** - Conteúdo das dietas experimentais para avaliação de atrato-palatabilidade em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (com base na matéria seca).

Ingredientes	Dietas				
	Farinha de Peixe (Controle)	Sem Farinha de Peixe	Aroma 0,25%	Aroma 0,50%	Aroma 0,75%
Concentrado proteico de soja (60%) <sup>1</sup>	16,57	26,06	26,13	26,20	26,26
Fubá de milho	26,99	24,85	24,40	23,97	23,50
Quirera de arroz	9,97	10,00	10,00	10,00	10,00
Farinha de vísceras de aves	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Farinha de peixe (55%) <sup>1</sup>	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aromatizante	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75
Farinha de penas	6,78	6,80	6,80	6,80	6,80
Farinha glúten milho (60%) <sup>1</sup>	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Farinha de sangue	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Óleo de soja	2,38	3,13	3,25	3,37	3,49
Levedura destilada de álcool	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Fosfato bicálcio	0,76	1,95	1,95	1,95	1,95
Glúten de trigo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Suplemento mineral-vitaminico <sup>2</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Calcário calcítico	0,00	0,72	0,72	0,71	0,71
L-lisina HCL	0,63	0,58	0,58	0,58	0,58
L-treonina	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-metionina	0,35	0,40	0,40	0,40	0,40
Vitamina C (35%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloreto de colina (60%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Antifúngico (Propionato de Cálcio)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante (BHT) <sup>3</sup>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup>Teor de Proteína bruta.

<sup>2</sup>Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 500.000 UI; vit. D<sub>3</sub> - 200.000 UI; vit. E - 5.000 mg; vit. K<sub>3</sub> - 1.000 mg; vit. B<sub>1</sub> - 1.500 mg; vit. B<sub>2</sub> - 1.500 mg; vit. B<sub>6</sub> - 1.500 mg; vit. B<sub>12</sub> - 4.000 mg; ácido fólico - 500 mg; pantotenato de cálcio - 4.000 mg; vit. C - 15.000 mg; biotina - 50 mg; inositol - 10.000 mg; nicotinamida -

7.000 mg; colina - 40.000 mg; cobalto - 10 mg; cobre - 500 mg; ferro - 5.000 mg; iodo - 50 mg; manganês - 1.500 mg; selênio - 10 mg; zinco - 5.000 mg.

<sup>3</sup>Butil-hidroxi-tolueno.

**Tabela 2** – Composição calculada das dietas experimentais para avaliação de atrato-palatabilidade em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Composição calculada	Dietas				
	Farinha de Peixe (Controle)	Sem Farinha de Peixe	Aroma 0,25%	Aroma 0,50%	Aroma 0,75%
Amido (%)	25,34	24,00	23,72	23,44	23,17
Arginina total (%)	2,48	2,61	2,61	2,62	2,62
Cálcio (%)	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
Energia Digestível (kcal kg <sup>-1</sup> )	3420	3420	3420	3420	3420
Fenilalanina total (%)	1,95	2,05	2,05	2,05	2,05
Fibra bruta (%)	1,07	1,29	1,29	1,28	1,28
Fósforo disponível (%)	0,90	0,76	0,76	0,76	0,76
Fósforo total (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Gordura (%)	6,65	6,16	6,26	6,37	6,48
Histidina total (%)	1,02	1,05	1,05	1,05	1,05
Isoleucina total (%)	1,56	1,61	1,61	1,61	1,61
Leucina total (%)	3,38	3,41	3,41	3,41	3,41
Lisina total (%)	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Metionina total (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Proteína bruta (%)	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Proteína digestível peixes (%)	33,80	34,45	34,46	34,46	34,48
Treonina total (%)	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
Triptofano total (%)	0,40	0,43	0,43	0,43	0,43
Valina total (%)	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23

O aromatizante e as rações-teste foram submetidos as análises de proteína bruta, lipídeos, matéria seca, matéria mineral e energia (Tabela 3). As análises realizadas seguiram a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2004), com exceção da análise de energia

bruta, que foi determinada por meio de bomba calorimétrica (IKA® C2000). Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Alimentos (LQA) GEMAq.

**Tabela 3** - Composição química do aromatizante e das dietas experimentais para avaliação de atrato-palatabilidade em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (com base na matéria seca).

Parâmetros	Composição Atractus Aqva®	Dietas				
		Farinha de peixe (Controle)	Sem farinha de Peixe	Aroma 0,25%	Aroma 0,50%	Aroma 0,75%
Proteína bruta (%)	50,58	41,37	41,68	41,94	43,05	42,42
Lipídeos (%)	0,65	4,29	4,27	3,97	4,30	4,81
Matéria seca (%)	95,87	94,25	94,66	94,50	95,21	94,51
Matéria mineral (%)	16,14	8,66	8,66	7,77	7,94	7,76
Energia Bruta (Kcal.kg <sup>-1</sup> )	3.928	4.430	4.411	4.463	4.447	4.430

Os valores da composição química estão dentro dos valores citados para a espécie (Choi et al., 2009).

A composição aminoacídica do aromatizante utilizado (Tabela 4) foi realizada pelo método MA-009 e MA-010 (Lucas e Sotelo, 1980; White et al., 1986; Hagen et al., 1989) por um laboratório comercial (CBO Análises Laboratoriais Ltda., Valinhos-SP).

**Tabela 4** - Aminoácidos totais e livres detectados do aromatizante utilizado para avaliação de atrato-palatabilidade em juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (com base na matéria seca).

Composição Química	Aroma Atractus Aqva®	
	Totais (%)	Livres (%)
Ácido Aspártico	0,10	Não detectado
Ácido Glutâmico	0,12	Não detectado
Treonina	5,12	5,67
Tirosina	0,10	Não detectado
Metionina	0,07	Não detectado
Cistina	0,44	Não detectado
Fenilalanina	0,16	Não detectado
Triptofano	3,01	Não detectado
Total	9,12	5,67

As extrusões das rações foram realizadas na fábrica de ração do GEMAQ. Para a produção das rações todos os ingredientes foram inicialmente triturados com peneira de 0,3 mm de diâmetro em triturador do tipo martelo, modelo MCs 280, marca Vieira<sup>®</sup> Moinhos e Martelo, Tatui-SP, Brasil. Para o processamento das rações a mistura foi homogeneizada, em seguida foram colocados por 15 minutos em um misturador mecânico tipo 'Y', modelo MA 200, marca Marconi<sup>®</sup> Equipamentos Laboratoriais, Piracicaba-SP, Brasil. As dietas foram umedecidas com 20% de água e processadas de maneira extrusada com 1,0 mm de diâmetro em um equipamento modelo Ex-Micro com capacidade de produção de 10 kg h<sup>-1</sup>, marca Exteec<sup>®</sup> Máquinas, Ribeirão Preto-SP, Brasil. Após o processo de extrusão, as dietas foram colocadas em estufa de ventilação forçada por 24 h, a 55°C para secagem, modelo TE-394/3-D, marca Tecnal<sup>®</sup> Equipamentos Científico para Laboratórios, Piracicaba-SP, Brasil.

Foram utilizados cinco juvenis de tilápia do Nilo com peso médio de  $2,58 \pm 0,27$  g, distribuídos em cinco aquários com volume de 10 L revestidos com material impermeabilizante à base de látex, dotados individualmente com sistema de aeração e controle de temperatura com termostato de 15 watts (Figura 1).



Figura 1 - Imagem do local de experimento, com aquários individualizados.

Para o monitoramento da qualidade da água foram realizadas três etapas (início, meio e fim do período experimental). A temperatura da água, o pH e o oxigênio dissolvido foram medidos com o auxílio de um multiparâmetro modelo YSI<sup>®</sup> Professional Series. A luminosidade acompanhou as oscilações naturais do ciclo circadiano e as características físicas e químicas da água apresentaram-se semelhantes entre os aquários sendo temperatura

média de  $26,10 \pm 1,18^\circ\text{C}$ ; pH,  $7,5 \pm 0,42$ ; e oxigênio dissolvido,  $4,35 \pm 0,53 \text{ mg L}^{-1}$ , estando de acordo com o recomendado por Ridha e Cruz (2001) para o desenvolvimento da espécie.

Uma barreira confeccionada de isopor foi colocada ao redor dos aquários, isolando-os da movimentação rotineira do laboratório e minimizando possíveis efeitos sobre o comportamento dos animais (Figura 2).



Figura 2 - Imagem do local de experimento, com barreira confeccionada de isopor.

Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia nos respectivos horários: 8h, 11h, 14h e 17h. Diariamente, todos os aquários foram sifonados (cerca de 10% de renovação de água) para remoção de excretas e/ou restos alimentares.

Os peixes passaram por um período de adaptação e treinamento de 8 dias para que os animais se adaptassem a presença humana para o registro de comportamento alimentar durante o ensaio de alimentação e quantificar o número de peletes necessário até saciedade aparente. Neste período os peixes foram alimentados com uma dieta comercial com 40% de proteína bruta e diâmetro do pelete de 1,00 mm. Após o período de adaptação teve início o ensaio de atrato-palatabilidade.

Para cada alimentação ao longo do dia foram fornecidos 30 peletes por peixe. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições ao dia. Foi realizado um sorteio do tratamento para cada peixe diariamente.

Foi estipulado um período de três minutos de filmagem para cada alimentação com uma câmera modelo GoPro® Hero 5 Black 12MP 4K, assim que a dieta foi introduzida nos aquários de observação. O ensaio teve a duração de oito dias, obtendo 160 filmagens (5 peixes x 4 alimentações, 20 ensaios ao dia), para cada alimento testado houve 32 ensaios de alimentação.

O ensaio de atrato-palatabilidade foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Kasumyan et al. (Kasumyan e Morsi, 1996; Kasumyan e Doving, 2003; Kasumyan e Sidorov, 2012). Estes autores propuseram o índice de palatabilidade como uma estimativa da quantitativa da preferência gustativa (em porcentagem) utilizando a seguinte formula:  $IP = ((R-C)/(R+C))*100$ , em que: (IP) é índice de palatabilidade; (R) consumo de peletes da ração teste; (C) é o consumo de peletes da ração controle.

Após a coleta dos dados o material filmado foi examinado para análise dos seguintes comportamentos alimentares de acordo com a metodologia descrita por Alves et al. (2019, no prelo): a) tempo de captura do primeiro pelete (segundos); b) número de rejeição do pelete após captura; c) número de aproximação sem haver a captura do pelete; d) número de peletes consumidos. Foi calculado o índice de palatabilidade de cada tratamento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA), em caso de efeito significativo ( $P < 0,05$ ), foi realizado o teste de comparação múltipla de Tukey em nível de 5% de significância. Antes de todas as análises, foi verificada a normalidade dos erros (Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (teste de Levene). As análises foram efetuadas por meio do programa computacional Statistic 7.1 (2005).

## RESULTADOS

O índice de palatabilidade no tratamento contendo A75 apresentou maior atrato-palatabilidade com valor de 10,49%. O tratamento A50 proporcionou um índice de 7,09%, o A25 proporcionou um índice de 5,04% e o SPE proporcionou um índice de 1,02% comparando-se com a dieta FPE (tabela 5).

Não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos em relação ao consumo de peletes. O maior valor de consumo de peletes foi observado na dieta contendo inclusão de 0,75% de aromatizante, representando aumento de 13% no consumo em relação à FPE. O menor consumo dos peletes foi proporcionado pela dieta SPE.

Foram constatadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) referentes ao parâmetro número de aproximação sem captura dos peletes. O maior valor observado foi na dieta FPE, com 1,62 aproximações sem captura do pelete. Não houve diferenças significativas entre as quatro dietas restantes. No entanto, deve-se ressaltar que para a dieta A75 o número de aproximação sem captura dos peletes foi 3,3 vezes menor em relação à dieta FPE.

Nenhuma diferença estatística foi encontrada para o parâmetro referente ao tempo de captura do 1º pelete (em segundos) e para o número de rejeição do pelete após captura.



**Tabela 1** - Valores médios do teste de atrato-palatabilidade de diferentes aromatizantes comparados à farinha de peixe (controle positivo) em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Tratamentos	Índice de Palatabilidade (%)	Consumo de peletes	Número de rejeição do pelete após captura	Número de aproximação sem captura do pelete	Tempo de captura do 1º pelete (em segundos)
Farinha de peixe (Controle)	0	15,55 ± 3,38	1,60 ± 0,51	1,62 ± 0,53 b	4,41 ± 2,23
Aroma 0,75%	10,49	17,57 ± 4,27	1,23 ± 0,49	0,49 ± 0,44 a	5,13 ± 2,40
Aroma 0,50 %	7,09	16,04 ± 3,48	1,63 ± 0,62	0,64 ± 0,21 a	6,98 ± 2,91
Aroma 0,25%	5,04	15,64 ± 4,54	1,29 ± 0,49	0,54 ± 0,24 a	4,48 ± 1,56
Sem farinha peixe	1,02	15,18 ± 2,95	1,77 ± 0,89	0,51 ± 0,27 a	6,20 ± 3,03

Medias seguida de letras distintas, na coluna, apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P < 0,05).

## DISCUSSÃO

Diversos estudos têm sido direcionados com intuito de substituir a farinha de peixe da dieta, contudo esse é um alimento de alto valor nutricional, além de muito palatável para o peixe, tornando necessário o uso de ingredientes que tornem as dietas atrativa quando esse ingrediente é substituído. Ao substituir a farinha de peixe da dieta, Xue e Cui (2001) avaliaram o efeito dos estimulantes betaína, glicina, L-lisina, L-metionina, L-fenilalanina e extrato de lula como attractante para juvenis de carpa de gibel (*Carassius auratus gibelio*) e esses estimulantes apresentaram bons resultados em dietas sem farinha de peixe. Do mesmo modo, Hu *et al.* (2008) avaliaram a lisina e metionina como estimulantes de alimentação para carpa de gibel (*Carassius auratus gibelio*) em substituição a farinha de peixe por ingredientes de origem animal. Esses autores destacam que esses estimulantes apresentaram bons resultados em substituição à farinha de peixe e a quantidade de proteína e o perfil de aminoácidos essenciais foram semelhantes a dieta com farinha de peixe.

Várias pesquisas foram realizadas buscando identificar a natureza química dos atrativos e estimulantes químicos, mesmo a baixos níveis, em dietas para várias espécies de peixes (Kasumyan e Doving, 2003; Hara, 2011). Siikavuopio *et al.* (2017) apresentam o perfil de dezesseis aminoácidos que foram utilizados como estimulantes na avaliação de hidrolisado proteico do subproduto da indústria da pesca em iscas para *Gadus morhua* (Linnaeus, 1758) e *Pallachius virens* (Linnaeus, 1758).

Papatryphon e Soares (2001) estudando os níveis de estimulantes em dietas para robalo (*Morone saxatilis*) destacam que a inclusão de 0,4% de alanina, 0,2% de inosina-5-monofosfato, 0,4% de betaina e 0,6% de serina pode ser usada para desenvolver uma dieta vegetal para robalo e que esta seja tão palatável quanto a uma dieta a base de farinha de peixe. Mas, Xue e Cui (2001) destacam que a eficácia do estimulante pode variar com a composição da dieta, pois a dieta contendo farinha de peixe e inclusão dos estimulantes tornaram os peixes insensíveis a estimulantes adicionais. Guimarães et al. (2008) estudando o efeito da inclusão da farinha de camarão em dietas para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) observaram que a alta concentração de cinco estimulantes (glicina, alanina, prolina, arginina e betaína) apresentou redução no consumo de alimento. Não foram encontrados estudos tratando especificamente da questão de atratividade e palatabilidade utilizando estimulantes para a tilápia do Nilo.

Pesquisas anteriores mostram que cada espécie de peixe é atraída por diferentes misturas de aminoácidos e não são todos os aminoácidos que são palatáveis para todas as espécies (Yacoob e Browman, 2007; Hara, 2011). Importantes estimulantes alimentares diferem mesmo entre espécies intimamente relacionadas (Kasumyan e Doving, 2003). Kasumyan (1997) investigou 21 espécies diferentes de peixes, os dados revelam que o número de aminoácidos livres que atuaram como estimulantes na alimentação variaram de 0 a 13, e que em apenas algumas espécies de peixes o número de aminoácidos estimulante varia em mais de 10. O número de aminoácidos estimuladores foi de seis ou menos para 13 espécies. Esse fato pode explicar a preferência do aromatizante por apresentar apenas oito aminoácidos totais.

A presença ou ausência de componentes químicos ou estimulantes utilizados como atrativos na dieta para peixes determinam se o item alimentar é apreendido ou ignorado, rejeitado ou engolido. O tempo em que o item alimentar é mantido na boca antes de engolir ou rejeitar é denominado tempo de retenção (Kasumyan e Doving, 2003). Durante o tempo de retenção, os peixes detectam e reconhecem substâncias saborosas, avaliam a palatabilidade do alimento e executam a decisão de engolir ou rejeitar (Kasumyan e Doving, 2003; Lokkeborg et al., 2014; Olsen e Lundh, 2016). Embora não foram encontradas diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ) para o parâmetro referente ao número de rejeição do pelete após captura, cabe destacar que o menor valor médio de número de rejeição observado foi na dieta A75, com 1,23 peletes. Os dados presentes no trabalho destacam que a dieta A75 apresentou 23,13% menor rejeição dos peletes em relação à dieta FPE.

Estudos demonstraram que o comportamento alimentar para peixes é estimulado por substâncias de baixo peso molecular, incluindo aminoácidos, peptídeos e compostos nitrogenados. Os aminoácidos constituem o grupo mais importante de compostos que foram identificados como estimulantes de alimentação e podem agir isoladamente ou em conjunto no comportamento alimentar dos peixes (Kasumyan e Doving, 2003; Hara, 2011; Lokkeborg et al., 2014). O menor valor apresentado para a dieta A75 para o parâmetro referente ao número de rejeição do pelete após captura e número de aproximação sem captura do pelete, pode estar associado ao composto formado pelos aminoácidos presentes no aromatizante, em especial ao aminoácido treonina, que apresentou 5,12% para aminoácidos totais e 5,67% para aminoácidos livres, e estes podem agir como atrativos alimentares por serem detectados pelo sistema gustatório dos peixes (Halver e Hardy, 2002; NRC, 2011; Broggi et al., 2017).

Papatryphon e Soares (2001), Felix e Sudharsan (2004) indicam uma correlação positiva associada à melhora da palatabilidade e os componentes químicos presentes nas dietas. Estes autores destacam que o uso de estimulante proporcionou melhores resultados de ganho em peso e conversão alimentar para os peixes.

Portanto, dietas elaboradas com estimulantes podem disponibilizar informações sobre o comportamento quimiossensorial dos peixes, melhorar as características organolépticas e palatabilidade das dietas e podem gerar informações que podem ser aplicadas na indústria de rações, pois algumas substâncias melhoram a atratividade e palatabilidade, aumentando o consumo de rações (Tesser e Portela, 2011; Pastore et al., 2012). A fim de utilizar fonte de proteína vegetal para o desenvolvimento de dietas menos onerosas e “ambientalmente compatíveis” para a tilápia, é necessário encontrar maneiras de melhorar a palatabilidade das dietas a base de fontes vegetais (Cyrino et al., 2010).

## CONCLUSÕES

A inclusão de 0,75% do aromatizante Atractus Aqva® apresentou maior valor numérico no consumo de ração final, proporcionou menor rejeição dos peletes e menor número de aproximação sem captura dos peletes em relação à dieta controle, contendo farinha de peixe, portanto, recomenda-se a inclusão em dietas para estimular o consumo de ração para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em substituição à farinha de peixe.

## **AGRADECIMENTOS**

A empresa Safeeds pela doação dos ingredientes e apoio financeiro.

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

## REFERÊNCIAS

- ALVES, D.R.S.; SILVA, T.C.; ROCHA, J.D.M.; OLIVEIRA, S.R.; SIGNOR, A.; BOSCOLO, W.R. 2018 Compelling palatability of protein hydrolysates for Nile tilapia juveniles. *Latin American Journal of Aquatic Research*. (No prelo).
- BARROSO, M.V.; CASTRO, J.C.; AOKI, P.C.M.; HELMER. 2002 Valor nutritivo de alguns ingredientes para robalo (*Centropomus parallelus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(6): 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 tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(6): 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(2): 505-512. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8348>.
- CARDOSO, A. P.; NETO, J.R.; MEDEIROS, T.S.; KNOPKER, M.A.; LAZZARI, R. 2004 Criação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com rações granuladas contendo fígados ou hidrolisados. *Acta Scientiarum*, 26(4): 457-462. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v26i4.1718>
- 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.
- CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K. 2010 A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39: 68-87. <http://producao.usp.br/handle/BDPI/5522>

CRIVELENTI, L.Z.; BORIN, S.; PIRTOUSCHEG, A.; NEVES, J.E.G.; ABDÃO, E.M. 2006 Desempenho econômico da criação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema de produção intensiva. *Veterinária Notícias*, 2(12): 117-122.

DWORJANYN, S.A.; PIROZZI, I.; LIU, W. 2007 The effect of the addition of algae feeding stimulants to artificial diets for the sea urchin *Tripneustes gratilla*. *Aquaculture*, 273(4): 624-633. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.08.023>

FELIX, N.; SUDHARSAN, M. 2004 Effect of glycine betaine, a feed attractante affecting growth conversion of juvenile freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture Nutrition*, 10(3): 193-197. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2004.00292.x>

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(4): 401-407.

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

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; HISANO, H.; ROSA, M.J.S. 2009 Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para tilápias do Nilo formuladas com base no conceito de proteína ideal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(12): 2289-2298. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001200001>

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(1): 17-34. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00450.x>

GUIMARÃES, I.G.; MIRANDA, E.C.; MARTINS, G.P.; LOURO, R.V.; MIRANDA, C.C. 2008 Farinha de camarão em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, 9(1): 140-149.

HAGEN, S.R.; FROST, B.; AUGUSTIN, J. 1989 Precolumn phenylthiocyanate derivatization and liquid-chromatography of amino-acids in food. *Journal of the association of official analytical chemists*, 72(6): 912-916.

HARA, T.J. 2011 Smell, Taste, And Chemical Sensing | Chemoreception (Smell and Taste): An Introduction. *Encyclopedia of Fish Physiology*. Edited by: Farrell AP. San Diego: Academic Press, 183-186. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-374553-8.00021-6>

HALVER, J.E.; HARDY, R.W. 2002 Fish nutrition. 3<sup>a</sup> ed. San Diego: Elsevier Science. 839p.

HU, M.; WANG, Y.; WANG, Q.; ZHAO, M.; XIONG, B.; QIAN, X.; ZHAO, Y.; LUO, Z. 2008 Replacement of fish meal by rendered animal protein ingredients with lysine and methionine supplementation to practical diets for gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. *Aquaculture*, 275(1-4): 260-265. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.01.005>

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2004 Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo, SP, IMESP. 1020p.

KASUMYAN, A.O. 1997 Gustatory reception and feeding behavior in fish. *Journal of Ichthyology*, 37(1): 78-93.

KASUMYAN, A.O.; DOVING K. B. 2003 Taste preferences in fish. *Fish and Fisheries*, 4(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(5): 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 behavior of the rainbow trout *Parasalmo (=Oncorhynchus) mykiss*. *Journal of Ichthyology*, 52(1): 109–119.

KOTZAMANIS, Y.P.; GISBERT, E.; GATESOUBE, 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*, 147(1): 205-214. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2006.12.037>

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(4); 985-1003.

LUCAS, B.; SOTELO, A. 1980 Effect of alkalies, temperature, and hydrolysis times on tryptophan determination of pure proteins and of foods. *Analytical Biochemistry*, 109(1): 192-197. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(80\)90028-7](https://doi.org/10.1016/0003-2697(80)90028-7)

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*, 81(1): 196-205. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2009.12.010>

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 2011. *Nutrient requirements of fish and shrimp*. Washington, D.C. 390p.

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>

PAPATRYPHON, E.; SOARES JR, J.H. 2000 The effect of dietary feeding stimulants on growth performance of striped bass, *Morone saxatilis*, fed-a-plant feedstuff-based diet. *Aquaculture*, 185(3-4): 329-338. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00348-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00348-8)

PAPATRYPHON, E.; SOARES JR, J.H. 2001 Optimizing the levels of feeding stimulants for use in high-fish meal and plant feedstuff-based diets for striped bass, *Moronesaxatilis*. *Aquaculture*, 202(3-4): 329-338. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00778-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00778-5)

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



PEREIRA DA SILVA, E.M.; PEZZATO, L.E. 1999 Comportamento alimentar da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum*, 21(2): 297-301.

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(5): 1273-1280.

RIDHA, M. T.; CRUZ, E. M. 2001 Effect of biofilter media on water quality and biological performance of the tilápia (*Oreochromis niloticus* L.) reared in a simple recirculating system. *Aquacultural Engineering*, 24(2): 157-166. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(01\)00060-7](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(01)00060-7)

SIKAVUOPIO, S.I.; JAMES, P.; STENBERG, E.; EVENSEN, T.; SAETHER, B.S. 2017 Evaluation of protein hydrolysate of by-product from the fish industry for inclusion in bait for longline and pot fisheries of Atlantic cod. *Fisheries Research*, 188: 121-124. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.11.024>

SILVA, T.C.; 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. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2017000700002>

SRICHANUN, M.; TANTIKITI, C.; KORTNER, T.M.; KROGDAHN, A.; CHOTIKACHINDA, R. 2014 Effects of different protein hydrolysate products and levels on growth, survival rate and digestive capacity in Asian seabass (*Lates calcarifer* Bloch) larvae. *Aquaculture*, 428-429: 195-202. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.03.004>

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

TESSER, M.B.; PORTELLA, M.C. 2011 Estimulantes alimentares para larvas de pacu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(9): 1851-1855.

TACON, A.G.J.; METIAN, M. 2008 Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. *Aquaculture*, 285(1-4): 146-158. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.015>

WHITE, J.A.; HART, R.J.; FRY, J.C. 1986 An Evaluation of the Waters pico-tag system for the amino-acid-analysis of food materials. *Journal of Automatic Chemistry*, 8(4): 170-177.

XUE, M.; CUI, Y. 2001 Effect of several feeding stimulants on diet preference by juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*), fed diets with or without partial replacement of fish meal by meat and boné meal. *Aquaculture*, 198(3-4): 281-292. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00602-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00602-5)

YACOOB, S.Y.; BROWMAN, H.I. 2007 Prey extracts evoke swimming behavior in juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture*, 270(1-4): 570-573. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.05.003>

**CAPÍTULO 3:****ATRATO-PALATABILIDADE DE PROTEÍNAS HIDROLISADAS LÍQUIDA PARA JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO**

**Denis Rogério Sanches ALVES<sup>1,2</sup>, Suzana Raquel de OLIVEIRA<sup>1</sup>, Thiago Gabriel LUCZINSKI<sup>1</sup>, Isabela Guterres Pinto PAULO<sup>1</sup>, Wilson Rogério BOSCOLO<sup>1</sup>, Fábio BITTENCOURT<sup>1</sup>**

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

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

Autor correspondente: Denis Rogério Sanches Alves (drsa6@hotmail.com)

Artigo científico em fase final de revisão para ser submetido à revista Boletim do Instituto de Pesca

Artigo elaborado e formatado conforme as normas das publicações científicas da Revista Boletim do Instituto de Pesca. Disponível em:<<https://www.pesca.sp.gov.br/publicacoes/boletim-do-instituto-de-pesca>>.

## RESUMO

O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a atrato-palatabilidade de proteínas hidrolisadas líquida para juvenis de tilápia do Nilo. Foram elaboradas cinco dietas experimentais contendo 5% de inclusão de farinha de peixe (FPE) (controle positivo), 5% de inclusão proteína hidrolisada líquida de mucosa suína (PHM), 5% de inclusão proteína hidrolisada líquida de frango (PHF), 5% de inclusão óleo de peixe líquido (OPE) e uma dieta sem farinha de peixe (SPE) (controle negativo). Foram utilizados cinco juvenis de tilápia do Nilo com peso médio de  $2,51 \pm 0,13$  g, distribuídos em aquários com volume de 10 litros. Os animais foram alimentados cinco vezes ao dia e, antes de cada alimentação, foi realizado sorteio das dietas a serem fornecidas. A mesma quantidade de peletes de cada dieta foi ofertada, sendo observados os comportamentos alimentares referentes ao tempo de captura do primeiro pelete, número de rejeição do pelete, número de aproximação sem haver a captura do pelete e número de peletes consumidos por meio de filmagens durante três minutos de cada alimentação com uma câmera digital GoPro® Hero 5. Nenhum parâmetro observado apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ). Todas as dietas apresentaram índice de palatabilidade negativo comparando-se com FPE. A SPE proporcionou um índice de palatabilidade de -2,34%, OPE índice de -6,48%, PHM índice de -10,80% e PHF índice de -15,21%. Embora não tenha apresentado valores significativos, a PHF e PHM diminuíram o consumo final de peletes em comparação com a FPE em aproximadamente 28% e 20%, respectivamente. Dessa forma, a utilização de hidrolisados proteicos de mucosa suína e de frango na forma líquida em dietas para juvenis de tilápia do Nilo não apresentaram bons resultados de atrato-palatabilidade.

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

## ABSTRACT

The experiment was conducted with the aim of determining the compelling palatability of liquid protein hydrolysates for Nile tilapia. Five experimental diets were formulated containing 5% inclusion of fishmeal (FPE) (positive control), 5% inclusion of liquid protein hydrolysate of porcine mucosa (PHM), 5% inclusion of liquid protein hydrolysate of poultry (PHF), 5% inclusion of liquid fish oil (OPE) and a diet without fishmeal (negative control). Five juveniles ( $2.51 \pm 0.13$  g) were distributed in 10L tanks, and the animals were fed five times a day, with a previous draw being made of the offered diets. The same amount of pellets was offered and the following feeding behaviors were evaluated with the aid of three-minute footages per feeding: time to capture first pellet, number of rejections, number of approximations without capturing the pellet, and number of consumed pellets. None of the observed parameters displayed significant differences ( $P > 0.05$ ), and all diets presented negative palatability indexes in comparison to FPE. The SPE diet provided a palatability index of -2.34%, while OPE index was -6.48%, PHM -10.80% and PHF -15.21%. Both PHF and PHM reduced the final consumption of pellets in comparison to FPE in approximately 28% and 20%, respectively. Whilst using liquid hydrolysates is not recommended, as they did not present good compelling palatability results.

**Index terms:** aquaculture; feed attractant; palatability agent; nutrition; behavior.

## INTRODUÇÃO

As tilápias, a maioria de origem no continente africano, se desenvolvem facilmente em diversas regiões do mundo, principalmente em países de climas tropicais e subtropicais considerados favoráveis para a sua adaptabilidade, criação e desempenho (Higuchi et al., 2013). Embora sejam consideradas mais de 70 espécies de tilápias, destaca-se a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), que obteve expansão na aquicultura mundial (Kubitza, 2015). A tilápia do Nilo apresenta uma linhagem GIFT (*Genetically Improved Farmed Tilapia*) e algumas características produtivas interessantes como resistência à variação de temperatura e pH, a baixos teores de oxigênio, facilidade de reprodução, adaptação ao manejo e aceitação aos mais variados tipos de alimentos, além de apresentar carne de excelente qualidade com boa aceitação pelo consumidor (Higuchi et al., 2013; IBGE, 2015; Brito et al., 2017). É a quarta espécie de peixe mais produzida no mundo, a produção atingindo a marca de 4,2 milhões de toneladas em 2016 (FAO, 2018) e é a espécie de peixe mais produzida no Brasil (IBGE, 2017).

Ao mesmo tempo, com o crescimento da aquicultura, surge a necessidade de estudos relativos a alimentos alternativos, que atendem as exigências nutricionais das espécies e que estejam disponíveis no mercado (Decarli et al., 2016). Pois, a alimentação na aquicultura representa alto custo operacional, sendo os ingredientes proteicos responsáveis pela maior parte desse valor, cerca de 40 a 70% do gasto total (Boscolo et al., 2005; Furuya, 2010; Zho e Yue, 2012).

Essa situação levou a indústria alimentar aquícola a adaptar-se procurando fontes alternativas que possam ser incluídas em dietas para peixes com disponibilidade de proteína e elevada atrato-palatabilidade para diminuir o desperdício dos alimentos (Tantikitti, 2014; Apper et al., 2016).

Para os peixes, a atratividade é responsável em detectar inicialmente o alimento, utilizando da visão ou quimiorreceptores, leva-lo até ao alimento e induzir a ingeri-lo. Independentemente dos órgãos sensoriais envolvidos na alimentação, a palatabilidade é responsável pela seleção final do alimento, define se o peixe aceita o alimento e durante o tempo de retenção do alimento na boca os peixes detectam e reconhecem substâncias saborosas, em seguida, executam a decisão de engolir ou rejeitar (Pereira da Silva e Pezzato, 2000; Lokkeborg et al., 2014; Olsen e Lundh, 2016). Portanto, a palatabilidade de uma dieta pode ser determinante para a formulação de rações e é um fator limitante no momento da tomada de decisão de quais ingredientes serão utilizados e quais quantidades, afetando o custo

final dessa dieta (Barroso et al., 2002; Glencroos et al., 2007).

Uma forma de diminuir custos com as rações comerciais seria a utilização de subprodutos agroindustriais, pois esses resíduos atualmente são subutilizados ou descartados pelas indústrias ocasionando danos ambientais (Decarli et al., 2016). Nesse contexto, os subprodutos representam potenciais matérias-primas para a produção de ingredientes como farinhas, óleos e hidrolisados proteicos a baixo custo (Decarli et al., 2016; Ferreira et al., 2017; Mullen et al. 2017; Silva et al., 2017).

O hidrolisado proteico é resultado da solubilização das proteínas, podendo ser obtidas a partir da hidrólise química (hidrolise ácida e alcalina) e por hidrolise enzimática com a adição de enzimas de origem vegetal, animal ou microbianas à matéria-prima (Bui et al., 2014; Wisuthiphaet e Kongruang, 2015; Decarli et al., 2016). A hidrolise enzimática demonstra ser mais vantajoso para promover a hidrolise proteica, pois apresenta como principal vantagem a valorização nutricional e funcional das matérias-primas utilizadas, rapidez e praticidade no processo, causa baixo impacto ambiental e é realizado em condições mais controladas e não resulta em produtos demasiadamente degradados como os gerados em hidrólises ácida e alcalina (Bernardi et al., 2016; Toldrá et al., 2016; Mullen et al., 2017).

O processo de hidrolise é uma reação química que modifica as propriedades funcionais do alimento, promove a quebra das proteínas em aminoácidos e peptídeos de vários tamanhos com elevado teor proteico e que são mais facilmente absorvidos pelos animais (Ronnestad et al., 2007; Wisuthiphaet e Kongruang, 2015; Mullen et al., 2017), proporcionando à clivagem da estrutura proteica resultando em compostos nitrogenados de menor peso molecular e estes podem agir como atrativos alimentares por serem detectados pelo sistema gustatório dos peixes (Halver e Hardy, 2002; Broggi et al., 2017).

Várias pesquisas foram realizadas com hidrolisado proteico de pescado e misturas de outros animais de abate como componente nutricional das dietas, nas fases iniciais para várias espécies de peixes, e têm demonstrado efeitos positivos no desempenho produtivo, atividades imunológicas e digestibilidade (Chotikachinda et al., 2013; Bui et al., 2014; Broggi et al., 2017; Silva et al., 2017). A inclusão de hidrolisado proteico de sardinha com maior grau de hidrolise estimulou a busca de alimento em juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) (Broggi et al., 2017). Alves et al. (2019, no prelo) observaram que juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com hidrolisados proteicos seco de frango em substituição a farinha de peixe apresentou melhor resultado de atrato-palatabilidade.

Nesse contexto, o presente estudo objetivou determinar a atrato-palatabilidade de proteínas hidrolisadas líquida de mucosa suína (PHM) e proteínas hidrolisadas líquida de

frango (PHF) para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio 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 período de agosto e setembro de 2018. 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° 28/18.

A PHM e PHF utilizadas foram fornecidas pela empresa BRF Ingredient's (Concórdia-SC, Brasil). Os hidrolisados foram obtidos por meio do processo de hidrólise enzimática e o grau de hidrólise foi realizado pelo método ortoftalaldeído (OPA) (Nielsen et al., 2001), obtendo-se valores de 36% e 21%, respectivamente, para PHM e PHF.

Foram elaboradas cinco dietas experimentais, sendo uma com inclusão de 5% de farinha de peixe (FPE) (controle positivo), uma sem farinha de peixe (SPE) (controle negativo), uma com inclusão de 5% de proteína hidrolisada líquida de mucosa suína (PHM), uma dieta com inclusão de 5% de proteína hidrolisada líquida de frango (PHF) e uma dieta com inclusão de 5% de óleo de peixe líquido (OPE). As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações nutricionais propostas por Furuya et al. (2010) (Tabela 1).

Para o controle positivo foi utilizado a farinha de peixe por apresentar elevado valor proteico, melhora a eficiência alimentar, crescimento, palatabilidade, absorção de nutrientes, digestão e fornece bom equilíbrio em aminoácidos para os animais (Halver e Hardy, 2002; FAO, 2016). Para a dieta controle negativo foi utilizado o óleo de peixe por apresentar efeitos benéficos na estrutura e função das membranas celulares, fonte de energia bruta, fonte de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e alta digestibilidade para os animais (Velarde et al., 2012; Higuchi et al., 2013; Rombenso et al., 2016).

Para a produção das rações os ingredientes foram inicialmente triturados com peneira de 0,3 mm de diâmetro em triturador do tipo martelo (modelo MCs 280, marca Vieira Moinhos e Martelo, Tatui-SP, Brasil). Para a extrusão das rações a mistura foi umedecida com 20% de água e homogeneizada, em seguida foram colocados por 15 minutos em um misturador mecânico tipo 'Y' (modelo MA 200, marca Marconi Equipamentos Laboratoriais, Piracicaba-SP, Brasil). As dietas foram processadas de maneira extrusada com 1,0 mm de diâmetro em um equipamento modelo Ex-Micro com capacidade de produção de 10 kg h<sup>-1</sup>



(marca Exteec Maquinas, Ribeirão Preto-SP, Brasil). Após o processo de extrusão, as dietas foram colocadas em estufa de ventilação forçada por 24 h, a 55 °C para secagem (modelo TE-394/3-D (marca Tecnal Equipamentos Científico para Laboratórios, Piracicaba-SP, Brasil).

**Tabela 1** - Composição das dietas experimentais utilizadas para avaliação de atrato-palatabilidade em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (com base na matéria seca).

Ingredientes	Dietas				
	Farinha de peixe	Sem farinha de peixe	Proteína Hidrolisada Mucosa Suína	Proteína Hidrolisada de Frango	Óleo de Peixe
Farelo de soja (45%) <sup>1</sup>	30,31	36,26	34,32	34,32	34,32
Fubá de milho	30,42	28,40	26,88	26,88	26,88
Quirera de arroz (8,5%) <sup>1</sup>	5,00	5,00	4,73	4,73	4,73
Farinha de vísceras de aves	10,00	10,00	9,47	9,47	9,47
Farinha de peixe (55%) <sup>1</sup>	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Proteína hidrolisada mucosa suína	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00
Proteína hidrolisada de frango	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00
Óleo de peixe	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
Farinha de penas	10,00	10,00	9,47	9,47	9,47
Farinha de sangue	5,00	5,00	4,73	4,73	4,73
Fosfato bicálcio	0,53	1,14	1,14	1,14	1,14
Suplemento mineral-vitaminico <sup>2</sup>	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Calcário calcítico	0,53	0,86	0,86	0,86	0,86
L-lisina HCL	0,62	0,69	0,69	0,69	0,69
L-treonina	0,57	0,59	0,59	0,59	0,59
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-metionina	0,45	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamina C (35%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloreto de colina (60%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Antifúngico (Propianato de Cálcio)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante (BHT) <sup>3</sup>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

<sup>1</sup>Teor de Proteína bruta.

<sup>2</sup>Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 500.000 UI; vit. D<sub>3</sub> - 200.000 UI; vit. E - 5.000 mg; vit. K<sub>3</sub> - 1.000 mg; vit. B<sub>1</sub> - 1.500 mg; vit. B<sub>2</sub> - 1.500 mg; vit. B<sub>6</sub> - 1.500 mg; vit. B<sub>12</sub> - 4.000 mg; ácido fólico - 500

mg; pantotenato de cálcio - 4.000 mg; vit. C - 15.000 mg; biotina - 50 mg; inositol - 10.000 mg; nicotinamida - 7.000 mg; colina - 40.000 mg; cobalto - 10 mg; cobre - 500 mg; ferro - 5.000 mg; iodo - 50 mg; manganês - 1.500 mg; selênio - 10 mg; zinco - 5.000 mg.

<sup>3</sup>Butil-hidroxi-tolueno.

A PHM, PHF e OPE foram aquecidos e borrifados individualmente em suas respectivas dietas após a secagem das rações. Em seguida, foram colocados novamente por 15 minutos individualmente em um misturador mecânico tipo 'Y'.

As rações-teste foram submetidas às análises de proteína bruta, lipídeos, matéria seca, matéria mineral e energia (Tabela 2). As análises realizadas seguiram a metodologia descrita pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2004), com exceção da análise de energia bruta, que foi determinada por meio de bomba calorimétrica (IKA® C2000). Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Alimentos (LQA) do GEMAq.

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

Parâmetros	Dietas				
	Farinha de peixe	Sem farinha de peixe	Proteína Hidrolisada Mucosa Suína	Proteína Hidrolisada de Frango	Óleo de Peixe
Proteína bruta (%)	40,00	39,00	41,00	45,00	40,00
Lipídeos (%)	1,51	0,41	0,78	0,78	2,34
Matéria seca (%)	97,68	97,34	95,26	94,98	97,66
Matéria mineral (%)	7,16	6,18	6,14	5,88	5,58
Energia Bruta (Kcal.kg <sup>-1</sup> )	4.482	4.493	4.375	4.419	4.681

Os valores da composição química estão dentro dos valores citados para a espécie (Choi et al., 2009).

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

A proteína hidrolisada de mucosa suína e a proteína hidrolisada de frango apresentaram com base na matéria seca, respectivamente, 30,06% e 13,17% de aminoácidos livres. A proteína hidrolisada líquida de mucosa suína e a proteína hidrolisada líquida de frango apresentaram, respectivamente, 8,86% e 3,22% de aminoácidos livres.

**Tabela 3** – Perfil dos aminoácidos livres das proteínas hidrolisadas utilizadas para avaliação de atrato-palatabilidade em juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (com base na matéria seca e líquida).

Composição Química	Com base na matéria seca		Com base na matéria líquida	
	Proteína Hidrolisada de Mucosa Suína (%)	Proteína Hidrolisada de Frango (%)	Proteína Hidrolisada de Mucosa Suína	Proteína Hidrolisada de Frango
Ácido Aspártico	2,31	0,59	0,68	0,14
Ácido Glutâmico	2,93	1,41	0,86	0,35
Serina	1,67	0,48	0,49	0,12
Glicina	1,61	0,41	0,47	0,10
Histidina	0,93	0,33	0,27	0,08
Taurina	0,22	0,48	0,06	0,12
Arginina	1,28	1,32	0,38	0,32
Treonina	1,61	0,55	0,47	0,13
Alanina	2,30	0,93	0,68	0,23
Prolina	1,64	0,41	0,48	0,10
Tirosina	1,51	0,82	0,45	0,20
Valina	2,11	0,82	0,62	0,20
Metionina	0,84	0,47	0,25	0,12
Cistina	0,20	0,16	0,06	0,04
Isoleucina	1,44	0,56	0,42	0,14
Leucina	3,12	1,47	0,92	0,36
Fenilalanina	1,54	0,78	0,45	0,19
Lisina	2,77	1,14	0,82	0,28
Asparagina	0,03	0,03	0,01	0,01
Total	30,06	13,17	8,86	3,22

A dieta contendo PHM apresentou uma maior quantidade de aminoácidos livres com 0,75%, seguida pela dieta contendo PHF com 0,44%, a dieta FPE com 0,40%, a dieta SPE com 0,38% e a dieta OPE apresentou 0,39%.

**Tabela 4** - Aminoácidos livres detectados das dietas utilizadas para avaliação de atrato-palatabilidade em juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (com base na matéria seca).

Composição Química	Proteína Hidrolisada de Mucosa Suína (%)	Proteína Hidrolisada de Frango (%)	Farinha de peixe (%)	Sem farinha de peixe (%)	Óleo de peixe (%)
Ácido Aspártico	0,05	0,02	0,02	0,01	0,02
Ácido Glutâmico	0,09	0,05	0,04	0,04	0,04
Serina	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
Glicina	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01
Histidina	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Taurina	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03
Arginina	0,10	0,09	0,08	0,09	0,09
Treonina	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
Alanina	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03
Prolina	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02
Tirosina	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03
Valina	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01
Metionina	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
Cistina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Isoleucina	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
Leucina	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01
Fenilalanina	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
Lisina	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02
Asparagina	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	0,75	0,44	0,40	0,38	0,39

Foram utilizados cinco juvenis de tilápia do Nilo com peso médio de  $2,51 \pm 0,13$  g e comprimento total de  $5,34 \pm 0,20$  cm, distribuídos em cinco aquários com volume de 10 L revestidos com material impermeabilizante à base de látex, dotados individualmente com sistema de aeração e controle de temperatura com termostato de 15 watts e cada aquário possuía um orifício no centro para a adição dos peletes (Figura 1).



Figura 3 - Aquários individualizados para estudo do comportamento alimentar de juvenis de tilápia do Nilo.

O monitoramento da qualidade da água foi realizado em três etapas (início, meio e fim do período experimental). A temperatura da água, o pH e o oxigênio dissolvido foram medidos com o auxílio de um multiparâmetro modelo YSI® Professional Series. A luminosidade acompanhou as oscilações naturais do ciclo circadiano e as características físicas e químicas da água apresentaram-se semelhantes entre os aquários sendo temperatura média de  $28,26 \pm 0,25$  °C; o pH,  $7,78 \pm 0,03$ ; a amônia total,  $0,3 \pm 0,11$  ppm; a amônia tóxica,  $0,01 \pm 0,006$  ppm; e oxigênio dissolvido,  $5,40 \pm 0,15$  mg L<sup>-1</sup>, estando de acordo com o recomendado por Ridha e Cruz (2001) para o desenvolvimento da espécie.

Uma barreira confeccionada de isopor foi colocada ao redor dos aquários, isolando-os da movimentação rotineira do laboratório e minimizando possíveis efeitos sobre o comportamento dos animais (Figura 2).



Figura 4 - Barreira confeccionada de isopor para isolar os aquários experimentais utilizados nos ensaios de atrato-palatabilidade.

Os peixes passaram por um período de adaptação e treinamento de dez dias para que os animais se adaptassem a presença humana para o registro de comportamento alimentar durante o ensaio de alimentação e quantificar o número de peletes necessário até saciedade aparente. Neste período os peixes foram alimentados com uma dieta comercial com 40% de proteína bruta e diâmetro do pelete de 1,00 mm. Após o período de adaptação iniciou-se o ensaio de atrato-palatabilidade.

Os peixes foram alimentados cinco vezes ao dia nos respectivos horários: 08:00 h, 10:30 h, 13:00 h, 15:30 h e 18:00h. Diariamente, todos os aquários foram sifonados para remoção de excretas e/ou restos alimentares pelo sistema de renovação (cerca de 10%) da água. Para cada alimentação ao longo do dia foram fornecidos 20 peletes por peixe. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições ao dia. Foi realizado um sorteio do tratamento para cada peixe diariamente.

Foi estipulado um período de três minutos de filmagem para cada alimentação com uma câmera modelo GoPro® Hero 5 Black 12MP 4K, assim que a dieta foi introduzida nos aquários de observação. O ensaio teve a duração de 12 dias, obtendo 300 filmagens (5 peixes x 5 alimentações, 25 ensaios ao dia), para cada tratamento testado houve 60 ensaios de alimentação.

O ensaio de atrato-palatabilidade foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Kasumyan et al. (Kasumyan e Morsi, 1996; Kasumyan e Doving, 2003; Kasumyan e Sidorov, 2012). Estes autores propuseram o índice de palatabilidade como uma estimativa quantitativa da preferência gustativa (em porcentagem) utilizando a seguinte fórmula:  $IP = ((R-C)/(R+C))*100$ , em que: (IP) é índice de palatabilidade; (R) consumo de peletes da ração teste; (C) é o consumo de peletes da ração controle.

Após a coleta dos dados o material filmado foi examinado para análise dos seguintes comportamentos alimentares de acordo com a metodologia descrita por Alves et al. (2019, no prelo): a) tempo de captura do primeiro pelete (segundos); b) número de rejeição do pelete após captura; c) número de aproximação sem haver a captura do pelete; d) número de peletes consumidos. Foi calculado o índice de palatabilidade de cada tratamento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA), em caso de efeito significativo ( $P < 0,05$ ), foi realizado o teste de comparação múltipla de Tukey em nível de 5% de significância. Antes de todas as análises, foi verificada a normalidade dos erros (Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (teste de Levene). As análises foram efetuadas por meio do programa computacional Statistic 7.1 (2005).

## RESULTADOS

Todas as dietas apresentaram índice de palatabilidade negativo comparando-se com FPE. A SPE proporcionou um índice de palatabilidade de -2,34%, OPE índice de -6,48%, PHM índice de -10,80% e PHF índice de -15,21% (Tabela 3).

Quanto as análises de dados de atrato-palatabilidade, nenhum parâmetro observado apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 3** - Valores médios do teste de atrato-palatabilidade de diferentes hidrolisados proteicos em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) comparados à farinha de peixe (controle positivo).

Tratamentos	Índice de Palatabilidade (%)	Consumo de peletes (%)	Número de rejeição do pelete após captura	Número de aproximação sem captura do pelete	Tempo de captura do 1º pelete (em segundos)
Farinha de peixe	0	68,66 ± 20,62	2,72 ± 2,06	0,79 ± 0,58	2,07 ± 0,53
Sem farinha de peixe	-2,34	65,49 ± 16,51	2,39 ± 2,36	0,61 ± 0,46	2,84 ± 1,34
Óleo de peixe	-6,48	60,04 ± 21,26	2,76 ± 2,45	0,57 ± 0,36	3,26 ± 1,58
Proteína hidrolisada de mucosa suína	-10,80	57,07 ± 22,64	3,15 ± 2,28	0,66 ± 0,47	2,68 ± 1,47
Proteína hidrolisada de frango	-15,21	53,66 ± 24,56	2,74 ± 2,28	0,50 ± 0,36	2,94 ± 2,00

Medias seguida de letras distintas, na coluna, apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

A dietas PHF e PHM diminuíram o consumo final de peletes em comparação com a FPE em aproximadamente 28% e 20%, respectivamente, apesar da ausência de efeito significativo.

Embora não foram encontradas diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ) para o parâmetro referente ao número de rejeição do pelete após captura, cabe destacar que o maior valor médio de número de rejeição observado foi na dieta PHM, com 3,15 peletes, seguido pela dieta OPE com 2,76 peletes, a dieta PHF com 2,74 peletes, a dieta FPE com 2,72 peletes e a dieta SPE apresentou o menor número de rejeição, com 2,39 peletes. A dieta PHM apresentou cerca de 15% maior rejeição do pelete após captura em relação a FPE.

## DISCUSSÃO

Os aminoácidos representam sinais químicos para o sistema gustativo dos peixes classificados como incitantes ou estimulantes e podem diferenciar a atratividade de um alimento, destaca-se a cisteína, betaína, ácido glutâmico, serina, glicina, alanina, prolina, metionina, cistina, fenilalanina, arginina, tirosina, valina, leucina, valina e glutamina (Kasumyan e Morsi, 1996; Kasumyan, 1997; Kasumyan e Doving, 2003; Hara, 2011; Suresh, et al., 2011; Kasumyan e Sidorov, 2012; Lokkeborg et al., 2014; Siikavuopio et al., 2017; Alves et al., 2019, no prelo). A presença de aminoácidos livres e os peptídeos de baixo peso molecular são considerados como atrativos alimentares (Kasumyan e Doving, 2003; Naylor et al., 2009; NRC, 2011; Lokkeborg et al., 2014; Siikavuopio et al., 2017). Hu et al. (2008) indicam uma correlação positiva associada à melhora da palatabilidade em substituição da farinha de peixe por ingredientes proteicos de origem animal com suplementação de lisina e metionina em dietas para carpa de gibel (*Carassius auratus gibelio*). Do mesmo modo, Broggi et al. (2014) observaram que juvenis de jundia (*Rhamdia quelen*) alimentados com hidrolisado proteico (com alto e baixo grau de hidrólise) com de resíduo de sardinha em relação aos tratamentos contendo extrato de músculo de tilápia do Nilo (controle positivo) e água destilada (controle negativo) fez com que os peixes percorressem os aquários com maior frequência tentando localizar a fonte do estímulo químico e favoreceu a ingestão de alimento.

A rápida captura dos peletes é um fator importante na aquicultura visto que reflete em menor perda de nutrientes para a água, resultando em ingestão de alimento balanceado sem causar grande impacto ao meio ambiente (Cyrino et al., 2010). Fries et al. (2011) estudando o uso de hidrolisados cárneos proteicos em dietas para juvenis de kinguio (*Carassius auratus*) apresentaram tempo médio de 0,91 segundos para a captura dos alimentos, mostrando elevado atrato-palatabilidade entre as dietas que continham os hidrolisados cárneos proteicos. Do mesmo modo, Alves et al. (2018, no prelo) observaram que juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com hidrolisados proteicos de frango, fígado suíno e penas em substituição a farinha de peixe apresentaram tempo médio de 0,82 segundos para a captura dos alimentos e destacam que as diferenças positivas encontradas no índice de palatabilidade, consumo de peletes e número de rejeição de pelete após a captura para o hidrolisado proteico de frango podem estar associados a maior concentração de aminoácidos livres em comparação aos hidrolisados proteicos de fígado suíno e penas. Porém, os dados presentes neste trabalho apresentaram, para todas as dietas, um tempo maior para captura do 1º pelete (em segundos) (tabela 4). Destaque para dieta PHF que apresentou tempo médio de



2,94 segundos e a dieta PHM apresentou tempo médio de 2,68 segundos, isso pode ser explicado pela baixa quantidade de aminoácidos livres detectadas nas dietas (tabela 4).

Alves et al. (2018, no prelo) estudando a inclusão de proteínas hidrolisadas de aves e suínos em substituição a farinha de peixe para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) destacam que a proteína hidrolisada de frango apresentou maior porcentagem de aminoácidos livres, cerca de 15,36 %, e conseqüentemente proporcionou a maior atrato-palatabilidade, aumentando em 10,82% o índice de palatabilidade, 17% no consumo de ração final e apresentou número de rejeição 6,89 vezes menor em relação à dieta contendo farinha de peixe. Entretanto, neste trabalho, a proteína hidrolisada líquida de mucosa suína apresentou 70% menor quantidade de aminoácidos livres em comparação com a proteína hidrolisada de mucosa suína com base na matéria seca e a proteína hidrolisada líquida de frango apresentou 75,5% menor quantidade de aminoácidos livres em comparação com a proteína hidrolisada de frango com base na matéria seca. Broggi et al. (2017) avaliaram hidrolisado proteico diluído de resíduo de sardinha (10% de concentração) para juvenis de jundia (*Rhamdia quelen*) e destacam que as médias não diferiram das obtidas para a água destilada (controle negativo) e do extrato de músculo de tilápia do Nilo (controle positivo), mas, esses autores enaltecem que o hidrolisado proteico de sardinha (com grau de hidrólise de 22%) apresentou melhores resultados na atratividade alimentar. Os baixos índices de atratividade e palatabilidade neste estudo contendo as dietas PHF e PHM podem estar relacionadas ao fato de serem utilizadas na forma líquida (Tabela 3).

Quanto à dieta OPE, não apresentou diferenças estatísticas com as demais dietas. Barros et al. (1998) avaliaram dietas contendo óleo de peixe (por cobertura) para tilápia Vermelha (*Oreochromis niloticus x Oreochromis aureus*) com adição de 0,1% de ácido fosfórico e adição de 0,1% de ácido cítrico e destacam que as médias das dietas não diferiram das obtidas para a dieta controle (ausência de cobertura) e não apresentaram como aditivos efetivos para estimular a atrato-palatabilidade.

Os baixos índices de atratividade e palatabilidade apresentados no presente estudo das dietas PHM e PHF também podem estar relacionados à combinação e quantidade do ácido fosfórico (PHF) e metabissulfito de sódio (PHM) por terem sido utilizados como conservante dos hidrolisados em forma líquida e estes produtos tenha interferido nos resultados.

Apesar desse estudo utilizando hidrolisados proteicos de mucosa suína e de frango na forma líquida não apresentar bons resultados de atrato-palatabilidade, destaca-se que a adição de hidrolisados proteicos em pó pode disponibilizar informações sobre o comportamento quimiossensorial dos peixes, melhorar as características organolépticas e palatabilidade das

dietas e podem gerar informações para serem aplicadas na indústria de rações (utilização de subprodutos), pois algumas substâncias melhoram a atratividade e palatabilidade, aumentando o consumo de rações (Tesser e Portela, 2011; Pastore et al., 2012; Uczay, 2017; Alves et al., 2019, no prelo).

## **CONCLUSÕES**

A utilização de hidrolisados proteicos de mucosa suína e de frango na forma líquida em dietas para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) não apresentaram bons resultados de atrato-palatabilidade.

## **AGRADECIMENTOS**

A empresa BRF Ingredient's pela doação dos ingredientes.

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

## REFERÊNCIAS

ALVES, D.R.S.; SILVA, T.C.; ROCHA, J.D.M.; OLIVEIRA, S.R.; SIGNOR, A.; BOSCOLO, W.R. 2018 Compelling palatability of protein hydrolysates for Nile tilapia juveniles. *Latin American Journal of Aquatic Research*. (No prelo).

APPER, E.; WEISSMAN, D.; RESPONDEK, F.; GUYONVARCH, A.; BARON, F.; BOISOT, P.; RODILESD, A.; MERRIFIELD, D. L. 2016 Hydrolysed wheat gluten as part of a diet based on animal and plant proteins supports good growth performance of Asian seabass (*Lates calcarifer*), without impairing intestinal morphology or microbiota. *Aquaculture*, 453: 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.018>

BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; SALARO, A.L. 1998 Comportamento alimentar da tilápia Vermelha (*Oreochromis niloticus x Oreochromis aureus*) arroçada com diferentes aditivos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27(4): 635-641.

BARROSO, M.V.; CASTRO, J.C.; AOKI, P.C.M.; HELMER. 2002 Valor nutritivo de alguns ingredientes para robalo (*Centropomus parallelus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(6): 2157-2164.

BERNARDI, D. M.; PARIS, L. D.; DIETERICH, F.; SILVA, F. G. D.; BOSCOLO, W. R.; SARY, C.; SIGNOR, A.; BERTOL, T. M.; SGARBIERI, V. C. 2016 Production of hydrolysate from processed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) residues and assessment of its antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 36(4): 709-716. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.15216>

BARROSO, M.V.; CASTRO, J.C.; AOKI, P.C.M.; HELMER. 2002 Valor nutritivo de alguns ingredientes para robalo (*Centropomus parallelus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(6): 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 tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(6): 1807-1812.

BUI, H.T.D.; KHOSRAVI, S.; FOURMIER, V.; HERAULT, M.; LEE, K. 2014 Growth performance, feed utilization, innate immunity, digestibility and disease resistance of juvenile red seabream (*Pagrus major*) fed diets supplemented with protein hydrolysates. *Aquaculture*, 418-419: 11-16. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.09.046>

BROGGI, J.A. Hidrolisado proteico de sardinha (Clupeidae) como atrativo alimentar para o jundiá (*Rhamdia quelen*). 2014. 49p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages.

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(2): 505-512. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8348>.

CHALAMAIAH, M.; DINESH KUMAR, B.; HEMALATHA, R.; JYOTHIRMAYI, T. 2012 Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. *Food Chemistry*, 135(4): 3020–3038. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.100>

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.

CHOTIKACHINDA, R.; TANTIKITTI, C.; BENJAKUL, S.; RUSTAD, T.; KUMARNSIT, E. 2013 Production of protein hydrolysates from skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* viscera as feeding attractants for Asian seabass *Lates calcarifer*. *Aquaculture Nutrition*, 19(5): 773-784. <https://doi.org/10.1111/anu.12024>

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K. 2010 A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39: 68-87. <http://producao.usp.br/handle/BDPI/5522>

DECARLI, J.A.; PEDRON, F.A.; LAZZARI, R.; SIGNOR, A.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. 2016 Hidrolisados proteicos na alimentação do jundiá *Rhamdia voulezi*. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 23(3-4): 168-173. <http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2016.051>

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome, 2016. 204p.

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

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 Scientiarum*, 23: 903-908.

FERREIRA, A., KUNH, S. S., CREMONEZ, P. A., DIETER, J., TELEKEN, J. G., SAMPAIO, S. C., KUNH, P. D. 2017 Brazilian poultry activity waste: Destinations and energetic potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(2): 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.078>

FRIES, E. M.; LUCHESI, J. D.; COSTA, J.M.; RESSEL, C.; SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. 2011 Hidrolisados cárneos proteicos em rações para alevinos de Kinguio (*Carassius auratus*). *Boletim do Instituto de Pesca*, 37(4): 401-407. <https://doi.org/10.4322/rbcv.2014.008>

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(1): 17-34. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00450.x>

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(6): 912-916.

HALVER, J.E.; HARDY, R.W. 2002 Fish nutrition. 3ª ed. San Diego: Elsevier Science. 839p.

HARA, T.J. 2011 Smell, Taste, And Chemical Sensing | Chemoreception (Smell and Taste): An Introduction. *Encyclopedia of Fish Physiology*. Edited by: Farrell AP. San Diego: Academic Press, 183-186. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-374553-8.00021-6>

HIGUCHI, L.H., FEIDEN, A.; MATSUSHITA, M.; SANTAROSA, M.; ZANQUI, A.B.; F. BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W.R. 2013 Quantificação de ácidos graxos de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes fontes de óleos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(4), 1913-1924. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n4p1913>

HU, M.; WANG, Y.; WANG, Q.; ZHAO, M.; XIONG, B.; QIAN, X.; ZHAO, Y.; LUO, Z. 2008 Replacement of fish meal by rendered animal protein ingredients with lysine and methionine supplementation to practical diets for gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. *Aquaculture*, 275(1-4): 260-265. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.01.005>

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2004 Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4ª ed. São Paulo, SP, IMESP. 1020p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. SIDRA: Sistema IBGE de Recuperação Automática. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2017>. Acesso em 22 nov 2018.

KASUMYAN, A.O.; DOVING K. B. 2003 Taste preferences in fish. *Fish and Fisheries*, 4(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(5): 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 behavior of the rainbow trout *Parasalmo (=Oncorhynchus) mykiss*. *Journal of Ichthyology*, 52(1): 109–119.

KLOMPONG, V.; BENJAKUL, S.; YACHAI, M.; VISESSANGUAN, W.; SHAHIDI, F.; HAYES, K. D. 2009 Amino acid composition and antioxidative peptides from protein hydrolysates of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*). *Journal of Food Science*, 74(2): 126-133. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01047.x>

KOTZAMANIS, Y.P.; GISBERT, E.; GATESOUBE, 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*, 147(1): 205-214. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2006.12.037>

KUBITZA, F. 2015 Aquicultura no Brasil: Principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafios. *Panorama da Aquicultura*, 25:1-23.

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(4): 985-1003.

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*, 81(1): 196-205. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2009.12.010>

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. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.243>

VELARDE, P.S.M.; VALVERDE, J.C.; HERNADEZ, M.D.; GIMÉNEZ, F.A.; GARCÍA, B.G. 2012 Growth and digestibility of formulated diets based in dry and freeze-dried ingredients in the common octopus (*Octopus vulgaris*). *Aquaculture*, 368-369: 139-144.

NAYLOR, R.L.; HARDY, R.W.; BUREAU, D.P.; CHIU, A.; ELLIOTT, M.; FARREL, A.P.; FORSTER, I.; GATLIN, D.M.; GOLDBURG, R.J.; HUA, K.; NICHOLS, P.D. 2009 Feeding aquacultures in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(36): 15103-15110.

**<https://doi.org/10.1073/pnas.0905235106>**

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 2011. *Nutrient requirements of fish and shrimp*. Washington, D.C. 390p.

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, M.S.R.; FRANZEN, F.L.; TERRA, N.N. 2014 Utilização da carne mecanicamente separada de frango para a produção de hidrolisados proteicos a partir de diferentes enzimas proteolíticas. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(1): 291-302.

**<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p291>**

OLSEN, K.H.; LUNDH, T. 2016 Feeding stimulants in an omnivorous species, crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus 1758). *Aquaculture Reports*, 4: 66-73.

**<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2016.06.005>**

PASTORE, S.C.G.; GAIOTTO, J.R.; RIBEIRO, F.A.S.; NUNES, A.J.P. 2012 Formulação de rações e boas práticas de fabricação In: FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. *Nutriaqua*. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. Florianópolis/SC, p. 295-308.

PEREIRA DA SILVA, E.M.; PEZZATO, L.E. 2000 Respostas da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(5): 1273-1280.

RIDHA, M. T.; CRUZ, E. M. 2001 Effect of biofilter media on water quality and biological performance of the tilápia (*Oreochromis niloticus* L.) reared in a simple recirculating system. *Aquacultural Engineering*, 24(2): 157-166. **[https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(01\)00060-7](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(01)00060-7)**



ROMBENSO, A.N.; TRUSHENSKI, J.T.; SCHWARZ, M.H. 2016 Fish oil replacement in feeds for juvenile Florida Pompano: composition of alternative lipid influences degree of tissue fatty acid profile distortion. *Aquaculture* 458:177–186.

RONNESTAD, I.; KAMISAKA, Y.; CONCEIÇÃO, L.E.C.; MORAIS, S.; TONHEIM, S.K. 2007 Digestive physiology of marine fish larvae: Hormonal control and processing capacity for proteins, peptides and amino acids. *Aquaculture*, 268(1): 82-97. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.04.031>

SIKAVUOPIO, S.I.; JAMES, P.; STENBERG, E.; EVENSEN, T.; SAETHER, B.S. 2017 Evaluation of protein hydrolysate of by-product from the fish industry for inclusion in bait for longline and pot fisheries of Atlantic cod. *Fisheries Research*, 188: 121-124. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.11.024>

SILVA, T.C.; 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. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2017000700002>

SURESH, A.V.; VASAGAM, K.P.; NATES, S. 2011 Attractability and palatability of protein ingredients of aquatic and terrestrial animal origin, and their practical value for blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* fed diets formulated with high levels of poultry byproduct meal. *Aquaculture*, 319: 132-140.

TANTIKITTI, C. 2014 Feed palatability and the alternative protein sources in shrimp feed. *Songklanakarin Journal of Science Technology*, 36(1): 51-55.

TESSER, M.B.; PORTELLA, M.C. 2011 Estimulantes alimentares para larvas de pacu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(9): 1851-1855.

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

UCZAY, J. 2017. Utilização de hidrolisados de origem animal e vegetal em dietas para juvenis de jundiá, Lages, Santa Catarina, Brasil. 98f. (Tese de Doutorado. Programa de Pós-

Graduação em Ciência Animal). Disponível em:

<[http://www.cav.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/1039/tese\\_versao\\_final\\_juliano\\_uczay.pdf](http://www.cav.udesc.br/arquivos/id_submenu/1039/tese_versao_final_juliano_uczay.pdf)>

Acesso em: 28 dez. 2018.

ZHOU, Q.C.; YUE, R. 2012 Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*. *Aquaculture Research*, 43(6): 806-814. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02892.x>

WHITE, J.A.; HART, R.J.; FRY, J.C. 1986 An Evaluation of the Waters pico-tag system for the amino-acid-analysis of food materials. *Journal of Automatic Chemistry*, 8(4): 170-177.

WISUTHIPHAET, N.; KONGRUANG, S. 2015 Production of Fish Protein Hydrolysates by Acid and Enzymatic Hydrolysis. *Journal of Medical and Bioengineering*, 4(6), 466-470. <http://doi.org/10.12720/jomb.4.6.466-470>

XUE, M.; CUI, Y. 2001 Effect of several feeding stimulants on diet preference by juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*), fed diets with or without partial replacement of fish meal by meat and bone meal. *Aquaculture*, 198(3-4): 281-292. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00602-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00602-5)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a demanda existente por trabalhos referente à atratividade e palatabilidade para a espécie de peixe tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), bem como, levando em consideração as conclusões deste trabalho e as observações realizadas durante os ensaios e os levantamentos bibliográficos realizados, seguem algumas sugestões de temáticas que podem ser utilizadas para pesquisas futuras complementando os estudos aqui realizado:

- I) Realizar experimentos com diferentes níveis de inclusão de aminoácidos livres nas rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*);
- II) Avaliar a atratividade e palatabilidade dos aminoácidos livres para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), tais como: betaína, glicina, lisina, metionina, fenilalanina, serina, histidina, taurina, arginina, treonina, valina, metionina, cistina, isoleucina, ácido aspártico, ácido glutâmico, treonina e outros;
- III) Determinar níveis de inclusão dos aminoácidos livres nas rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*);
- IV) Determinar níveis de inclusão dos aromatizantes ou estimulantes nas rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em substituição a farinha de peixe;
- V) Desenvolver método computacional para analisar as filmagens realizadas nos ensaios por meio de compreensão de imagens, análise em multi-resolução e em multi-frequência para análise estatística;
- VI) Realizar um projeto envolvendo o Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura - GEMAQ, da Universidade do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *campus* Toledo-PR e a Universidade Federal do Paraná (Setor Palotina) – Departamento de Engenharia e Exatas para desenvolvimento do método computacional.
- VII) Aplicar método computacional nos ensaios utilizando dez ou mais aquários.