

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

KATIANNE SANTOS FREITAS

ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE DIETAS CONTENDO
HIDROLISADOS PROTEICOS DE FRANGO COM INCLUSÃO DE
AMIDO, MALTODEXTRINA E LEVEDURA PARA ALEVINOS DE
TAMBAQUI (*Collossoma macropomum*)

Toledo

2023

KATIANNE SANTOS FREITAS

**ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE DIETAS CONTENDO
HIDROLISADOS PROTEICOS DE FRANGO COM INCLUSÃO DE
AMIDO, MALTODEXTRINA E LEVEDURA PARA ALEVINOS DE
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)**

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

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Bittencourt

Toledo

2023

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

FREITAS, KATIANNE SANTOS
ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE DIETAS CONTENDO
HIDROLISADOS PROTEICOS DE FRANGO COM INCLUSÃO DE AMIDO,
MALTODEXTRINA E LEVEDURA PARA ALEVINOS DE TAMBÁQUI
(Colossoma macropomum) / KATIANNE SANTOS FREITAS;
orientador Fábio Bittencourt. -- Toledo, 2023.
30 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico - Campus de Toledo) --
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de
Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em
Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, 2023.

1. aditivos alimentares. 2. nutrição. 3.
palatabilizantes. 4. preferência alimentar. I. Bittencourt,
Fábio, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

KATIANNE SANTOS FREITAS

**ATRATIVIDADE E PALATABILIDADE DE DIETAS CONTENDO
HIDROLISADOS PROTEICOS DE FRANGO COM INCLUSÃO DE
AMIDO, MALTODEXTRINA E LEVEDURA PARA ALEVINOS DE
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)**

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

COMISSÃO JULGADORA

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

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

Prof^ª. Dr^ª. Márcia Regina Piovesan
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Toledo, março de 2023

Dedico este trabalho aos meus pais Maria Bernadete Santos Freitas e Gerardo Silva Freitas por apoiarem as minhas escolhas e por todo amor. E a todos aqueles que contribuíram para a realização deste estudo.

AGRADECIMENTO(S)

Agradeço a Deus, primeiramente, que por me dar forças e perseverança para alcançar todos os meus objetivos.

Gostaria de agradecer e dedicar esta dissertação os meus pais, Maria Bernadete Santos Freitas e Gerardo Silva Freitas que apoiaram as minhas escolhas e por todo amor. Agradeço também aos meus irmãos: Carlos Gerard e Antônio e as minhas irmãs: Ana Karla e Dianne Kelly, por me incentivarem a não desistir desta jornada e aos cuidados com nossos pais.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fábio Bittencourt pela orientação, apoio e paciência.

A Prof^a. Dr^a. Márcia Regina Piovesan pelo apoio, paciência e atenção.

A empresa BRF BRF Ingredients[®] pela doação dos ingredientes e 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 experimento de pesquisa. Agradeço aos Professores e membros do GEMAQ. Em especial gostaria de agradecer aos seguintes integrantes: Márcia Regina Piovesan, Grace Kelly Goudinho Pires, Victor Lira da Nóbrega, Janaina Rossetto, Camila Pisol e Jéssica Nascimento, que me ajudaram em todas as fases do experimento. Sou muito grata!

Ao meu namorado Charles Loebens, pelo companheirismo, pela presença e auxílio em momentos importantes, por me apoiar, ajudar e torcer por mim.

Aos membros da banca do meu Exame de Qualificação: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo e a Prof^a. Dr^a. Márcia Regina Piovesan pelas sugestões científicas para melhorar este trabalho.

Enfim, gostaria de agradecer a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1. Instalações	12
2.2. Aquisição de ingredientes, formulação das dietas e fabricação das rações	13
2.3. Análises químicas	15
2.4. Metodologia	17
2.5. Avaliação de atratividade e palatabilidade	19
2.6. Análise estatística.....	19
3. RESULTADOS	20
4. DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÃO	23
6. REFERÊNCIAS	24

Dissertação elaborada e formatada conforme as
normas da publicação científica: Aquaculture.
Disponível em:
<[https://onlinelibrary.wiley.com/journal/13652
109](https://onlinelibrary.wiley.com/journal/13652109)>

Atratividade e palatabilidade de dietas contendo hidrolisados proteicos de frango com inclusão de amido, maltodextrina e levedura para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

RESUMO

O estudo foi realizado com o objetivo de determinar a atratividade e palatabilidade de alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com rações contendo hidrolisado proteico de penas ou hidrolisado proteico de frango contendo amido, maltodextrina ou levedura. Para o ensaio foram utilizados dez alevinos com peso médio de $16,5 \pm 4,35$ g, distribuídos em dez aquários com volume útil de vinte litros. Foram formuladas cinco dietas, sendo: 1-farinha de peixe ((FPE) - ração controle positivo); 2-proteína hidrolisada de penas (PHP); 3-proteína hidrolisada de frango com amido (PHFA60%); 4-proteína hidrolisada de frango com maltodextrina (PHFM60%); e 5-proteína hidrolisada de frango com levedura (PHFL60%). Os peixes foram alimentados cinco vezes ao dia, as 8h, 10h30min, 13h, 15h30min e 18h, por um período de dez dias, sendo ofertados 20 péletes por alimentação, que foram filmadas por três minutos. O experimento avaliou a atrato-palatabilidade das dietas observando os seguintes comportamentos alimentares: tempo de captura do primeiro pélete (segundos), número de rejeição do pélete após captura, número de aproximação sem haver a captura do pélete e número de péletes consumidos. O índice de atratividade e palatabilidade foi obtido pela equação: $IP = ((R-C) / (R+C)) * 100$. Os dados foram submetidos a análise de variância paramétrica (ANOVA), sendo também realizado o teste de comparação múltipla de Tukey, com nível de significância de 5%. As dietas apresentaram IP que variaram de 0,14 a -5,05. A dieta contendo hidrolisado de penas (PHP) apresentou o melhor IP de 0,14%, o menor número de aproximação sem a captura de pélete e o maior consumo de pélete, 69,80%, quando comparados ao tratamento controle (FPE). No entanto, os parâmetros avaliados e o índice de palatabilidade não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$). Assim, as dietas avaliadas podem ser utilizadas para o tambaqui (*Colossoma macropomum*), sem alterar a palatabilidade e o comportamento alimentar.

Palavras-chave: aditivos alimentares, nutrição, palatabilizantes, preferência alimentar.

Attractiveness and palatability of diets containing chicken protein hydrolysates with inclusion of starch, maltodextrin and yeast for tambaqui fingerlings (*Colossoma macropomum*)

ABSTRACT:

The study was carried out with the aim of determining the attractiveness and palatability of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fingerlings fed with diets containing hydrolyzed feather protein or hydrolyzed chicken protein with starch, maltodextrin or yeast. For the test, ten fingerlings with an average weight of $16.5 \pm 4.35\text{g}$ were used, distributed in ten aquariums with a useful volume of twenty liters. Five diets were formulated, as follows: 1- fish meal ((FPE) - positive control diet); 2-hydrolyzed feather protein (PHP); 3-hydrolyzed chicken protein with starch (PHFA60%); 4-hydrolyzed chicken protein with maltodextrin (PHFM60%); and 5-hydrolyzed chicken protein with yeast (PHFL60%). The fish were fed five times a day, at 8:00 am, 10:30 am, 1:00 pm, 3:30 pm and 6:00 pm, for a period of ten days, offering 20 pellets per feeding, which were filmed for three minutes. The experiment evaluated the attractiveness and palatability of the diets, observing the following feeding behaviors: time to capture the first pellet (seconds), number of pellet rejections after capture, number of approaches without capturing the pellet and number of pellets consumed. The attractiveness and palatability index was obtained by the equation: $IP = ((R-C)/(R+C)) * 100$. Data were submitted to parametric analysis of variance (ANOVA), and Tukey's multiple comparison test was also performed, with a significance level of 5%. The diets showed IP ranging from 0.14 to -5.05. The diet containing hydrolyzed feathers (PHP) had the best PI of 0.14%, the lowest number of approximations without pellet capture and the highest pellet consumption, 69.80%, when compared to the control treatment (FPE). However, the evaluated parameters and the palatability index showed no significant difference ($p > 0.05$). Thus, the evaluated diets can be used in diets for tambaqui (*Colossoma macropomum*), without altering palatability and feeding behavior.

KEYWORDS: food additives, nutrition, palatability, food preference.

1.INTRODUÇÃO

Segundo dados do IBGE (2023), no ano de 2021, a piscicultura brasileira produziu 558.9 mil toneladas de peixes cultiváveis, apresentando crescimento de 0,92%, em relação à produção de 2020 (553.9 mil toneladas), sendo o tambaqui a segunda espécie mais cultivada com 94.5 mil toneladas produzidas, o que demonstra a importância da espécie, que tem se destacado na aquicultura brasileira.

O tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) é uma espécie nativa da bacia Amazônica, considerado o segundo maior peixe de escamas de água doce, podendo atingir um metro de comprimento e peso superior a 30 kg (Fishbase, 2021), possui hábito alimentar onívoro-oportunista (onívoro/frugívoro/zooplancófago), em ambiente natural, e consome uma variedade de alimentos de origem animal e vegetal (Rodrigues, 2014).

Dentre as espécies de peixes nativos utilizados na piscicultura brasileira, o tambaqui é a segunda mais cultivada, devido a sua boa adaptação a sistemas intensivos de produção, rusticidade no manejo, rápido crescimento, boa aceitação às rações comerciais e fácil obtenção de juvenis (Farias *et al.*, 2013). São peixes resistentes, capazes de tolerar baixos níveis de oxigênio dissolvido, além de possuírem grande potencial econômico e boa aceitação pelos consumidores devido à elevada qualidade e sabor da sua carne (Guimarães & Martins, 2015).

Na aquicultura a alimentação dos animais corresponde ao maior custo da produção, podendo representar até 70% dos gastos (Moro & Rodrigues, 2015). Diante do desenvolvimento da produção aquícola a farinha de peixe é um dos ingredientes mais utilizados na elaboração das rações por possuir alto teor proteico, energia, minerais, vitaminas, bom perfil de aminoácidos, alta digestibilidade, atrato-palatabilidade e ausência de fatores antinutricionais (Miles & Chapman, 2018). Em decorrência disso, prevê-se o uso limitado dessa matéria-prima na elaboração de dietas para peixes (Silva *et al.*, 2017).

A indústria de nutrição aquícola por meio de pesquisas vem buscando avaliar novas fontes proteicas e energéticas, de origem animal e/ou vegetal, com alta atrato-palatabilidade, que possam substituir parcial ou totalmente a farinha de peixe utilizada nas dietas (Furuya, 2010; Pastore *et al.*, 2012), com o intuito de diminuir o custo das rações e o desperdício dos alimentos (Apper *et al.*, 2016).

O Brasil apresenta cadeias agroindustriais (bovinos, suínos e aves de corte), bem consolidadas (ABPA, 2020), considerando que o aumento da demanda por alimentos resulta na alta geração de resíduos (Martínez-Alvarez *et al.*, 2015). Na piscicultura, a utilização de

subprodutos agroindustriais é de grande importância para o seu avanço, pois são consideradas excelentes matérias-primas para a produção de ingredientes como farinhas, óleos e hidrolisados proteicos, com disponibilidade e boa qualidade biológica (Silva *et al.*, 2017).

Nesse contexto, pesquisas têm sido realizadas para analisar e determinar a utilização de ingredientes alternativos promissores que possam ser utilizados na dieta de peixes, tais como: a levedura (Pereira-da-Silva & Pezzato, 2000; Santos *et al.*, 2008), amido e maltodextrina (Machado & Carvalho, 2015). Além disso, os aditivos podem atuar como estimulantes alimentares para melhorar a atrato-palatabilidade dos alimentos para animais aquáticos (Srichanum *et al.*, 2014). Sendo assim classificados como sensoriais e os mais utilizados pelas indústrias de rações para várias espécies de animais são os hidrolisados (Chotikachinda *et al.*, 2013). Há outros aditivos frequentemente incluídos nas dietas como os prebióticos: o amido (Rodrigues *et al.*, 2013) e os probióticos: a levedura ((Taoka *et al.*, 2006).

Os hidrolisados provenientes de subprodutos da indústria de origem animal ou vegetal são alimentos considerados de alta qualidade (Halim *et al.*, 2016), por melhorarem a palatabilidade em dietas para organismos aquáticos (Chotikachinda *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2017).

A produção dos hidrolisados proteicos ocorre através do processo de hidrólise, resultante da ação enzimática, agentes químicos ou fermentação microbiana (bactérias proteolíticas), adicionados para modificar as suas propriedades a partir da quebra das proteínas (Saadi *et al.*, 2015), resultando em compostos nitrogenados com baixa massa molecular, como aminoácidos livres e peptídeos bioativos de vários tamanhos, com alto teor proteico, e ainda são facilmente absorvidos pelo sistema digestório, além de melhorar a digestibilidade animal (Fries *et al.*, 2011; Alves *et al.*, 2019ab; 2020ab; Oliveira, 2020).

A levedura (*Saccharomices cerevisiae*) é um alimento rico em nucleotídeos (Ferreira *et al.*, 2010), que pode ser usado como estimulante natural nas dietas de vários animais, proporcionando melhora no metabolismo (Tovar-Ramirez, *et al.*, 2002), crescimento (Signor *et al.*, 2010) e bem-estar animal (Butolo, 2002). A levedura quando utilizada como pronutrientes, melhora o desempenho produtivo, a saúde e as respostas imunes dos animais, e pode ser possível substituto de fontes tradicionais de proteína na formulação de rações para peixes (Hisano, 2005; Hisano *et al.*, 2007), atuando também como um palatabilizante devido à presença do ácido glutâmico na sua composição (Costa, 2004).

Na indústria de alimentos para organismos aquáticos, o amido é a principal fonte de carboidrato utilizada como ingrediente energético na formulação de rações para peixes, sendo adicionado em quantidades variáveis para melhorar a expansão e aglutinação de rações, apresentando um adequado grau de gelatinização, durante o processo de extrusão (Moro & Rodrigues, 2015). O amido e os seus derivados são exemplos de fontes alternativas que podem ser exploradas na nutrição de peixes e de outros animais de interesse zootécnico (Machado & Carvalho, 2015; Cargnin *et al.*, 2022).

A maltodextrina é obtida por meio da hidrólise parcial do amido, que pode ser por hidrólise enzimática (α -amilase), ácida ou uma combinação dos dois métodos (Machado & Carvalho, 2015). É um polímero sacarídeo não adocicado, nutritivo, solúvel em água e possui baixa densidade (Moore *et al.*, 2005), apresenta-se como pó branco ou solução concentrada, podendo ser obtida de diferentes fontes vegetais (FDA, 2003; Moore *et al.*, 2005). A maltodextrina quando comparada nutricionalmente com a sua fonte de origem, apresenta melhor aproveitamento energético, devido ao seu menor tamanho molecular, além do tempo de digestão, absorção e metabolismo, tendo efeito rápido no organismo animal (Oh *et al.*, 2019).

Segundo Alves *et al.* (2019b), uma ração é considerada ideal se, além de fornecer alto valor nutritivo, possuir características organolépticas favoráveis a detecção e aceitação do alimento, determinado pelo sabor ou odor, e estimulando a sua ingestão, tornando-se um fator importante na avaliação de palatabilidade de novas dietas. Ingredientes alternativos, como hidrolisados, que têm alta funcionalidade e valor nutritivo, podem ser utilizados como potenciais aditivos alimentares, atrativos e palatabilizantes, pois são detectados pelo sistema gustatório dos peixes, estimulando o consumo da dieta (Broggi *et al.*, 2017; Alves *et al.*, 2019; 2020; Oliveira *et al.*, 2022).

Deste modo, o objetivo do estudo foi avaliar a atratividade e palatabilidade de alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com dietas formuladas com inclusão do hidrolisado proteico de penas ou hidrolisado proteico de frango, com 60% de proteína bruta, com adição de amido, maltodextrina ou levedura.

2.MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalações

O experimento foi realizado durante dez dias no Laboratório de Etologia do GEMaQ – Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo – PR. Os procedimentos presentes neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais de Produção– CEUAP da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, conforme Certificado Experimental no Uso de Animais em Pesquisa N° 09/22.

2.2 Aquisição de ingredientes, formulação das dietas e fabricação das rações

Foram formuladas cinco dietas experimentais, os ingredientes avaliados que foram utilizados nesse experimento foram cedidos pela empresa BRF Ingredients® por meio de parceria institucional.

As cinco dietas utilizadas foram: dieta controle contendo farinha de peixe (FPE) e dietas contendo proteínas hidrolisadas: Proteína Hidrolisada de Penas contendo 76,20% de proteína bruta (PHP); Proteína Hidrolisada de Frango contendo 60% de proteína bruta com inclusão de amido (PHFA60%); Proteína Hidrolisada de Frango contendo 60% de proteína bruta com inclusão de levedura (PHFL60%); Proteína Hidrolisada de Frango contendo 60% de proteína bruta com inclusão de maltodextrina (PHFM60%); o processo de hidrólise da Proteína Hidrolisada de Frango (PHF) foi realizado na própria empresa.

As cinco dietas experimentais foram elaboradas atendendo as exigências nutricionais da espécie (Fracalossi & Cyrino, 2013; Furuya, 2010), conforme (Tabela 1).

As dietas experimentais foram:

1. FPE = Dieta controle, contendo 5% de farinha de peixe;
2. PHP = Dieta contendo 5% de proteína hidrolisada de pena de frango;
3. PHFA60% = Dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60% PB) com 5% de inclusão de amido;
4. PHFL60% = Dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60% PB) com 5% de inclusão de levedura;
5. PHFM = Dieta contendo proteína hidrolisada de frango (60%PB) com 5% de inclusão de maltodextrina.

Tabela 1: Composição de ingredientes das dietas experimentais para o ensaio de atrato-palatabilidade em alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomus*).

Ingredientes	Dietas				
	FPE	PHP	PHFA60%	PHFL60%	PHFM60%
Milho	37,64	38,80	37,07	36,97	30,25
Farelo de soja	31,51	29,07	31,15	31,15	30,93
Farinha de Hemácias	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Farinha de Penas	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Farinha de Peixe (55%) ^a	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PHF Penas	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00
PHF Amido	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00
PHF Levedura	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00
PHF Malto	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
Óleo de soja	4,87	4,97	4,89	5,00	4,91
Fosfato bicálcico	1,97	2,31	2,20	2,20	2,21
Premix de peixe ^b	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Calcário	0,52	0,71	0,79	0,79	0,78
L- Treonina	0,56	0,58	0,53	0,55	0,57
DL- Metionina (99%)	0,47	0,52	0,47	0,47	0,47
Vitamina C (35%) ^c	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
L - Lisina	0,15	0,32	0,16	0,14	0,15
Cloreto de colina (60%) ^d	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Total	100	100	100	100	100

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

a Proteína bruta de resíduo de Tilápia.

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

c Concentração de ácido ascórbico.

d Concentração de colina.

Para a confecção das rações os ingredientes foram triturados em moinho do tipo martelo (modelo MCs 280, marca Vieira Moinhos e Martelo, Tatui-SP, Brasil), com uma peneira 0.6mm de diâmetro, e em seguida com peneira de 0.3 mm de diâmetro. Posteriormente, os ingredientes foram pesados e homogeneizados por 15 minutos em um misturador mecânico tipo 'Y' (modelo MA 200, marca Marconi Equipamentos Laboratoriais, Piracicaba - SP, Brasil), em sequência umedecidos com 23% de água para o processo de extrusão, que ocorreu no equipamento modelo Ex-Micro (marca Exteec

Máquinas, Ribeirão Preto - SP, Brasil) com capacidade de produção de 10 kg h⁻¹, com 1.3 mm de diâmetro. Após este processo as rações foram levadas para estufa (modelo TE-394/3-D, marca Tecnal Equipamentos Científico para Laboratórios, Piracicaba - SP, Brasil) por 24h a 55°C para secagem.

2.3 Análises químicas

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

Tabela 1 - Composição química das dietas experimentais para avaliação de atrato-palatabilidade para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) (com base na matéria seca).

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

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

Tabela 2 - Perfil de aminoácidos livres dos hidrolisados proteicos utilizados na avaliação de atratividade e palatabilidade de alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*), com base na matéria seca em porcentagem.

Composição Química	Proteínas hidrolisadas			
	PHP	FHFA60%	PHFL60%	PHFM60%
Ácido Aspártico (%)	6,14	4,70	5,15	4,91
Ácido Glutâmico (%)	9,56	7,83	7,52	7,56
Serina (%)	7,49	2,36	2,69	2,13
Glicina (%)	6,53	4,50	3,99	4,44
Histidina (%)	1,18	1,36	1,35	1,32
Taurina (%)	0,18	0,65	0,46	0,29
Arginina (%)	4,67	3,70	3,43	3,54

Treonina (%)	3,72	2,46	2,64	2,34
Alanina (%)	4,10	3,63	3,78	3,54
Prolina (%)	5,91	3,33	2,96	2,98
Tirosina (%)	2,25	1,77	1,81	1,68
Valina (%)	6,07	2,81	2,96	2,55
Metionina (%)	1,21	1,44	1,32	1,53
Cistina (%)	3,11	0,86	0,87	0,61
Isoleucina (%)	4,0	2,37	2,52	2,27
Leucina (%)	6,17	4,17	4,26	4,06
Fenilalanina (%)	3,65	2,23	2,29	1,97
Lisina (%)	3,0	3,64	3,96	3,88
Hidroxiprolina (%)	0,33	1,82	1,30	1,22
Total (%)	79,27	55,63	55,26	52,82

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

Tabela 3 - Percentual de aminoácidos livres detectados nas dietas experimentais utilizadas na avaliação da atratividade e palatabilidade para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*), com base na matéria seca.

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

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

2.4 Metodologia

Para iniciar o ensaio experimental, os alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*), foram submetidos à biometria, apresentando peso médio de $16,5 \pm 4,35$ g, comprimento total de $9,75 \pm 1,07$ cm e comprimento padrão $7,6 \pm 0,87$ cm, e distribuídos individualmente em dez aquários de 20 litros (Figura 1 e 2), num delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos e cinco repetições, sendo considerado como unidade experimental um aquário de 20 litros com um peixe.

Os aquários foram constituídos de vidro temperado contendo uma tampa do mesmo material com um orifício central de cinco centímetros de diâmetro para a adição dos péletes durante as alimentações. Cada aquário foi equipado individualmente com sistema de aeração constante e temperatura controlada através de aquecedor com termostato de 100W.

Os alevinos foram submetidos a condições controladas de fotoperíodo (de 12 horas de claro e 12 horas de escuro), com sistema de aeração e temperatura controladas por termostatos em cada aquário, e para não comprometer o comportamento dos peixes com a movimentação no laboratório foi inserida uma estrutura de compensado naval branca ao redor da estrutura que continha os aquários (Figura 3).



Figura 1- Tambaquis distribuídos individualmente em dez aquários de 20 litros.

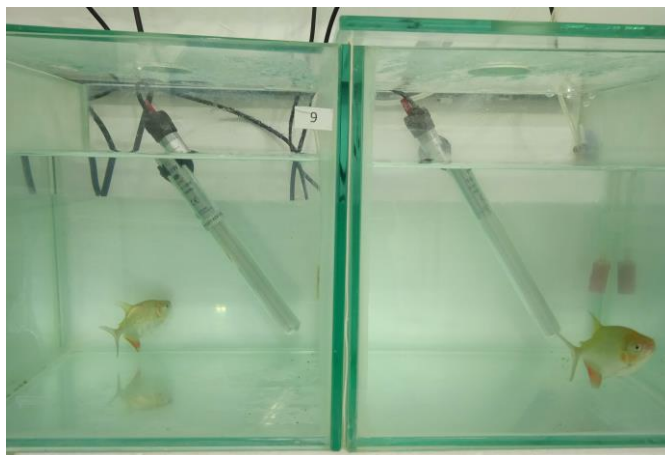


Figura 2- Exemplos de tambaquis (*Colossoma macropomum*) nos aquários.



Figura 3 – (A) Estrutura de compensado naval branca ao redor dos aquários. (B) Ilustra as filmagens do experimento.

Antes do experimento os peixes passaram por um período de adaptação e treinamento durante seis dias, para se habituem ao sistema, a presença humana, frequência alimentar e para quantificar o número de péletes. Durante esse período foram alimentados com a ração controle (FPE), onde foi registrada a quantidade de 20 péletes necessários para a saciedade aparente dos animais.

Após o período de adaptação teve início o experimento de atratividade e palatabilidade, por um período de dez dias. Foram realizados sorteios aleatórios, nos quais os cinco tipos de alimento foram fornecidos diariamente para todos os peixes nos respectivos horários: 8h, 10h30min, 13h, 15h30min e 18h. Os aquários foram sifonados diariamente após a administração da última alimentação do dia para remoção de excretas e/ou restos alimentares e realizada a renovação da água do sistema com a troca parcial de água (50%).

Em cada fornecimento das rações experimentais nos aquários foram realizadas filmagens estipuladas por um tempo de três minutos com uma câmera modelo Go Pro 5 Black 4K Ultra HD, totalizando 500 vídeos (10 peixes x 5 alimentações x 10 dias).

A análise dos parâmetros físico-químicos da água, foram realizadas três vezes (início, meio e no final do experimento) mensuradas a temperatura da água, pH e oxigênio dissolvido, utilizando para medição o equipamento multiparâmetro modelo YSI® Professional Series. As características físicas obtidas foram: temperatura média de $28,2 \pm 0,49$ °C; o pH, $7,87 \pm 0,03$; a amônia total, $0,75 \pm 0,20$ ppm; a amônia tóxica, $0,0415 \pm 0,01$ ppm; nitrito $0,5 \pm 0,16$ ppm e oxigênio dissolvido, $7,17 \pm 0,58$ mg L⁻¹.

2.5 Avaliação de atratividade e palatabilidade

O ensaio experimental de atratividade e palatabilidade foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Kasumyan & Morsi (1996); Kasumyan & Doving (2003); Kasumyan & Sidorov (2012); Alves *et al.* (2019); e Alves, Oliveira *et al.* (2022) com adaptações de acordo com Hattori *et al.* (2021). Para a verificação do índice de palatabilidade foi utilizada a equação proposta por Kasumyan & Morsi (1996); Kasumyan & Doving (2003); Kasumyan & Sidorov (2012), dada pela seguinte fórmula: $IP = ((R-C) / (R+C)) * 100$, sendo que: (IP) é índice de palatabilidade; (R) consumo de péletes da ração teste; (C) é o consumo de péletes da ração controle.

No final do experimento os vídeos foram analisados visualmente e obtida a quantificação das seguintes informações de comportamentos alimentares: a) tempo de captura do primeiro pélete; b) número de rejeição do pélete após captura; c) frequência de aproximação sem haver a captura do pélete; d) quantidade de péletes consumidos, e tabulados para posterior avaliação. Em seguida, foi calculado o índice de atrato-palatabilidade de cada tratamento.

2.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade por meio do teste de Shapiro-Wilk, e homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA), atendendo aos pressupostos aplicando-se o teste de comparação múltipla de médias de Tukey, ajustadas em nível de 5% de significância. As análises foram executadas pelo programa computacional Statistic 7.1®.

3. RESULTADOS

O índice de palatabilidade somente foi positivo em relação à ração controle positivo (FPE), para a proteína hidrolisada de penas (PHP) com valor de 0,14% (Tabela 5). As demais dietas apresentaram índice negativos, a PHFM60% com índice de -2,36%, a PHFA60% com índice -2,85% e a PHFL60% com índice de -5,05% (Tabela 5), não apresentando diferença estatística ($p < 0,05$).

Tabela 5. Valores médios dos parâmetros e do Índice de Palatabilidade (IP) de diferentes dietas com hidrolisados proteicos para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Tratamentos	Índice de Palatabilidade (%)	Peletes Consumidos (%)	Número de rejeições após a captura do pelete	Número de aproximações sem captura do pelete	Tempo de Captura do primeiro pelete (s)
PHP	0,14	69,80±29,15	0,12±0,36	0,04±0,12	12,59±10,62
FPE	0,00	68,65±27,80	0,32±0,89	0,15±0,19	13,64±9,93
PHFM60%	-2,36	63,85±29,70	0,14±0,32	0,20±0,14	19,12±15,27
PHFA60%	-2,85	68,40±31,10	0,25±0,69	0,10±0,08	11,84±9,08
PHFL60%	-5,05	67,30±32,50	0,10±0,30	0,10±0,14	15,12±12,78

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

Os demais parâmetros avaliados também não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$) (Tabela 5). Em relação ao consumo de péletes, a dieta contendo proteína hidrolisada de penas (PHP) apresentou a maior ingestão entre aquelas testadas, com um percentual de 1,15% superior a segunda colocada, sendo essa a dieta controle (FPE) (Tabela 5).

A dieta PHFL60% teve a menor taxa de rejeição e FPE teve a maior taxa de rejeição (Tabela 5). A dieta PHFM60% apresentou o maior número de aproximações sem captura, enquanto a PHP apresentou o menor número de aproximações. A PHFA60% obteve o menor tempo de captura do primeiro pélete e a PHFM60% obteve o maior tempo de captura do primeiro pélete em 19,12±15,27 segundos (Tabela 5).

4. DISCUSSÃO

O comportamento alimentar dos peixes é norteado pelos órgãos dos sentidos, incluindo a visão, o olfato, paladar, acústico, linha lateral, sistema gustativo extraoral e oral, que estão relacionados a atratividade e palatabilidade para a concretização do consumo dos alimentos (Kasumyan & Doving, 2003). A atratividade é responsável pela detecção inicial do alimento por meio da visão ou quimiorreceptores, os peixes são atraídos até o alimento através de estímulos químicos diluídos na água, induzindo a sua ingestão (Hara, 2011).

A palatabilidade é responsável pela aceitação do alimento, independente dos órgãos sensoriais integrados durante o processo de alimentação, capacitando os peixes a detectar e identificar substâncias agradáveis ou desagradáveis ao paladar, em função disso, durante o período de retenção do pélete na boca, decidem se engolem ou rejeitam, e ainda a quantidade a ser consumida (Olsen & Lundh, 2016; Alves *et al.*, 2020; Oliviera *et al.*, 2022).

No entanto, cada espécie de peixe pode reagir de forma diferente na detecção do alimento, devido a sua composição de aminoácidos, pois a presença de aminoácidos livres pode atuar como estimulantes ou repelentes alimentares, determinando a atratividade do alimento (Rodrigues *et al.*, 2013; Olsen & Lundh, 2016; Alves *et al.*, 2019; Alves *et al.*, 2020a; Oliveira *et al.* 2022). Kasumyan (1997), testou a palatabilidade e atratividade de alguns aminoácidos em dez espécies de peixes de hábitos alimentares diferentes, e concluiu que os aminoácidos: ácido glutâmico, ácido aspártico, serina, glicina, alanina, prolina, cistina, isoleucina, fenilalanina, arginina, tirosina, valina e leucina, apresentam efeitos estimulantes e são responsáveis por sinais químicos recebidos pelo sistema gustativo dos peixes, podendo aumentar a atratividade de um alimento.

Neste trabalho os hidrolisados a base de frango utilizados nas dietas testes continham os mesmos aminoácidos citados anteriormente, porém a dieta contendo 5% de hidrolisado proteico de penas (PHP) apresentou maior porcentagem desses aminoácidos, quando comparada com as outras dietas testadas (Tabela 2). Assim, a composição e a quantidade de aminoácidos estimulantes foram maiores na dieta PHP, e, sendo assim, podem ter influenciado nos resultados de atratividade e palatabilidade obtendo IP igual a 0,14.

Alguns trabalhos utilizaram hidrolisados proteicos provenientes de resíduos de aves e suínos, que foram aplicados como atrativos e/ou palatabilizantes alimentares em dietas para peixes, e apresentaram resultados satisfatórios de índices de atratividade e palatabilidade. Por exemplo, no estudo realizado por Alves *et al.* (2019a) ao utilizarem hidrolisados proteicos oriundos de resíduos de aves e suínos, constataram que dietas com a inclusão de 5% de hidrolisados de aves apresentaram maior consumo de péletes em relação

a farinha de peixe, e conseqüentemente os melhores índices de atratividade e a palatabilidade para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

No trabalho realizado com dourados (*Salminus brasiliensis*), Hattori *et al.* (2021) testando hidrolisados proteicos líquidos de frango e mucosa suína comparando com uma ração contendo farinha de peixe, observaram que todas as dietas apresentaram estatisticamente os mesmos índices de atrato-palatabilidade.

Souza (2020), ao testar a atratividade e palatabilidade, comparando ração com farinha de peixe com ração contendo hidrolisado procedente de resíduos de tambaqui em dietas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), confirmou que a dieta com hidrolisado foi mais palatável que a dieta sem hidrolisado, pois apresentou resultados favoráveis no consumo da dieta, com o maior número de péletes ingeridos pela manhã, mostrando que o hidrolisado estimulou o consumo da dieta, e contribuiu para a redução do desperdício da ração e dos seus custos.

Neste estudo a dieta contendo a inclusão de 5% de hidrolisado de penas (PHP) apresentou os maiores índices de palatabilidade (0,14%) e péletes consumidos (69,80%), e menor aproximação (0,04), e a segunda colocação em relação aos menores valores de rejeições (0,12) e tempo de captura do primeiro pélete (12,59), demonstrando os melhores resultados de atratividade e palatabilidade quando comparada as outras dietas testadas em relação à dieta controle (FPE).

Do mesmo modo, estudos realizados por Santos *et al.* (2022), utilizando proteína hidrolisada de penas em substituição a farinha de peixe, verificaram a atratividade e a palatabilidade do hidrolisado proteico de penas testado em níveis crescentes de porcentagem (PHP1-1%; PHP2-2%; PHP3-3%; PHP4-4% e PHP5-5%) na dieta para alevinos de tambacu (*Colossoma macropomum X Piaractus mesopotamicus*, um dos híbridos de tambaqui), e constataram que todas as dietas apresentaram índices de palatabilidade positivo em relação à dieta controle, a dieta com PHP-5% obteve os melhores índices de atratividade e palatabilidade, dessa forma esse hidrolisado pode substituir a farinha de peixe em dietas para tambacu.

Além disso, observou-se que a dieta PHP apresentou a maior porcentagem de proteína bruta (42,33%), portanto, isto pode estar relacionado a preferência dos alevinos de tambaqui por esta dieta, pois, segundo Araujo-Lima & Gomes (2005), o tambaqui nas fases de larva, alevino e juvenil, ingere mais proteína, especialmente de origem animal.

Pereira-da-Silva e Pezzato (2000), ao testarem as respostas de atratividade e palatabilidade com tilápia-do-Nilo, utilizando 14 ingredientes classificados em função do

grau de atrato-palatabilidade, concluíram que a levedura e o glúten de milho foram classificados com média de atrato-palatabilidade, considerando o número de ingestão de grânulos e frequência de visitas aos comedouros.

Os hidrolisados obtidos a partir de subprodutos de animais de abate são utilizados nas dietas, devido a presença de nutrientes essenciais, além de terem efeito estimulante a palatabilidade dos alimentos (Chotikachinda *et al.*, 2013). Segundo Hisano (2005), as leveduras podem ser utilizadas em baixas concentrações, atuando como palatabilizantes e/ou imunoestimulantes alimentares. Por outro lado, o amido também pode atuar como imunoestimulante, além de ser frequentemente usado como ingrediente alimentar (Rodrigues *et al.*, 2013).

No entanto, os dados no presente estudo mostram que as dietas contendo hidrolisado proteico de frango com inclusão de 5% de levedura, amido ou maltodextrina, apresentaram efeito estimulante de atratividade e palatabilidade. Dessa forma, demonstrou-se que níveis de inclusão de 5% desses ingredientes como aditivos podem contribuir como estimulante alimentar quando adicionados a hidrolisados proteicos de frango em dietas para alevinos de tambaqui.

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que todas as dietas testadas apresentaram atratividade e palatabilidade semelhantes em relação à dieta controle (FPE) para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Com base nestes resultados, os hidrolisados testados: hidrolisado proteico de penas e hidrolisado proteico de frango com inclusão de amido, maltodextrina ou levedura, podem ser utilizados como aditivos para a indústria de formulação e fabricação de rações para alevinos de tambaqui, pois não alterou o comportamento alimentar dos tambaquês, e apresentou respostas favoráveis de atratividade e palatabilidade.

5. CONCLUSÃO

As dietas analisadas, nesta pesquisa, com inclusão de hidrolisado proteico de penas e o hidrolisado proteico de frango contendo a inclusão de 5% de amido, ou maltodextrina, ou levedura, demonstraram ser ingredientes que podem ser incorporados em dietas para alevinos de tambaqui, não interferindo no comportamento alimentar, pois apresentaram atratividade e palatabilidade similares ao ingrediente farinha de peixe.

6. REFERÊNCIAS

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual 2020. São Paulo, 2020, 160p. Disponível em: https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf. Acesso em: 22/01/2023.

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

Alves, D. R. S., Silva, T. C., Rocha, J. D. M., Oliveira, S. R., Signor, A., & Boscolo, W. R. Compelling palatability of protein hydrolysates for Nile tilapia juveniles. Latin American Journal of Aquatic Research, 47, 371–376. <https://doi.org/10.3856/vol47-issue2-fulltext-19>. (2019a).

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

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

Apper, E.; Weissman, D.; Respondek, F.; Guyonvarch, A.; Baron, F.; Boisot, P.; Rodiles, A.; Merrifield, D.L. 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. 2016.

Araújo-Lima, C.A.R.M.; Gomes, L.C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B., GOMES, L.C. (Org.). Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: Editora UFMS. p.175-202. 2005.

Broggi, J. A., Wosniak, B., Uczay, J., Pessati, M. L., & Fabregat, T. E. H. P. Hidrolisado proteico de resíduo de sardinha como atrativo alimentar para juvenis de jundiá. Arquivo

Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia, 69, 505–512. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8348>. 2017.

Butolo, J. E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas, SP: Agro Comunicação. 430 p. 2002.

Cargnin, G.; Adorian, T. J.; Dalcin, M. O.; Freitas, A. M. L.; Robalo, S. S.; Oliveira, F.; Bender, A. B. B.; Ferogollo, F. R. G.; Silva, L. P. Tecnologia para valorização de subproduto de arroz com potencial de aplicabilidade na piscicultura. Research, Society and Development, v. 11, n. 12, e565111234944, 2022 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34944>. 2022.

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

Costa, L.F. Leveduras na nutrição animal. Revista Eletrônica Nutritime, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2004.

Farias, R.H.S.A.; Morais, M.; Soranna, M.R.G.S.; Sallum, W.B. Manual de criação de peixes em viveiros. Brasília: Codevasf, 2013.

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

Fishbase. Disponível em: < <https://www.fishbase.se/summary/colossoma-macropomum.html>>. Acessado em: 06/12/2021.

Ferreira, I. M. P. L. V. O.; Pinho, O.; Vieira, E.; Tavarela, J. G. Brewer'S Saccharomyces yeast biomass: characteristics and potential applications. Trends in Food Science & Technology, v. 21, p. 77-84, 2010.

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

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

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

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

Guimarães, I. G.; Martins, G. P. Nutrient requirements of two Amazonian aquacultured fish species, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) and *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818): a mini review. *Journal of Applied Ichthyology*, Medford, v. 31, n. 4, p. 57-66, 2015.

Hagen, S. R., Frost, B., & Augustin, J. (1989). Precolumn phenylisothiocyanate Association of Official Analytical Chemists, 72, 912–916. 1989.

Halim, N.R.A., Yusof, H.M., Sarbon, N.M. Functional and bioactive properties of fish protein hydrolysates and peptides: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*. 51, 24-33. 2016.

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

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

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

Hisano, H. Levedura desidratada íntegra, autolisada e componentes da parede celular como pró-nutrientes para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): Botucatu, SP: UNESP, p.90

(Doutorado em Zootecnia: Nutrição e Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, 2005.

Hisano, H.; Barros, Mm; Pezzato, L. E. Levedura desidratada de álcool e zinco como pró-nutrientes em rações para tilápia do nilo: aspectos hematológicos. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.33, p.35-42, 2007.

IBGE — Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Censo Agropecuário. Rio de Janeiro: IBGE. 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pnadcm>> Acesso em: 07 de fevereiro de 2023.

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

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

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

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

Machado, C. A., & Carvalho, L. S. S. Maltodextrina na alimentação animal. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 110, 593-594. http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf6_2015/14-16.2015.. 2015

Martínez-Alvarez, O. et al. Protein hydrolysates from animal processing by-products as a source of bioactive molecules with interest in animal feeding: a review. *Food Research International*, v. 73, p. 204-212. 2015.

Miles, R. D., Chapman, F. A. The Benefits of Fishmeal in Aquaculture Diets Protein Quality of Fishmeal Benefits of Fishmeal Incorporated into Fish Diets. IFAS Extension University of Florida, p. 1–7, 2018.

Moore, G.R.P.; *et al.* Cassava and corn starch in maltodextrina production. *Química Nova*, v.28, n.4. p.596-600, 2005.

Moro, G. V.; Rodrigues, A. P. O. Rações para organismos aquáticos: tipos e formas de processamento. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 29 p. 2015.

Oh, S. M., Kim, H. Y., Bae, J. E., Ye, S. J. Kim, B. Y., Choi, H. D., Choi, H. W., & Baik, M, Y. Physicochemical and retrogradation properties of modified chestnut starches. *Food Science And Biotechnology*, 28, 6, 1723–1731. 2019.

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

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

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>. 2016.

Pastore, C. G. P.; Gaiotto, J. R.; Ribeiro, F. A. S., Nunes, A. J. P. Boas práticas de fabricação e formulação de rações para peixes. In: FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. (Eds.). *Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira*. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. p. 295–346. 2012.

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

Rodrigues, A. P.O. Nutrição do tambaqui. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 40, n. 1, p. 135 – 145, 2014.

Rodrigues, A.P.O.; Bergamin, G.T.; Santos, V.R.V. Nutrição e alimentação de peixes. In: Rodrigues, A.P.O.; Lima, A.F.; Alves, A.L.; Rosa, D.K.; Torati, L.S.; Santos, V.R.V. (Eds.).

Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos, 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa. cap.6, p.171-214. 2013.

Saadi, S., Saari, N., Anwar, F., Hamid, A.A., Mohd-Ghazali, H. (2015). Recent advances in food biopeptides: Production, biological functionalities and therapeutic applications. *Biotechnology Advances*, 33, 80–116. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2014.12.003>. 2015.

Santos, E. L., Winterle, W. M. C., Ludke, M. C. M. M., Barbosa, J. M. Digestibilidade de ingredientes alternativos para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): Revisão. *Revista Brasileira Engenharia da Pesca*, São Luis, 3 (2): 135-149, 2008.

Santos, R. A.; Piovesan, M. R.; Oliveira, S. R.; Hattori, J. F. A.; Souza, O. J.; Boscolo, W. R.; Signor, A.; Bittencourt, F. Atratividade e palatabilidade da proteína hidrolisada de penas para juvenis de tambacu (*Colossoma macropomum Piaractus mesopotamicus*). *Research, Society and Development*, v. 11, n. 16, e19111637352, 2022 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i16.37352>. 2022.

Signor, A.; Pezzato, L. E.; Padilha, P. D. M.; Padovani, C. R.; Barros, M. M. Desempenho produtivo e respostas metabólicas de tilápias-do-nilo alimentadas com rações suplementadas com levedura autolisada e zinco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 2560-2568. 2010.

Silva, T.C.; Rocha, J.D.M.; Moreira, P.; Signor, A.; Boscolo, W.R. Fish protein hydrolysate in diets for Nile tilapia post-larvae. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.52, p.485-492. 2017.

Souza, A. M.; Souza, N. O.; Souza, E. M. Belém, C. S. Efeito da Adição de Levedura *Spray Dried* Desidratada na Alimentação de Tambaqui (*Colossoma Macropomum*). *Revista Varia Scientia Agrárias* v. 03, n.02, p. 147-158. 2013.

Souza, T. M. Hidrolisado Enzimático de Resíduos de Pescado como Atrativo e Palatabilizante Alimentar para Juvenis de Tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) / Talita Monteiro de Souza. Dissertação (Aquicultura) - Universidade Nilton Lins (UNINILTON LINS) Manaus-AM. 61p. 2020.

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. 2014.

Taoka, Y. et al. Use of live and dead probiotic cells in tilapia *Oreochromis niloticus*. *Fish. Sci.* 72, 755–766. 2006.

Tovar-Ramirez, D.; Zambonino, J.; Cahu, C.; Gatesoupe, F. J.; Vázquez-Juárez, R.; Lésel, R. Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Aquaculture*, v. 204, p. 113-123, 2002.

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