UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE ESTUDOS COSTEIROS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE PESCA

MÁRIO ANDRETTY SOUZA E SILVA FILHO

PROTEÍNA HIDROLISADA DE SANGUE DE AVES EM DIETAS PARA JUVENIS DO PEIXE ORNAMENTAL AMAZÔNICO ACARÁ SEVERO (*Heros severus*, HECKEL, 1840)

BRAGANÇA - PARÁ

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE ESTUDOS COSTEIROS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE PESCA

MÁRIO ANDRETTY SOUZA E SILVA FILHO

PROTEÍNA HIDROLISADA DE SANGUE DE AVES EM DIETAS PARA JUVENIS DO PEIXE ORNAMENTAL AMAZÔNICO ACARÁ SEVERO (*Heros severus*, HECKEL, 1840)

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Pará, Instituto de Estudos Costeiros, como requisito para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Abreu Vasconcelos Campelo
Coorientadora: Me. Bianca Gomes da Silveira
UFPA - *Campus* Bragança

BRAGANÇA - PARÁ

2025

MÁRIO ANDRETTY SOUZA E SILVA FILHO

PROTEÍNA HIDROLISADA DE SANGUE DE AVES EM DIETAS PARA JUVENIS DO PEIXE ORNAMENTAL AMAZÔNICO ACARÁ SEVERO (*Heros severus*, HECKEL, 1840)

Trabalho julgado para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca do curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Pará Campus de Bragança.

DATA DE APROVAÇÃO: 01/04/2025
CONCEITO:

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Daniel Abreu Vasconcelos Campelo
FEPESCA/IECOS/UFPA – Orientador

_____

Prof. Dr. Evaldo Martins da Silva
FEPESCA/IECOS/UFPA

_____

Prof. Dra. Lorena Batista de Moura
FEPESCA/IECOS/UFPA

BRAGANÇA - PARÁ

2025

EPÍGRAFE

“Viver. Viver e ser livre

Saber dar valor para as coisas mais simples

Só o amor constrói pontes indestrutíveis” – Charlie Brown Jr.

DEDICATÓRIA

Agradeço a Deus por guiar e iluminar meus horizontes durante toda essa jornada. Agradeço à minha avó e a minha mãe por acreditarem em mim e abraçarem meus sonhos com tanto carinho. Sem vocês nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

À minha avó, Maria Tereza, sou eternamente grato por todo amor e dedicação. Obrigado por acreditar em mim e por estar ao meu lado durante essa trajetória. Seu amor e sua sabedoria têm sido a base da minha determinação. Lhe quero bem vovó!

À minha mãe, Anna Gorett, agradeço por todo o amor, compreensão e apoio. Sua presença e força foram essenciais em cada etapa da minha vida. Obrigado por estar ao meu lado, me guiando com sabedoria e carinho, e por me dar a coragem para seguir em frente.

À Sueny Guimarães, meu eterno agradecimento por ter me ajudado a superar tantos desafios. Sua confiança em mim me fez acreditar nas minhas próprias forças. Obrigado por ser um pilar de apoio e inspiração na minha vida.

À minha dupla, Ingrid Luiza Campos, sou imensamente grato por compartilhar ao seu lado os melhores e mais desafiadores momentos ao longo desses cinco anos. Sua parceria e amizade tornaram essa jornada mais leve, e sem você, nada disso seria possível. Você é um exemplo de amor e determinação!

Agradeço à família Campos por me acolherem com tanto carinho durante essa jornada. O apoio e amizade de todos vocês tornaram esses cinco anos mais leves e especiais, e sou eternamente grato por ter sido recebido como parte da família.

Ao meu orientador Daniel Abreu Vasconcelos Campelo, agradeço pela confiança, pelos os seus ensinamentos, por me ajudar a amadurecer academicamente. Suas contribuições foram fundamentais para a realização desse trabalho.

Aos meus amigos, Bianca Gomes e Leonnan Carlos, agradeço pelo apoio constante, pela amizade e pelos momentos especiais. Em especial, pela dedicação e empenho na realização deste trabalho. Vocês dois são grandes referências profissionais para mim e a admiração que sinto por ambos é imensa.

Aos meus colegas do laboratório LAPIS, por todo o conhecimento que vocês partilharam a mim e pelos momentos de descontração.

Quero agradecer à Faculdade de Engenharia de Pesca, por todas as experiências, corpo docente e as oportunidades geradas, ao Instituto de Estudos Costeiros e a Universidade Federal do Pará. Tenho muito orgulho de fazer parte desta instituição.

Ao Programa de Educação Tutorial – Pet, por todo crescimento acadêmico, e momentos únicos vividos.

A todos aqueles que me ajudaram direta ou indiretamente para a realização desse estudo mesmo não tendo sido mencionados. **MUITO OBRIGADO!**

RESUMO

A demanda internacional por peixes ornamentais amazônicos é impulsionada pela ampla diversidade de formas, cores e comportamentos, fatores que elevam o valor desses peixes no mercado. O sucesso da piscicultura ornamental depende diretamente da oferta de condições ideais de criação, com destaque para o desenvolvimento de manejos alimentares adequados. A nutrição e alimentação dos organismos cultivados ainda representam um dos maiores desafios do setor, pois muitos protocolos de criação são baseados em práticas desenvolvidas para peixes de corte, o que pode comprometer o crescimento, a sanidade e a sobrevivência dos animais. Diante disso, com o presente estudo objetivamos avaliar a utilização de proteína hidrolisada de sangue de aves (PHSA) em dietas para juvenis de acará severo (*Heros severus*). Foram utilizados 180 peixes, com peso inicial médio de 0,003mg e comprimento médio inicial de 12,40mm. Os peixes foram distribuídos aleatoriamente em 18 aquários, cada um com capacidade de 5L, mantendo uma densidade de estocagem de 10 peixes por aquário. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e três repetições. Foram testadas seis dietas isoprotéicas (40% de proteína bruta) e isolipídicas (8,93% de extrato etéreo). A dieta controle contém farinha de peixe como principal fonte de proteína, além de farinha de vísceras e concentrado proteico de soja. Enquanto as outras cinco dietas contêm níveis crescentes de proteína hidrolisada de sangue de aves (PHSA), 0,5%, 1,0%, 1,5%. 2,0%, e 2,5%. As dietas foram fornecidas quatro vezes ao dia, nos horários de 08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas, até a saciedade aparente dos animais. Os peixes foram analisados quanto ao desempenho produtivo. Os maiores ganhos em comprimento ocorreram nos animais alimentados com dietas contendo níveis de 1,5% a 2,5% de PHSA ($p>0,05$). Os melhores resultados de peso e comprimento foram observados nos peixes alimentados com dietas contendo de 1,5% a 2,5% de PHSA ($p>0,05$). A inclusão de PHSA não afetou a uniformidade do lote, nem a sobrevivência dos peixes. A inclusão de 1,5 a 2,5% de PHSA em dietas para juvenis de acará severo foi eficiente, promovendo crescimento equilibrado e eficiência alimentar.

Palavras-chave: acará severo, piscicultura ornamental, alimentação de organismos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 9

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO 9

1.1.1 Peixes ornamentais 9

1.1.2 Acará severo (Heros severus, Heckel, 1840) 10

1.1.3 Tipos de ingredientes 11

1.1.4 Proteína hidrolisada 12

1.1.5 Proteína hidrolisada de sangue de aves 13

1.2 JUSTIFICATIVA 14

2. OBJETIVOS 14

2.1 OBJETIVO GERAL 14

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14

3. MATERIAL E MÉTODOS 15

3.1 PEIXES E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS 15

3.2 DELINEAMENTO E DIETAS EXPERIMENTAIS 15

3.3 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA 16

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA 17

4. RESULTADOS 18

5. DISCUSSÃO 20

6. CONCLUSÃO 21

7. REFERÊNCIAS 22

1. INTRODUÇÃO

1.1 Referencial teórico

1.1.1 Peixes ornamentais

Os peixes ornamentais da região amazônica desempenham papel essencial no mercado global da aquariofilia, posicionando o Brasil como um dos principais exportadores desses organismos (Tribuzy-Neto *et al*., 2020). Durante décadas, a comercialização desses peixes foi sustentada exclusivamente pelo extrativismo, muitas vezes associado a métodos de captura ambientalmente prejudiciais (Evers *et al*., 2019). Apesar dos avanços na aquicultura, que hoje representa grande parte das exportações de peixes ornamentais, diversas espécies amazônicas ainda são retiradas diretamente dos rios da bacia Amazônica por meio da pesca extrativa (Ferreira *et al*., 2020), reforçando a necessidade de alternativas sustentáveis para garantir a conservação dos estoques naturais e a viabilidade econômica do setor.

A demanda internacional por peixes ornamentais amazônicos é impulsionada pela ampla diversidade de formas, cores e comportamentos, fatores que elevam seu valor no mercado. Os principais destinos das exportações de peixes ornamentais amazônicos incluem países da Ásia, Europa e América do Norte (Ribeiro *et al*., 2010; Araújo *et al*., 2017). Diante desse cenário, a piscicultura ornamental surge como uma alternativa promissora para suprir essa demanda de forma sustentável, reduzindo a pressão sobre os estoques naturais e promovendo o desenvolvimento econômico do setor (Abe *et al*., 2019).

Os peixes ornamentais produzidos em pisciculturas ou laboratórios apresentam melhor adaptação a condições controladas, permitindo maior estabilidade nos preços, controle mais eficiente da produção e a obtenção de variedades específicas, quando comparados às espécies capturadas por meio do extrativismo (Tlusty *et al*., 2013). No Brasil, a criação de peixes ornamentais é majoritariamente conduzida por pequenos e médios produtores, que empregam, sobretudo, sistemas semi-intensivos e intensivos. Além disso, diferentes estruturas, como viveiros escavados, tanques de alvenaria e piscinas de lona, podem ser utilizadas na produção desses peixes, proporcionando flexibilidade e adaptabilidade aos diferentes sistemas de cultivo (Cardoso *et al.*, 2021).

O sucesso da piscicultura ornamental depende diretamente da oferta de condições ideais de criação, com destaque para o desenvolvimento de manejos alimentares adequados (Oliveira *et al*., 2020). A nutrição e alimentação dos organismos cultivados ainda representam um dos maiores desafios do setor, pois muitos protocolos de criação são baseados em práticas desenvolvidas para peixes de corte, o que pode comprometer o crescimento, a sanidade e a

sobrevivência dos animais (Zuanon *et al*., 2011; Campelo *et al*., 2020). Dessa forma, torna-se essencial a formulação de dietas e estratégias nutricionais específicas para espécies ornamentais, garantindo sua qualidade e alto valor comercial, especialmente no mercado de exportação. Entre as diversas espécies amazônicas de interesse para a aquariofilia, o acará-severo (*Heros severus*) destaca-se pelo seu grande potencial, sendo altamente valorizado por suas características estéticas e adaptabilidade ao cativeiro.

1.1.2 Acará severo (Heros severus, Heckel, 1840)

O acará-severo (*Heros severus*), descrito por Heckel em 1840, pertence à família Cichlidae, considerada a maior família de peixes de água doce do mundo e amplamente representada na América do Sul. Essa família possui diversas espécies de grande interesse para a aquariofilia devido à sua diversidade de cores, padrões e comportamentos (Kullander, 2003; Nelson *et al*., 2016; Silva, 2018). Originário da Bacia Amazônica, o acará-severo pode ser encontrado em rios da Venezuela, Colômbia e Peru, com maior predominância no Brasil, nos Amazonas e Negro (Kullander, 2003).

A espécie se destaca por sua morfologia característica, apresentando corpo discoide e alcançando até 20 cm de comprimento. Os juvenis possuem oito bandas verticais escuras bem definidas, enquanto os adultos apresentam dimorfismo sexual evidente. Os machos exibem coloração mais intensa, com nadadeiras em tons vibrantes de vermelho e laranja, além de um padrão mosaico avermelhado pelo corpo. Já as fêmeas, em geral, são menores e apresentam coloração mais discreta, com tons esverdeados (Mora *et al*., 2007; Dias, 2016). O acará-severo é altamente valorizado no mercado ornamental devido à sua rápida adaptação ao cativeiro, comportamento interativo e técnicas de reprodução bem estabelecidas, o que facilita sua produção em larga escala (Oliveira *et al*., 2020; Sousa *et al*., 2021).

Possui hábitos bento-pelágicos e prefere ambientes lênticos, onde o pH varia entre 5,0 e 6,5 e a temperatura entre 24ºC e 32ºC. Durante o período reprodutivo, torna-se territorialista e pode apresentar comportamento agressivo para proteger seus ovos e larvas (Mora *et al*., 2007). Em seu habitat natural, sua dieta é onívora, composta por pequenos invertebrados, material vegetal, insetos e algas (Alishahi *et al*., 2014; Mérona & Rankin-de-Mérona, 2004; Lowe-McConnell, 1969). Já em cativeiro, adapta-se facilmente a dietas formuladas com ingredientes comerciais, o que facilita sua criação e manutenção (Alishahi *et al*., 2014; Campelo *et al*., 2019; Sousa *et al*., 2021).

Nos últimos anos, pesquisas sobre manejo alimentar e exigências nutricionais específicas para o Acará-severo têm avançado. Estudos como os de Abe *et al*. (2016) e Campelo *et al*. (2020) avaliaram protocolos alimentares para pós-larvas, enquanto Oliveira *et al*. (2020) e Souza *et al*. (2021) analisaram dietas específicas para alevinos. Apesar da crescente produção científica voltada para essa espécie, ainda existem diversas lacunas no desenvolvimento de dietas formuladas para a espécie. A utilização de hidrolisado proteico para peixes ornamentais, é uma delas, visto que a maioria das pesquisas com esse tipo de ingrediente é direcionada para espécies de corte. Dessa forma, torna-se evidente a necessidade de aprofundar os estudos sobre a nutrição do acará-severo, visando otimizar seu crescimento, saúde e viabilidade econômica na piscicultura ornamental.

1.1.3 Tipos de ingredientes

O sucesso da produção de peixes, seja ornamental ou de corte, depende do fornecimento adequado de alimento (Campelo *et al*., 2020). As exigências nutricionais para a maioria das espécies de peixes ornamentais ainda são desconhecidas e parte-se do princípio que esses animais necessitam de manejos alimentares e nutricionais semelhantes aos dos peixes de corte (Zuanon *et al*., 2011).

Os peixes possuem alta exigência proteica e a nutrição adequada desempenha um papel fundamental na manutenção da saúde dos peixes e na melhora da resposta imune (Stockhausen, *et al*., 2022). Cada ingrediente, no entanto, tem pelo menos uma característica limitante em relação ao uso nas dietas, como os fatores antinutricionais dos ingredientes vegetais, que reduzem a biodisponibilidade de nutrientes para o organismo (Dong *et al*., 2010). A farinha de peixe, o principal insumo de origem animal nas dietas de peixes, possui limitações quanto a: disponibilidade inconsistente no mercado, alta variabilidade em termos de composição e alto custo, o que pode prejudicar a produção aquícola de forma geral (Palupi *et al*., 2020; Valenti *et al*., 2021).

A busca por fontes alternativas de proteína que possam substituir a farinha de peixe (Silva, 2014) nas formulações de dietas aquáticas tem sido alvo de diversos estudos ao longo dos anos, tendo em vista os entraves para a utilização de fontes proteicas e vegetais convencionais (Carvalho *et al*., 1997; Aksnes *et al*., 2006; Santos *et al*., 2009; Cyrino *et al*., 2010; Santos, 2020). Para reduzir os custos das dietas uma vez que as *commodities* apresentam sazonalidade de oferta e alta flutuabilidade no preço de mercado, estudos têm sido realizados com o intuito de determinar o nível ideal da inclusão de subprodutos proteicos

como substitutos parciais ou totais das fontes de proteína convencionais, com o intuito de assegurar a qualidade nutricional e promover a sustentabilidade da atividade. (Negrini *et al.*, 2024).

1.1.4 Proteína hidrolisada

As proteínas hidrolisadas são obtidas por meio da ação controlada de proteases sobre os ingredientes com a regulação de temperatura e pH para otimizar a reação enzimática (Tkaczewska *et al*., 2020; Roslan *et al*., 2014; Amiza *et al*., 2012; Cândido, 1998). A concentração das enzimas é um fator determinante na eficiência do processo (Finkler *et al*., 2022). As proteases são as enzimas mais utilizadas nesse processo e se destacam pela capacidade de fragmentar macromoléculas proteicas em peptídeos de diferentes tamanhos, com alto valor agregado (Martins *et al*., 2009; Oliveira *et al*., 2015). A produção desses hidrolisados também pode envolver hidrólise química, mas a enzimática é a mais utilizada para obtenção de produtos com maior valor nutritivo e redução de fatores antinutricionais (Martins *et al*., 2009; Kowalczewski *et al*., 2021; Paula *et al*., 2024). Os hidrolisados vêm sendo incorporados em produtos como substitutos do leite, suplementos nutricionais, realçadores de sabor, estabilizantes para bebidas e insumos para rações, ampliando sua relevância para alimentos e nutrição animal (Freitas, 2017).

Os hidrolisados proteicos apresentam propriedades bioativas que beneficiam a saúde animal, atuando como antioxidantes, anti-hipertensivos e antidiabéticos (Zou *et al*., 2021). Em dietas para juvenis de peixes, contribuem para a melhora dos parâmetros fisiológicos e metabólicos, além de influenciarem positivamente a palatabilidade e atratividade dos alimentos (Zambonino Infante *et al*., 1997; Pasupuleti *et al*., 2010; Alves *et al*., 2019a; Alves *et al*., 2019b).

De acordo com Debnath & Saikia, (2021) a proteína hidrolisada é absorvida no trato digestivo de peixes, como aminoácidos livres ou pequenos peptídeos. E no metabolismo proporciona melhoria na digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo e sistema imune (Bui *et al*., 2014; Dieterich *et al*., 2014; Song *et al*., 2014; Leduc *et al*., 2018; Lorenz *et al*., 2018). A utilização desses hidrolisados são importantes para economia e poluição ambiental, pois promove a mitigação dos impactos e a utilização eficiente de subprodutos na produção de produtos nutritivos e funcionais destinados a alimentação humana e animal, indústrias, agricultura entre outros (Malav, *et al*., 2018).

1.1.5 Proteína hidrolisada de sangue de aves

O setor agroindustrial gera grandes volumes de resíduos provenientes do abate e processamento de aves, incluindo vísceras, músculos, gordura, sangue, ossos e penas. A adequada gestão desses coprodutos é essencial para a sustentabilidade da cadeia produtiva, e a hidrólise enzimática surge como uma alternativa promissora para o aproveitamento. Esse processo permite a obtenção de proteína hidrolisada obtida a partir de resíduos de aves, um ingrediente com alto potencial para a nutrição animal, especialmente na formulação de rações para peixes, tendo como resultado um produto com maior digestibilidade (Silva *et al*. 2017).

A proteína hidrolisada de sangue de aves (PHSA) tem sido estudada como substituto parcial da farinha de peixe ou como ingrediente em dietas para animais, demonstrando benefícios na nutrição de diversas espécies. Estudos conduzidos com tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) indicam que a inclusão de 4% desse ingrediente na dieta resulta em aumento significativo no rendimento de filé (Alves *et al.,* 2019). De acorodo com Santos *et al*. (2020) avaliaram o efeito da inclusão de um hidrolisado proteico composto por coprodutos de aves e suínos (miúdos e fígado) na alimentação de alevinos de tilápia-do-Nilo. Os resultados demonstraram efeitos positivos nos índices produtivos, sendo identificado um nível ótimo de inclusão de 0,311%. De forma semelhante, Rocha *et al*. (2018) evidenciaram o potencial nutricional da proteína hidrolisada de frango, 2,5% do hidrolisado para pós-larvas de tilápia-do-Nilo refletiram em alta assimilação de nutrientes, elevado crescimento das estruturas intestinais e melhoria nos parâmetros produtivos.

Entretanto, há uma lacuna na literatura no que se refere ao uso de hidrolisado proteico de sangue de aves na nutrição de organismos aquáticos. Essa abordagem representa uma alternativa sustentável à farinha de peixe, pois permite o aproveitamento eficiente de subprodutos de baixo custo e não concorrentes com a alimentação humana (Carvalho, 2019). Estudos sobre o hidrolisado de sangue de aves em dietas para espécies ornamentais, como o acará severo, são essenciais para validar sua aplicabilidade e impacto no desempenho zootécnico e na qualidade dos peixes produzidos.

Por se tratar de uma espécie com alto potencial produtivo e muito apreciada no mercado, a determinação de manejos alimentares e nutricionais adequados para o acará severo representa uma oportunidade para impulsionar a produção de peixes ornamentais, além de diminuir a pressão sobre as populações selvagens (Abe *et al*., 2016; Campelo *et al*., 2019). Assim, é de grande importância avaliar a utilização da proteína hidrolisada de sangue de aves em substituição a farinha de peixe, em dietas para juvenis de acará severo.

1.2 Justificativa

A piscicultura ornamental, especialmente na região amazônica, representa um setor com grande potencial econômico devido à rica diversidade de espécies aquáticas. A crescente demanda por peixes ornamentais, tanto no mercado interno quanto externo, destaca sua importância para a economia local. Dentro desse contexto, o acará severo é uma espécie de alto valor comercial, embora existam lacunas no conhecimento sobre manejos produtivos que limitam a expansão da criação dessa espécie em larga escala.

Um dos principais desafios enfrentados pela piscicultura ornamental é a necessidade de alternativas à farinha de peixe, cujo custo tem aumentado devido à estagnação na produção global. A proteína hidrolisada de sangue de aves surge como uma solução promissora para serem incluídas na ração, mantendo os padrões nutricionais das dietas e oferecendo benefícios funcionais no desenvolvimento de rações eficientes. Portanto, avaliar a utilização desse ingrediente nas dietas de juvenis de acará severo é fundamental para otimizar a produção e garantir o crescimento sustentável desse mercado.

2. OBJETIVOS

2.1 objetivo geral

- Avaliar a utilização de proteína hidrolisada de sangue de aves (PHSA) em dietas para juvenis de acará severo (*Heros severus*);

2.2 objetivos específicos

- Determinar os parâmetros de desempenho produtivo de juvenis de acará severo alimentados com dietas contendo níveis de proteína hidrolisada de sangue de aves (PHSA);

- Definir o nível ótimo de inclusão de proteína hidrolisada de sangue de aves (PHSA) em dietas para juvenis de acará severo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um período de 60 dias no Laboratório de Piscicultura da Faculdade de Engenharia de Pesca, do Instituto de Estudos Costeiros da Universidade Federal do Pará, no *campus* de Bragança. O presente trabalho foi submetido para aprovação junto ao Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Pará, CEUA/UFPA (n° 5008250424).

3.1 Peixes e condições experimentais

Os alevinos de acará severo usados no experimento foram obtidos através da reprodução natural de matrizes mantidas no Laboratório, sob condições ambientais controladas. Foram utilizados 180 peixes, com peso inicial médio de 0,03g e comprimento médio inicial de 12,40mm. Esses peixes foram distribuídos aleatoriamente em 18 aquários, cada um com capacidade de 5L, mantendo uma densidade de estocagem de 10 peixes por aquário.

Todos os aquários foram equipados com um sistema de oxigenação contínua e o laboratório foram mantidos sob iluminação artificial com um fotoperíodo de aproximadamente 12 horas de luz e 12 horas de escuridão. Cada aquário conta com um sistema de aeração, com uma mangueira de 12mm.

3.2 Delineamento e dietas experimentais

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e três repetições. Foram testadas seis dietas isoprotéicas (40% de proteína bruta) e isolipídicas (8,93% de extrato etéreo). A dieta controle conterá farinha de peixe como fonte de proteína, além de farinha de vísceras e concentrado proteico de soja. Enquanto as outras cinco dietas irão conter níveis crescentes de proteína hidrolisada de sangue de aves (PHSA), 0,5%, 1,0%, 1,5%. 2,0%, e 2,5% de PHSA, (Tabela 1). A PHSA utilizada no estudo foi fornecida pela empresa BRF Ingredientes Ltda.

Para preparação das dietas, os ingredientes foram inicialmente moídos e peneirados em moinho de martelos (TRF-400 Trapp; Brasil) com peneira de 0,3 mm de diâmetro e, em seguida, foram pesados em balança semi-analítica (SHIMADZU BL3200H; precisão de 0,01 g; Brasil), depois as misturas foram homogeneizadas e umedecidas com 22% de água morna a 50ºC. A dieta foi extrusada em extrusora ExMicro® em matriz de 1mm de diâmetro, seca por

24 horas em estufa de ventilação forçada a 55ºC (QUIMIS, Brasil) e armazenada em geladeira a 10°C.

As deitas foram fornecidas quatro vezes ao dia, nos horários de 08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas, onde as dietas foram ofertadas até a saciedade aparente dos animais e, diariamente, serão realizadas trocas parciais de aproximadamente 30% do volume útil de água de cada unidade experimental através de sifonamento do fundo dos aquários a cada dois dias, no horário de 18:00 horas, para retirada das fezes e possíveis resíduos alimentares.

Tabela 1. Valores da composição percentual e química da dieta experimental

Ingrediente	**Níveis de inclusão de PHSA (%)**					
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
Farelo de milho	29,35	29,57	29,80	30,02	30,25	30,47
Concentrado proteico de soja	18,46	17,72	16,99	16,25	15,51	14,78
Farinha de vísceras de aves	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Farinha de carne e ossos	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Farinha de penas	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Farinha de peixe	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Farelo de trigo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Óleo de soja	3,52	3,53	3,55	3,57	3,59	3,61
Proteína hidrol. de sangue de aves	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
Premix[1]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
L-Lisina	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59
L-Treonina	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-Metionina	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Vit. C	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloreto de colina	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Antifúngico	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Triptofano	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06
Antioxidante (BHT)[2]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Composição química (valores calculados)[3]						
Proteína bruta (%)	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Extrato Etéreo (%)	8,93	8,95	8,98	9,01	9,04	9,06
Energia Digestível (kcal kg^{-1})	3400,00	3400,00	3400,00	3400,00	3400,00	3400,00

[1]Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.200.000 UI, Vit. D3, 200.000 UI, Vit. E, 12.000 mg, Vit. K3, 2.400 mg, Vit. B1, 4.800 mg, Vit. B2, 4.800 mg, Vit. B6, 4.000 mg, Vit. B12, 4.800 mg, Ac. Fólico, 1.200 mg, Pantotenato Ca, 12.000 mg, Vit. C, 48.000 mg, Biotina, 48 mg, Colina, 65.000 mg, Niacina, 24.000 mg, Ferro, 10.000 mg, Cobre, 6.000 mg, Manganês, 4.000 mg, Zinco, 6.000 mg, Iodo, 20 mg, Cobalto, 2 mg, Selênio, 20 mg; [2]Buti-hidroxi-tolueno (antioxidante); [3]Realizado de acordo com tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias (Furuya, 2010).

3.3 Parâmetros de qualidade da água

Durante todo período experimental, a temperatura da água apresentou valor médio de 28,00 ± 0,10 °C, o pH 6,60 ± 0,20 e amônia total 0,25 ± 0,70 mg L^{-1}, permanecendo

constantes em todas unidades experimentais. Os parâmetros foram monitorados a cada três dias, os valores da temperatura e pH foram aferidos através de uma sonda multiparâmetro portátil (HORIBA U-50; EUA). O nível de amônia total (mg L^{-1}) foi mensurado usando um método colorimétrico, Kit Labcon Test (Indústria e Comércio de Alimentos Desidratados Alcon; Brasil).

3.4 Desempenho produtivo

Ao final do experimento, os peixes foram inicialmente submetidos a jejum por 24 horas para esvaziamento do trato gastrointestinal e, em seguida, os animais serão anestesiados com solução de 100 mg L^{-1} do anestésico Eugenol (Roubach *et al*., 2005) e, posteriormente fora, pesados em balança analítica de precisão (GEHAKA AG200; 0,0001 g precisão; Brasil) e medidos com um paquímetro digital paquímetro digital (PANTEC-150; 0,01 mm; Brasil).

Os parâmetros de desempenho produtivo determinados serão: Comprimento final (CF); Ganho de comprimento (GC) GC = comprimento final - comprimento inicial; Peso final (PF); Ganho de peso (GP) GP = peso final - peso inicial; Taxa de crescimento específico para comprimento ($TCE_{(C)}$) e peso ($TCE_{(P)}$) sendo ($TCE_{(C)}$) = ((*ln* comprimento final - *ln* comprimento inicial) / número de dias de experimento) *100 e ($TCE_{(P)}$) = ((*ln* peso final - *ln* peso inicial) / número de dias de experimento) *100; Uniformidade do lote para comprimento (UC) e peso (UP) sendo UC = (número de peixes com comprimento variando ± 20% da média em cada unidade experimental / número total de peixes por unidade experimental) *100 e UP = (número de peixes com peso variando ±20% da média em cada unidade experimental / número total de peixes por unidade experimental) *100 (Furuya et al., 1998); e Taxa de sobrevivência (TS) TS = (número final de peixes/número inicial de peixes) *100.

3.5 Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007). Inicialmente, os valores obtidos foram submetidos aos testes de Lilliefors e Bartlett para avaliar a normalidade e a homocedasticidade, respectivamente. Em seguida, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) e, quando constatado diferença (p<0,05), foi empregada a análise de Tukey, ao nível de 5% de significância.

4. RESULTADOS

Os dados de desempenho produtivo estão apresentados na tabela 2. Os peixes alimentados com dietas contendo de 1,5% a 2,5% de proteína hidrolisada de sangue de aves apresentaram os maiores valores de comprimento final, ganho de comprimento e taxa de crescimento específico para comprimento ($p<0,05$). Da mesma forma, o peso final, o ganho de peso e a taxa de crescimento específico para peso foram maiores nos peixes alimentados com dietas contendo de 1,5% a 2,5% de proteína hidrolisada de sangue de aves ($p<0,05$). Além disso, a inclusão de proteína hidrolisada de sangue de aves não influenciou a uniformidade do lote nem a taxa de sobrevivência dos peixes ($p>0,05$).

Tabela 2. Desempenho produtivo (média ± desvio padrão) de alevinos de acará severo (*Heros severus*) alimentados com dietas contendo níveis crescentes de proteína hidrolisada de sangue de aves (PHSA)

Parâmetro[1]	**Níveis de inclusão de PHSA (%)**							
	0,00	**0,50**	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**Valor de *p*[2]**	**CV (%)[3]**
CF (mm)	23,60±0,10b	23,80±0,20b	24,02±0,33b	24,20±0,10ab	24,86±0,19a	24,77±0,20a	0,01	1,01
GC (mm)	11,20±0,10b	11,40±0,20b	11,63±0,33b	11,81±0,10ab	12,47±0,19a	12,37±0,20a	0,01	2,06
$TCE_{(C)}$ (%/dia)	1,07±0,01b	1,09±0,01b	1,10±0,02b	1,12±0,01ab	1,16±0,01a	1,15±0,01a	0,01	1,61
PF (g)	0,23±0,01b	0,23±0,01b	0,25±0,01b	0,28±0,01a	0,29±0,02a	0,26±0,01ab	0,01	6,48
GP (g)	0,20±0,01c	0,21±0,01c	0,22±0,01bc	0,25±0,01a	0,26±0,02a	0,23±0,01ab	0,01	6,26
$TCE_{(P)}$ (%/dia)	3,64±0,06b	3,67±0,05b	3,77±0,01b	3,96±0,02a	4,02±0,07a	3,85±0,05ab	0,01	2,54
UC (%)	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00	92,59±9,88	96,67±4,44	100,00±0,00	0,54	5,85
UP (%)	60,00±6,67	50,00±6,67	56,67±8,89	67,78±8,15	53,33±4,44	54,81±8,46	0,80	27,74
TS (%)	100,00±0,00	100,00±0,00	93,33±4,44	93,33±4,44	100,00±0,00	96,67±4,44	0,16	4,20

[1]Comprimento final (CF), ganho de comprimento (GC), taxa de crescimento específico para comprimento ($TCE_{(C)}$), peso final (PF), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico para peso ($TCE_{(P)}$), uniformidade de comprimento (UC), uniformidade de peso (UP) e taxa de sobrevivência (TS); Valores médios na mesma linha, com letras distintas, são diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (n=3); [2]Valor de *p* determinado por Análise de Variância (ANOVA); [3]Coeficiente de variação (CV).

5. DISCUSSÃO

Subprodutos da indústria avícola têm sido explorados para produção de hidrolisados proteicos e usados como ingredientes funcionais em rações aquícolas devido ao seu alto teor de peptídeos bioativos, que podem favorecer o crescimento e o bem-estar dos peixes (Cardoso *et al*., 2021; Negrini *et al*., 2024). No presente estudo, a inclusão a partir de 1,5% de proteína hidrolisada de sangue de aves (PHSA) na dieta para alevinos de acará severo resultou nos melhores resultados de comprimento e peso, com destaque para 2,0% de inclusão, que apresentou os maiores valores. Esse efeito pode estar relacionado à maior biodisponibilidade dos nutrientes proporcionada pela hidrólise proteica, que favorece a digestibilidade e absorção de aminoácidos e peptídeos, otimizando a síntese proteica e o crescimento dos animais.

Embora não existam estudos prévios com PHSA, pesquisas indicam que a inclusão de outros hidrolisados proteicos de origem avícola pode beneficiar o crescimento de peixes, como 5% de proteína hidrolisada de penas (PHP) para alevinos de bagre africano (*Clarias gariepinu*s) (Rashid *et al*., 2025), 2% de PHP para larvas (Xavier *et al*., 2024a) e 1% de PHP para alevinos de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Xavier *et al*., 2024b) e 3% de hidrolisado proteico de vísceras de frango para alevinos dessa mesma espécie (Rocha *et al*., 2021), que resultaram em melhorias no crescimento. Hidrolisados de outras origens também beneficiaram o crescimento dos peixes, como a inclusão de 4,75% de hidrolisado proteico de peixe para pós-larvas de tilápia-do-Nilo (Silva *et al*., 2017), e 2% de hidrolisado de sangue suíno para alevinos dessa mesma espécie (Gomes, 2022).

A eficácia dos hidrolisados proteicos está associada à sua elevada digestibilidade, resultante da fragmentação das ligações peptídicas e liberação de peptídeos de diferentes tamanhos e aminoácidos livres (Ogava *et al*., 2024). A absorção de di e tripeptídeos via cotransporte de íons hidrogênio no canal PEPT1 favorece a retenção de nutrientes e a eficiência alimentar (Soares *et al*., 2020), promovendo maior crescimento dos peixes (Gisbert *et al*., 2018). Além disso, esses hidrolisados podem atuar como intensificadores de sabor e atrativos alimentares, aumentando a palatabilidade da dieta e estimulando o consumo (Xavier *et al*., 2024a). A exposição de grupos funcionais antioxidantes e imunoestimulantes durante a hidrólise pode conferir efeitos nutracêuticos, contribuindo para a resistência ao estresse e melhora dos índices zootécnicos (Mansour *et al*., 2014; Rocha *et al*., 2021).

Entretanto, a inclusão de hidrolisados proteicos na dieta deve ser criteriosa. O excesso de aminoácidos livres pode saturar os mecanismos de transporte intestinal, comprometendo a absorção e o desempenho produtivo dos peixes (Silva *et al*., 2017). Isso pode explicar a leve

redução no crescimento dos alevinos de acará severo alimentados com dietas contendo 2,5% de PHSA. Estudos indicam que altas concentrações de hidrolisados podem inibir a secreção de enzimas digestivas (Cahu *et al*., 2004) e favorecer o acúmulo lipídico no fígado (Xavier *et al*., 2024b), impactando negativamente a eficiência alimentar. Além disso, a absorção assimétrica de aminoácidos essenciais e não essenciais pode resultar na oxidação dos excedentes, reduzindo o anabolismo proteico e limitando o crescimento (Hevroy *et al*., 2005).

Embora os hidrolisados proteicos sejam associados a propriedades imunomoduladoras, antimicrobianas e antioxidantes (Wosniak *et al*., 2016; Wu *et al*., 2020), no presente estudo, a inclusão de PHSA não influenciou a taxa de sobrevivência nem a uniformidade do lote dos alevinos de acará severo. Esses aspectos são críticos na produção de peixes ornamentais, pois afetam tanto a viabilidade zootécnica quanto o valor comercial dos animais (Oliveira *et al*., 2020, 2022). Além disso, a inclusão de hidrolisados proteicos impacta o custo da ração, sendo essencial determinar níveis que maximizem o custo-benefício (Gomes, 2022), dado que a alimentação representa o maior custo na piscicultura intensiva.

6. CONCLUSÃO

A inclusão de níveis entre 1,5% e 2,5% de proteína hidrolisada de sangue de aves (PHSA) na dieta de alevinos de acará severo mostrou-se a opção mais equilibrada, proporcionando ganhos significativos em comprimento e peso. Assim, recomenda-se a inclusão de 2,0% de PHSA como a estratégia mais eficiente para otimizar o crescimento da espécie, garantindo equilíbrio entre desempenho zootécnico e aproveitamento nutricional.

7. REFERÊNCIAS

Abe, H.A., Dias, J.A.R., Sousa, N.C., Couto, M.V.S.D., Reis, R.G.A., Paixão, P.E.G. & Fujimoto, R.Y. 2019. Growth of Amazon ornamental fish *Nannostomus beckfordi* larvae (Steindachner, 1876) submitted to different stocking densities and feeding management in captivity conditions. *Aquaculture Research*. v.50, n.8.

Abe, H.A., Dias, J.A.R., Reis, R.G.A., Sousa, N.C., Ramos, F.M. & Fujimoto, R.Y. 2016. Manejo alimentar e densidade de estocagem na larvicultura do peixe ornamental amazônico *Heros severus*. *Boletim do Instituto de Pesca* v.42, n.3, p.514-522.

Aksnes, A., Hope, B., Jönsson, E., Björnsson, B.T., Albrektsen, S. 2006. Size fractionated fish hydrolysate as feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed with high plant protein diets. I: Growth, growth regulation and feed utilization. Aquaculture, v.261, p.305-317.

Alishahi, M., Karamifar, M., Zarei, M. 2014. Hemato-immunological responses of *Heros severus* fed diets supplemented with different levels of Dunaliella salina. Fish Physiology and Biochemistry, v.40, n.1, p. 57–65.

Alves, D.R.S., Oliveira, S.R., Luczinski, T.G., Boscollo, W.R., Bittencourt, F., Signor, A., Detsch, D.T. 2019a) Atração epalatabilidade de hidrolisados de proteína líquida para jovens de tilápia do Nilo.Pesquisa de Aquicultura, v.51, n.4, p.1681-1688.

Alves, R.S.A., Oliveira, S.R., Luczinski, T.G., Paulo, I.G.P., Boscolo, W.R., Bittencourt, F., Signor, A. 2019b. Palatability of protein hydrolysates from industrial byproducts for Nile tilapia juveniles.*Animals*, v.9, p.2-11.

Amiza, M.A., Kong, Y.L., Faazaz, A.L. 2012. Effects of degree of hydrolysis on physicochemical properties of Cobia (*Rachycentron canadum*) frame hydrolysate. *International Food Research Journal*, v.19, n.1.

Araújo, J.G.D., Santos, M.A.S., Rebello, F.K. & Isaac, V.J. 2017. Cadeia comercial de peixes ornamentais do Rio Xingu, Pará, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 43(2): 297-307.

Bui, H.T.D., Khosravi, S., Fournier, V., Herault, M., Lee, K.-J. 2014. Growth performance, feed utilization, innate immunity, digestibility and disease resistance of juvenile red seabream (*Pagrus major*) fed diets supplemented with protein hydrolysates. *Aquaculture*, n.418-419, p.11-16.

Cahu, C.L., Infante, J.Z., Quazuguel, P., Le Gall, M.M. 1999. Protein hydrolysate vs. fish meal in compound diets for 10-day old sea bass Dicentrarchus labrax larvae. *Aquaculture*, v.171, n.1-2, p.109-119.

Campelo, D.A.V., Rodrigues, E.D.R., Dias, B.C.B., Pinheiro-Junior, A.D.S., Dos Santos, L.D., Brabo, M.F., De Moura, L.B. & Veras, G.C. 2020. Utilização de diferentes alimentos na larvicultura do peixe ornamental amazônico Acará Severo. *Brazilian Journal of Development*. v.6, n.3.

Campelo, D.A.V., Silva, I.C.E., Marques, M.H.C., Eiras, B.J.C.F., Brabo, M.F., De Moura, L.B. & Veras, G.C. 2019. Estratégias alimentares na larvicultura do peixe ornamental amazônico acará severo (*Heros severus*) (Heckel, 1840). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.71, n.5, p.1601-1608.

Cândido, L.M.B., Nogueira, A.K., Sgarbieri, V. 1998. Propriedades funcionais de concentrados proteicos de pescado preparados por vários métodos. Brasilian. *Journal of Food Tecnology*, v.1, n.1/2, p.77-89.

Cardoso, M.S., Godoy, A.C., Oxford, J.H., Rodrigues, R., Cardoso, M.S., Bittencourt, F., Signor, A., Boscolo, W.R. & Feiden, A. 2021. Apparent digestibility of protein hydrolysates from chicken and swine slaughter residues for Nile tilapia. *Aquaculture* 530(1), 735720 [1-8].

Carvalho, A.P., Escaffre, A.M., Oliva-Teles, A., Bergot, P. 1997. First feeding of common carp larvae on diets with high levels of protein hydrolysates. *Aquaculture International*, v.5, p. 361-367.

Chang-Bum, A., Jae-Young, J., Young-Sook, C. 2012. Antioxidant and antiinflammatory peptide fraction from salmon byproduct protein hydrolysates by peptic hydrolysis. *Food Research International*, v.49, n.1, p.92-98.

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*, v. 39, p. 68-87.

Debnath, S., Saikia, S. K. 2021. Absorption of protein in teleosts: a review. *Fish Physiology and Biochemistry*, v.47, p.313-326.

Dias, B.C.B. 2016. Utilização do eugenol como anestésico para o Acará severo *Heros severus* (Heckel, 1840). Dissertação Mestrado - Universidade Federal do Pará, campus Castanhal, Programa de pós-graduação Ciência Animal.

Dieterich, F., Boscolo, W.R., Bertoldo, M.T.P., Silva, V.S.N., Goncalves, G.S.; Vidotti, R. M. 2014. Development and characterization of protein hydrolysates originated from animal agro industrial by products. Journal of Dairy, *Veterinary & Animal Research*, v.1, n. 2, p.56-61.

Dong, X-H., Guo, Y-X., Ye, J-D., Song, W. D., Huang, X-H. & Wang H. 2010. Apparent digestibility of selected feed ingredients in diets for juvenile hybrid tilapia, Oreochromis niloticus x Oreochromis aureus. *Aquaculture Research*, 41, 1356-1364.

Evers, H.G., Pinnegar, J.K., Taylor, M.I., 2019. Where are they all from? – sources and sustainability in the ornamental freshwater fish trade. *Journal of Fish Biology*. 94,909-916

Ferreira, V.A.M., Rodrigues, T.T.E., Silva, P.G., Freitas, C.E.C., Yamamoto, K.C. 2020. Avaliação do comércio de peixes ornamentais no estado do Amazonas – Brasil. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, v.1, n.1, p.1-30.

Finkler, J.K., Piana, P.A., Fleck, J.F., Boscolo, W.R., Feiden, A., Signor, A., Fiorese, M.L. Produção de hidrolisados de proteína de peixe a partir de aparas de filé de *Oreochromis niloticus*. *Research, Society and Development*. v.11, n.6.

Freitas, J.A. 2017. Propriedades Funcionais de Hidrolisado Proteico de Subprodutos do Beneficiamento de Palometa (*Serrasalmus spilopleura*).

Gisbert, E., Fournier, V., Solovyev, M., Skalli, A., Andree, K.B. 2018. Diets containing shrimp protein hydrolysates provided protection to European sea bass (Dicentrarchus labrax) affected by a Vibrio pelagius natural infection outbreak. *Aquaculture*, v.495, 136-143.

Gomes, R.L.M. 2022. Proteína hidrolisada de fígado suíno em dietas para alevinos de dourado (*Salminus brasiliensis*) e tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Hevroy, E. M; Espe, M; Waagbø, R; Sandnes, K; Ruud, M; Hemre, G.I. 2005. Nutrient utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) fed increased levels of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. *Aquaculture nutrition*, v.11, n.4, p.301-313.

Kowalczewsk, P.L., Olejnik, A., Rybicka, I., Zielińska-Dawidziak, M., Białas, W., Lewandowicz, G. 2021. Membrane filtration-assisted enzymatic hydrolysis affects the biological activity of potato juice. Molecules, v.26, n.4, p.852.

Kristinsson, H.G., Rasco, B.A. 2000. Fish protein hydrolysates: production, biochemical, and functional properties. Critical reviews in food science and nutrition., v.40, n.1, p. 43-81.

Kullander, S.O. 2003. Cichlidae (Cichlids). Em: *Checklist of the freshwater fishes of South and Central America*. R.E. Reis, S.O. Kullander & C.J. Ferraris Jr (Eds.). Edipucrs, Porto Alegre, p. 605-654.

Leduc, A., Zatylny-Gaudin, C., Robert, M., Corre, E., Le Corguille, G., Castel, H., Lefevre-Scelles, A., Fournier, V., Gisbert, E., Andree, K. B., & Henry, J. (2018). Dietary aquaculture by-product hydrolysates: impact on the transcriptomic response of the intestinal mucosa of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) fed low fish meal diets. BMC Genomics, v.19, n.1, p.396.

Lian, P.Z., Lee, C.M., Park, E. 2005. Characterization of squid-processing byproduct hydrolysate and its potential as aquaculture feed ingredient. *Journal of agricultural and food chemistry*, v.53, n.14.

Lorenz, E.K., Barone, R.S.C., Yamamoto, F.Y., Cyrino, J.E.P. 2018.Dietary Protein Hydrolysates from Animal By-Products: Digestibility and Enzymatic Activity for Dourado *Salminus brasiliensis*. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, v.27, n.2, p.236–246.

Lowe-McConnell. 1969. The cichlid fishes of Guyana, South America, with notes on their ecology and breeding behavior.

Malav, O.P., Birla, R., Virk, K.S., Sandhu, H.S., Mehta, N., Kumar, P, Wagh, R.V. 2018. Safe disposal of slaughter house waste. Appro Poult Dairy. *Vet Sci*. v.2, p.3–5.

Mansour, S. C., Pena, O. M., Hancock, R. E. 2014. Host defense peptides: front-line immunomodulators. Trends in immunology, v.35, n.9, p.443-450.

Martins, V.G., Costa, J.A.V., Prentice-Hernández, C. (2009). Hidrolisado proteico de pescado obtido por vias química e enzimática a partir de corvina (*Micropogonias furnieri*). Quim. Nova, v.32, n. 1, p.61-66.

Mérona, Bernard de; Rankin-de-Mérona, Judy. 2004. Food resource partitioning in a fish community of the central Amazon floodplain. *Neotropical Ichthyology*, v.2, p.75-84.

Mora, C.J., Uruena, F.R., Landines, M.A., Sanabria, A.I. 2007. Cíclidos. Producción de peces ornamentales en Colombia. Produmedios. p. 63-88.

Negrini, C., Nascimento Ferreira, C.H.D., Kracizy, R.O., Ferreira, R.L., Costa, L., Mauerwerk, M. T., Cupertino Ballester, E.L. 2024. Partial replacement of fish meal with protein hydrolysates in the diet of *penaeus vannamei* (Boone, 1934) during the nursery phase. *Fishes*, v.9, n.2, p.75.

Nelson, J.S., Grande, T.C., Wilson, M.V.H. 2016. Fishes of the world. 5. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.

Ogava, L.E., Godoy, A.C., Fantini-Hoag, L., Fernandes, V.L., Negrini, C., Pisol, C. D., Boscolo, W.R. 2024. Physical and Chemical Characterization of Chicken Viscera

Hydrolysate: Nutritional Information for Nile Tilapia Diets. Waste and Biomass Valorization, v.15, n.2, p.599-614.

Oliveira Xavier, D.T., Sgnaulin, T., Boscolo, W.R., Bittencourt, F., Feiden, A., Lima da Silva, F. N., Signor, A. 2024. Feather Protein Hydrolysate in Diets for Nile Tilapia Fingerlings Fed in the Early Stages of Rearing. Available at SSRN 4987967.

Oliveira, L.C.C., da Silveira, B.G., de Sousa Nascimento, E.T., Eiras, B.J.C.F., De Moura, L.B., Salaro, A.L., Campelo, D.A.V. 2022. Salinized water as a strategy for increase stocking density in *Heros severus* larviculture, an Amazonian ornamental fish. *Boletim do Instituto de Pesca*, 48.

Oliveira, L.C.C., Costa, L.G.B., Eiras, B.J.C.F., Brabo, M.F., Veras, G.C., De Moura, L.B., Salaro, A.L., & Campelo, D.A.V. 2020. Feeding strategy induces compensatory growth in *Heros severus* fingerlings, an Amazonian ornamental fish. *Aquaculture Reports*. v.18, n.1, p.1-6.

Oliveira, M.S.R., De Lima Franzen, F., Terra, N.N. 2015. Utilização de enzimas proteolíticas para produção de hidrolisados proteicos a partir de carcaças de frango desossadas manualmente. Brazilian *Journal of Food Technology*. v.18, n.3, p.199-210.

Palupi, E.T., Setiawati, M., Lumlertdacha, S., Suprayudi, M.A. 2020. Growth performance, digestibility, and blood biochemical parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in floating cages and fed poultry by-product meal. *Journal of Applied Aquaculture* 32.1: 16-33.

Paula, G.H., Fogaça, M.A., Moura, W.A., Oliveira, R.G., Quadros, L.E., Klein, S., Signor, A.A. 2024. Tilápia do Nilo juvenil alimentada com diferentes níveis de hidrolisado proteico de fígado de aves. *Research, Society and Development*. v.13, n.4.

Pasupuleti, V.K., Braun, S. 2010. State of the art manufacturing of protein hydrolysates. Protein Hydrolysates in Biotechnology, p.11–32.

Rashid, N.N.A.A.A., Abdul Kari, Z., Kallem, P., Sukri, S.A.M., Al-Amsyar, S.M., Hamid, N.K. A., Guru, A. 2025. The potential of hydrolyzed chicken feather meal as a partial replacement for fish meal and its effects on the growth and health status of African catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings. *Aquaculture International*, v.33, n.3, p.1-33.

Ribeiro, F.A.S., Marco, T.L. & Fernandes, C.J.B.K. 2010a. Panorama do mercado de organismos aquáticos ornamentais. *Sociedade Brasileira de Limnologia*. v.38, p.2-10.

Rocha, J.D.M., Rossetto, J.F., Silva, T.C., Feiden, A., Bittencourt, F., Boscolo, W.R. & Signor, A. 2021. Poultry protein hydrolysates in diets for tilapia fingerlings. *Research, Society and Development*. v.10, n.14, e154101421796.

Rocha, J.D. 2018. Proteína hidrolisada de frango para tilápia do Nilo: digestibilidade e desempenho produtivo.

Roslan, J., Yunos. K.F.M., Abdullah. N., Kamal, S.M.M. 2014. Characterization of fish protein hydrolysate from tilapia (*Oreochromis niloticus*) by product. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, v.2, p.312-319.

Roubach, R., Gomes, L.C., Fonseca, F.A.L. & Val, A.L. 2005. Eugenol as an efficacious anaesthetic for tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquaculture Research* 36(11): 1056-1061.

Santos, A.J.F. 2020. Proteína hidrolisada de aves e suínos em dietas para alevinos (tilápia do Nilo): desempenho produtivo e sobrevivência. Dissertação mestrado Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Santos, E.T., Moraes, N., Ludke, J.V., Franke, M. 2009. Proteínas da soja processadas de diferentes modos em dietas para desmame de leitões. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30.

Silva, C.H. 2018. Biologia reprodutiva do peixe ornamental acará-boari *Mesonauta insignis* (Heckel, 1840), na região Central de Roraima. Dissertação da Pós-Graduação em Recursos naturais da Universidade Federal de Roraima.

Silva, T.C.D., 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, n.7, p. 485-492.

Silva, T.C. 2014 Hidrolisado proteico de resíduo de pescado na alimentação da tilápia do Nilo: Digestibilidade e desempenho zootécnico. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) – Programa de Pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca - PREP, Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Soares, M., Rezende, P.C., Correa, N.M., Rocha, J.S., Martins, M.A., Andrade, T.C., Fracalossi, D.M. & Vieira, F.N. 2020. Protein hydrolysates from poultry by-product and swine liver as an alternative dietary protein source for the Pacific white shrimp. *Aquaculture Reports*, v.17, n.1, p.1-9.

Song, Z., Li, H., Wang, J., Li, P., Sun, Y., Zhang, L. 2014. Effects of fishmeal replacement with soy protein hydrolysates on growth performance, blood biochemistry, gastrointestinal digestion and muscle composition of juvenile starry flounder (Platichthys stellatus). *Aquaculture*, p.96-104.

Sousa, J.A., Bazilio, D.B., Costa, R.A., Brabo, M.F., Campelo, D.A., Nunes, Z.M. & Veras, G.C. 2021. Protein requirement in the diet of *Heros severus* (Heckel, 1840): An Amazonian ornamental fish. *Journal of the World Aquaculture Society*. v.52, n.2, 482-495.

Stockhausen, L., Vilvert, M.P., Silva, M., Dartora, A., Krainz, R., Ferreira, G.B., Silva, L.R., Jatobá, A. 2022. Dieta prática com substituição total da farinha de peixe por farelo de soja para tilápia-do-nilo: desempenho de crescimento e efeitos na saúde." *Ciência Animal Brasileira*. V.23, e71567.

Tkaczewska, J., Borawska-Dziadkiewicz, J., Kulawik, P., Duda, I., Mickowska, B.2020. Os efeitos da condição de hidrólise na atividade antioxidante do hidrolisado de proteína da gelatina da pele de *Cyprinus carpio*, *Food Science and Technology*., v.117, p.1–9.

Tlusty, M.F., Rhyne, A.L., Kaufman, L., Hutchins, M., Reid, G.M., Andrews, C., Boyle, P., Hemdal, J., Mcgilvray, F., Dowd, S. 2013. Opportunities for Public Aquariums dato Increase the Sustainability of the Aquatic Animal Trade. *Journal of Zoo Biology*, v.32, p.1–12.

Tribuzy-Neto, I.A; Beltrão, H; Benzáqueis, Z.S; Yamamoto, K.C. 2020. Análise das exportações de peixes ornamentais do estado da Amazônia, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca. v.46, n.4.

Valenti, W.C., Barros, H.P., Valenti, P.M., Bueno, G.W., Cavalli, R.O. 2021. Aquaculture in Brazil: past, present and future." *Aquaculture Reports*. 19: 100611.

Wosniak, B., Melim, E.W.H., Ha, N., Uczay, J., Pilatti, C., Pessatti, M.L., Fabregat, T.E.H.P. 2016. Effect of diets containing different types of sardine waste (*Sardinella sp.)* protein hydrolysate on the performance and intestinal morphometry of silver catfish juveniles (*Rhamdia quelen*). Latin american *journal of aquatic research*, v.44, n.5, p.957-966.

Wu, P., Mo, Y., Peng, M., Tang, T., Zhong, Y., Deng, X., Xiong, W. 2020. Emerging role of tumor-related functional peptides encoded by lncRNA and circRNA. Molecular cancer, v.19, p.1-14.

Xavier, D.T.O., de Souza, H.B., de Souza Medina, L., Rossetto, J.F., da Silva, F.N.L., Boscolo, W.R., Signor, A. 2024. Feather protein hydrolysate in diets for nile tilapia larvae. *Observatório de la economía latinoamericana*, v.22, n.10, e7319-e7319.

Zambonino Infante, J.L., Cahu, C.L., Peres, A.1997. Partial substitution of di-and tripeptides for native proteins in sea bass diet improves Dicentrarchus labrax larval development. The *Journal of nutrition*, v.127, n.4, p.608-614.

Zou, Y., Shahidi, F., Shi, H., Wang, J., Huang, Y., Xu, W., & Wang, D. 2021. Values-added utilization of protein and hydrolysates from animal processing by-product livers: A review. Trends in Food Science & Technology, 110, 432-442

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