



CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AQUICULTURA

JORGE RENATO TAGLIAFERRO DOS SANTOS JUNIOR

FARINHA DE TENÉBRIO NA ALIMENTAÇÃO DE ZEBRAFISH (*Danio rerio*)

URUGUAIANA

2018

JORGE RENATO TAGLIAFERRO DOS SANTOS JUNIOR

FARINHA DE TENÉBRIO NA ALIMENTAÇÃO DE ZEBRAFISH (*Danio rerio*)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Aquicultura.

Orientador: Fabio de Araújo Pedron

Co-orientador: Carlos Frederico Ceccon Lanes

**URUGUAIANA
2018**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

S237f Santos Junior, Jorge Renato Tagliaferro
FARINHA DE TENÉBRIO NA ALIMENTAÇÃO DE ZEBRAFISH
(DANIO RERIO) / Jorge Renato Tagliaferro Santos
Junior.
39 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)--
Universidade Federal do Pampa, AQUICULTURA, 2018.
"Orientação: Fabio Pedron".

1. nutrição. 2. peixes. 3. ingredientes
alternativos. 4. fontes proteicas. I. Título.

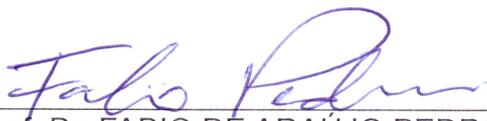
JORGE RENATO TAGLIAFERRO DOS SANTOS JUNIOR

FARINHA DE TENÉBRIO NA ALIMENTAÇÃO DE ZEBRAFISH (*Danio rerio*)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Aquicultura.

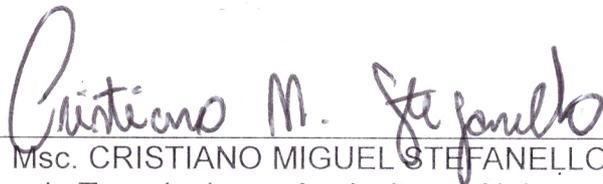
Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 18 de dezembro de 2018.

Banca examinadora:

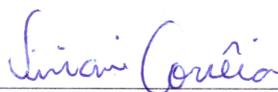


Prof. Dr. FABIO DE ARAÚJO PEDRON
Orientador

Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura - Unipampa



Zootecnista. Msc. CRISTIANO MIGUEL STEFANELLO
Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura - Unipampa



Prof.^a Dr.^a VIVIANI CORRÊIA

Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura – Unipampa

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais, Vânia Iara e Jorge Renato, e todos aqueles que se fizeram presente durante minha trajetória acadêmica e que de alguma forma colaboraram para a formação de tecnólogo em Aquicultura.

RESUMO

A piscicultura de corte é o ramo do agronegócio que mais cresce no mundo, porém, os custos com a alimentação dos animais em cultivo são estimados entre 50 a 70% do custo total da produção, neste sentido a busca por ingredientes nutritivos e viáveis a fim de reduzir o custo da ração sem prejudicar o crescimento dos animais tem sido alvo de inúmeras pesquisas. Algumas espécies de insetos vêm sendo testadas e mostraram potencial para utilização em formulações de rações para diversas espécies de peixes. Sendo assim o objetivo do presente trabalho foi avaliar a inclusão de diferentes níveis de proteína de farinha de larvas de *Tenébrio molitor* em substituição da farinha de peixe no desempenho do zebrafish (*Danio rerio*). A proteína da farinha de peixe foi substituída pela proteína da farinha de tenébrio nos níveis de 25% e 50% na ração, tendo como base uma ração controle com 0% de substituição. Foram utilizadas 120 juvenis de zebrafish, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições. Os animais foram alimentados três vezes ao dia às 09:00, 13:00 e 17:00 horas. A cada quinze dias, durante o período experimental foram realizadas biometrias para o acompanhamento do desenvolvimento zootécnico. Todos os tratamentos apresentaram sobrevivência de 100%. O tratamento com 50% de substituição teve melhores resultados para peso, ganho de peso e taxa de crescimento específico (TCE) comparado com o controle. Conclui-se que a substituição da proteína de farinha de peixe pela proteína da farinha de tenébrio em 50% melhora o desempenho zootécnico do zebrafish e pode ser utilizada como fonte proteica.

Palavras-chave: nutrição. peixes. ingredientes alternativos. fontes proteicas.

ABSTRACT

Fish farming is the fastest growing agribusiness sector in the world. However, the costs of feeding the animals are estimated to be between 50 and 70% of the total cost of production, in this sense the search for nutritious and viable ingredients in order to lowering the cost of feed without harming the growth of animals has been the subject of numerous researches. Some species of insects have been tested and showed potential for use in formulations of diets for various species of fish. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the inclusion of different protein levels of *Tenébrio molitor* larvae meal in replacement of fish meal in the performance of zebrafish (*Danio rerio*). The fishmeal protein was replaced by the protein of the flour of tenébrio in the levels of 25% and 50% in the ration, based on a control ration with 0% of substitution. A total of 120 zebrafish juveniles were used, distributed in a completely randomized experimental design with three treatments and four replications. The animals were fed three times a day at 09:00, 13:00 and 17:00 hours. Every biweekly, biometrics were used during the experimental period to monitor zootechnical development. All treatments presented survival of 100%. The treatment with 50% substitution had better results for weight, weight gain and specific growth rate (TBI) compared to control. It is concluded that the substitution of fishmeal protein by 50% of the protein of the flour of tébrio improves the zootechnical performance of zebrafish and can be used as protein source.

Keywords: nutrition. fish. alternative ingredients. source of protein.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – FASES DE DESENVOLVIMENTO DO TENÉBRIO MOLITOR.....	9
FIGURA 2 – FASE LARVAL.....	9
FIGURA 3 – PROCESSO PARA OBTENÇÃO DA FARINHA DE LARVAS DE TENÉBRIO.....	15
FIGURA 4 – PREPARO DAS RAÇÕES.....	18
FIGURA 5 – REPRODUÇÃO.....	19
FIGURA 6 – PRIMEIRA BIOMETRIA PARA SELEÇÃO DOS ANIMAIS DE 0,005MG A 0,010MG. ...	20
FIGURA 7 – UNIDADES EXPERIMENTAIS.....	20
FIGURA 8 – BIOMETRIA.....	21
FIGURA 9 – LIMPEZA DO CIRCUITO.....	22
FIGURA 10 – COMPRIMENTO DOS PEIXES AO LONGO DOS DIAS EXPERIMENTAIS.....	25
FIGURA 11 – PESO DOS PEIXES AO LONGO DOS DIAS EXPERIMENTAIS.	25
FIGURA 12 – TAXA DE CRESCIMENTO ESPECÍFICO (TCE) NOS PERÍODOS EXPERIMENTAIS. .	26

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ANÁLISE BROMATOLÓGICA DOS INGREDIENTES.	16
TABELA 2 – RAÇÕES EXPERIMENTAIS ¹ (%) E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS RAÇÕES.....	17
TABELA 3 – VALORES MÉDIOS DAS ANÁLISES DE ÁGUA.	24
TABELA 4 – RESULTADOS ¹ DE CRESCIMENTO DE ZEBRAFISH ALIMENTADOS COM INCLUSÃO DE TENÉBRIO NA RAÇÃO DURANTE 60 DIAS.....	27

Sumário

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Aquicultura.....	7
1.2 Zebrafish (Danio rerio)	8
1.3 Tenébrio molitor	9
1.4 Nutrição	10
1.5 Fontes proteicas	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Local e período do experimento.....	14
3.2 Preparo das rações.....	14
3.3 Reprodução e obtenção das larvas de Zebrafish (Danio rerio)	18
3.4 Desenho experimental.....	19
3.5 Manejo experimental	21
3.6 Análise dos parâmetros físico – químicos da água.....	22
3.7 Análise estatística	23
5 RESULTADOS.....	24
6 DISCUSSÃO	27
7 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

1.1 Aquicultura

A aquicultura visa o cultivo de organismos aquáticos e semiaquáticos, tais como: peixes, moluscos, crustáceos, anfíbios e animais silvestres (que tenham alguma fase da vida em ambiente aquático), sendo de água doce ou salgada (SCHULTER; FILHO, 2017).

Essa atividade fragmenta-se em diversas modalidades, em que as principais são a piscicultura, carcinicultura, ranicultura e a malacocultura. A piscicultura, como o braço principal da aquicultura, divide-se em duas categorias: cultivo para fins ornamentais e o cultivo de organismos voltado para o consumo humano (CARDOSO, 2011).

O Brasil tem se destacado como um dos maiores exportadores de peixes ornamentais, não em quantidade e valor, mas em função da grande diversidade de espécies existentes no país, existe cerca de 3.000 espécies de peixes tropicais de água doce que, de alguma forma, possuem um caráter ornamental onde muitas das espécies exportadas são capturadas diretamente na natureza (CARDOSO, 2011).

Já a piscicultura de corte desempenha um importante papel em relação a crescente demanda por alimentos, proporcional ao crescimento da população humana, pois é o ramo do agronegócio que mais cresce no mundo (SIDONIO et al., 2015).

Dentro desse contexto, o Brasil vem mostrando um grande potencial de produção, chegando a alcançar 544.489,90 toneladas em 2011, crescendo 10% no cultivo em 2016, um dos principais estados onde a atividade se destaca é o Paraná, sua produção abastece a si mesmo e os estados vizinhos como Santa Catarina, São Paulo e Rio de Janeiro (SEBRAE, 2015).

Ainda assim, a piscicultura possui um grande entrave quando se fala na alimentação dos animais, pois esta é a área que mais encarece a atividade. Os custos com alimentação dos animais são estimados entre 50 a 70% do custo total da produção (TAKASHI, 2005).

Por isso estudos nessa área nutricional tem sido alvo de inúmeras pesquisas, buscando por ingredientes nutritivos e viáveis a fim de baratear o custo da ração sem prejudicar o crescimento dos animais (NUNES, 2014).

1.2 Zebrafish (*Danio rerio*)

O zebrafish (*Danio rerio*), também conhecido popularmente como paulistinha, está dentro da família dos ciprinídeos situado na ordem cypriniformes, que inclui cerca de 220 gêneros e 2420 espécies, considerada a mais ampla família de peixes de água doce do mundo. A distribuição geográfica desta família é ampla, o zebrafish, por exemplo, se distribui no continente asiático: Paquistão, Índia, Bangladesh, Nepal e Myanmar, também podem ser encontrados em outros lugares devido à introdução inadequada da espécie (BAUMGARTNER et al., 2012). Esses locais têm como características de habitat: densa vegetação, baixo fluxo, água normalmente cristalina e pouco turva. Os padrões químicos e físicos de conforto dessa espécie são definidos em: condutividade de 300 a 1500 μ s, alcalinidade de 50 a 150mg/L, dureza de 75 a 100mg/L, pH de 7 a 8, amônia 0,02mg/L, nitrato 1000mg/L, temperatura de 24°C a 28°C e oxigênio dissolvido no mínimo 4mg/L (DAMMSKI et al., 2011; FISH BASE).

Esse peixe tem um hábito alimentar onívoro alimentando-se de pequenos crustáceos, larvas de insetos e pequenos vermes em seu ambiente natural. Em cativeiro aceitam prontamente alimentos secos. O zebrafish possui algumas características que o torna desejável para o cultivo, como uma alta taxa reprodutiva, fácil manutenção e baixo custo para a criação (SILVEIRA et al., 2012).

Com todas essas características, este pequeno representante da família *Cyprinidae* tornou-se uma alternativa ao uso de murinos e camundongos para biotério, sendo um excelente modelo experimental para estudos comportamentais, genéticos, toxicológicos, bem como para testar novos agentes terapêuticos e aprofundar os conhecimentos das causas de doenças humanas (BALBITO et al, 2014; ELISEU, 2015; PILAR, 2014).

Para a piscicultura o zebrafish se encaixa perfeitamente como modelo experimental, por ser um peixe modelo tendo seu genoma inteiramente sequenciado facilitando o uso de novas tecnologias como plataforma de genotipagem, sequenciamento de RNA e resposta do organismo a nutrientes, gerando resultados que podem ser estipulados para outras espécies de larga produção, porém no Brasil ainda não existem laboratórios realizando um trabalho realmente competitivo nessa área (SCHNEIDER, 2009; PILAR, 2014).

1.3 Tenébrio molitor

O *Tenébrio molitor* pertence ao reino: *Animalia*, filo dos Artrópodes, classe: *Insecta*, superfamília: *Tenebrionoidea*, gênero: *Tenébrio*, espécie: *Tenébrio molitor* (SCHICKLER, 2008) (LINNAEUS, 1758)

Lima (1952) ressalta que o ciclo de vida do *Tenébrio*, assim como todos os besouros, passa por uma metamorfose completa, passando pelos estágios de ovo, larva, pupa (ou crisálida) e besouro (Figura 1).

Figura 1 – Fases de desenvolvimento do *Tenébrio molitor*.



Fonte: Arquivo pessoal: A figura mostra as fases de desenvolvimento do tenébrio (A - larva), (B, C, D, E - início e fim da fase de pulpas) e (F, G – início e final da fase de besouro).

Logo após a eclosão as larvas possuem de 2-3mm de comprimento (SCHICKLER, 2008). São de difícil visualização a olho nu, tornando-se visíveis apenas pelo movimento que realizam no substrato no centro da desova (BARBOSA, 2016). Soto (2003) afirma que quando adultas podem ter aproximadamente entre 2 a 3 cm de comprimento e 2 mm de espessura (Figura 2), também podem pesar até 0,3g.

Figura 2 – Fase larval.



Fonte: ExóticoPet, 2016/ Internet

Possuem inicialmente cor amarelo claro, mas à medida que se desenvolvem tornam-se marrons acinzentadas (SOTO, 2003). Essa fase larval é a mais indicada para uso como alimento, por apresentar menor conteúdo de quitina (casca), que é indigestível. Permanecem nessa fase por cerca de 90 dias (SCHICKLER, 2008; SOTO, 2003).

Uma das características do *Tenébrio molitor* é a capacidade de suportar baixas temperaturas sendo capaz de sobreviver em temperaturas abaixo de 5°C atrasando seu desenvolvimento. Essa é uma técnica muito útil para criadores que querem impedir que as larvas se desenvolvam ou atrasar a transformação de larvas em pupas (SCHICKLER, 2008).

No Brasil é popular entre os criadores de pequenos mamíferos, aves, peixes, répteis, anfíbios e até mesmo plantas carnívoras, sendo comercializados em pet shops e agropecuárias em todo o território nacional, não se tratando de uma espécie ameaçada e nem praga agrícola (SOTO, 2003; SCHICKLER, 2008).

O valor nutritivo do inseto muda em relação ao estágio de vida sendo indispensável saber-se a composição nutricional de cada fase do inseto que melhor se adequa as exigências da espécie trabalhada. Porém, comumente são utilizadas as larvas na formulação da farinha de tenébrio (FLT) (SCHICKLER, 2008).

1.4 Nutrição

A produtividade animal depende, de maneira decisiva, do aproveitamento dos nutrientes ingeridos através da alimentação, bem como da sanidade, manejo e potencial genético dos animais. Obrigatoriamente devemos saber os princípios básicos que regem os mecanismos de interação entre os alimentos e os animais, as fontes de alimentos disponíveis e suas combinações para o fornecimento dos nutrientes aos animais (ALBERTINI et al., 2015).

Os nutrientes de cada alimento auxiliam na manutenção da vida e produção, os mesmos são compostos químicos ou grupos de compostos que, quando ingeridos podem ser aproveitados no organismo animal, preenchendo alguma fração nutricional, isto é, são utilizados na síntese de algum composto do organismo animal ou queimados para a produção de energia (SALES, 2003).

A necessidade nutricional é caracterizada pela quantidade de certos nutrientes que um animal deve ingerir para alcançar determinados níveis de produção desejáveis. Cada espécie e fase de vida dos peixes tem uma exigência nutricional diferente, por exemplo, larvas, juvenis e adultos necessitam de diferentes níveis de proteína e energia em sua alimentação por estarem em diferentes momentos na sua curva de crescimento (SASSI, 2016). A partir do reconhecimento das necessidades nutricionais exigidas pelos animais é possível determinar uma estratégia nutricional a ser adotada para que se tenha uma boa produção (BICUDO; ABIMORAD, 2012).

Outro fator que interfere na nutrição e na exigência nutricional em peixes são suas características biológicas, como por exemplo, seu sistema fisiológico e hábito alimentar. Os peixes são animais peclotérmicos, seu metabolismo é controlado pela temperatura do meio em que vive, quanto menor for a temperatura, mais lento é seu metabolismo e menor são suas atividades como o consumo e busca por alimento (WATTS et al., 2016).

1.5 Fontes proteicas

Até poucas décadas atrás, a prática mais comum de aquicultura era a criação extensiva, sem a adição de alimento suplementar, em que apenas a produção natural sustentava a baixa densidade de peixes, resultando também em uma baixa produção, porém, recentemente as técnicas modernas estimularam a progressiva transformação das criações extensivas em semi-intensivas ou intensivas, uma evolução essencial para garantir a viabilização econômica das criações (LIMA et al., 2016).

Mundialmente, a farinha de peixe é a fonte proteica de origem animal mais utilizada para a produção de ração destinada aos animais. Para peixes, é considerada uma fonte nutricional ideal para suprir as necessidades proteicas e lipídicas, porém é um ingrediente relativamente caro e de fornecimento limitado, com isso foi necessário iniciar a procura de outras fontes proteicas para a composição da alimentação desses animais (TEIXEIRA et al., 2006; FERNANDEZ et al., 2001).

Muitos estudos vêm sendo realizados com diversas fontes proteicas que possam substituir a proteína da farinha de peixe, como farelo de soja, farelo de

milho, sementes e folhas de leguminosas, farinha de sangue, glúten de milho, farinha de girassol, coco, e insetos; na maioria dos casos, os resultados têm sido satisfatórios, porém, em geral, a disponibilidade desses ingredientes em nosso mercado é muito reduzida, ou apresentam preço muito elevado (GOLDIOLI et al., 2000; LAZZARI et al., 2006).

Nos últimos anos a inclusão de farinha de inseto na ração dos animais tem crescido, os insetos são animais que se desenvolvem e se reproduzem facilmente, seus requerimentos para produção são de baixo custo e espaço, aproveitando-se de restos orgânicos e inorgânicos para sua alimentação. Com a produção em larga escala e a inclusão de insetos na ração será possível baratear os custos da produção na criação de peixes (TUBIN, 2017).

Insetos como larva de tenébrio (*Tenébrio molitor*), barata cinérea (*Nauphoeta cinérea*), larva de mosca soldado (*Hermetia illucens*), larva de mosca doméstica (*Musca domestica*) vem sendo testados como uma fonte alternativa de proteína para peixes (VIELLA, 2018).

Neste contexto, Piccolo et al. (2017) utilizaram farinha de larva de tenébrio em substituição a farinha de peixe para juvenis de dourada (*Sparus aurata*) e verificaram que a substituição até 50% não altera o crescimento dessa espécie, contudo, já apresenta diminuição na digestibilidade aparente dos nutrientes com nível citado acima. Porém, com outra espécie, o Robalo (*Dicentrarchus labrax*) Gasco et al. (2016) relatam que a substituição de até 25% da farinha de peixe pela farinha de larvas de tenébrio não apresenta melhora nos parâmetros zootécnicos, no entanto, os resultados são inferiores quando a substituição foi de 50%, causando diminuição no crescimento.

Ao substituir a proteína da dieta pela proteína de tenébrio em 10%, 20% e 30%, Lira (2015) não encontrou diferença significativa no desempenho de juvenis de Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Já com a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) Gasco et al. (2014) afirmam que a substituição entre a farinha de peixe por farinha de larva de tenébrio em até 50% não afeta o crescimento.

Com esses relatos, pressupõe-se que para cada espécie o uso de insetos como fonte proteica apresenta resposta diferente no crescimento, e assim o uso das farinhas de inseto devem ser exploradas, visto as vantagens na produção deste tipo de fonte.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a substituição de diferentes níveis da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de larvas de tenébrio no desenvolvimento zootécnico de zebrafish da fase juvenil até a fase adulto.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar o comprimento total, peso final, ganho em peso diário e taxa de crescimento específico de juvenis de zebrafish com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de tenébrio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período do experimento

O experimento foi executado no Laboratório experimental de piscicultura do curso super de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal do Pampa campus Uruguaiana com duração de 60 dias iniciando-se no dia 25/07/2018 até 22/09/2018.

3.2 Preparo das rações

As larvas vivas de tenébrio foram criadas no Laboratório de Biodiversidade da Universidade Federal do Pampa. As mesmas foram alimentadas com uma mistura de farelo de milho e farelo soja durante dois meses. Para a hidratação das larvas, pedaços de maçã foram usados como fonte de umidade. Quando estas atingiram uma média de 2,3cm, elas foram peneiradas, para serem retiradas do substrato, e desidratadas em estufa a 55° C por 48 horas. Após a desidratação as larvas foram trituradas com um liquidificador e passaram por um processo de remoção da gordura, o processo de remoção da gordura foi feito com hexano em uma proporção de 2L (litros) de reagente para 1kg (quilo) de larvas, o processo de remoção da gordura das larvas foi realizado devido a sua alta porcentagem de gordura corporal o que impossibilita a moagem na granulometria requerida de 150 micras, após 30 minutos da aplicação do reagente sobre as larvas era feito a remoção do excesso de hexano, esse processo se repetiu por três vezes, na última vez o excesso foi removido resultando em um material de textura pastosa que foi mantido em descanso dentro de uma bandeja de plástico por 24horas até total evaporação do hexano. Posteriormente, o material foi moído novamente e peneirado na granulometria desejada (150 micras) para a obtenção da farinha de larvas de tenébrio (Figura 3). Os outros ingredientes utilizados para a formulação da ração como: farinha de peixe, concentrado proteico de soja, farelo de soja, farelo de arroz desengordurado também passaram pelo processo de moagem e foram peneirados na granulometria de 150 micras. Esta granulometria foi definida em relação ao tamanho dos animais.

Todos os ingredientes utilizados passaram por análise bromatológica a fim de saber corretamente seus níveis nutricionais (Tabela 1), para a melhor formulação das rações de acordo com as exigências nutricionais da espécie.

Figura 3 – Processo para obtenção da farinha de larvas de tenébrio



Fonte: Arquivo pessoal: Larvas vivas de tenébrio (A), larvas desidratadas (B), processo de desengorduração (C,D), moagem (E) e produto final (farinha de tenébrio) (F).

Tabela 1 – Análise bromatológica dos ingredientes.

Ingredientes (granulometria 150 µm)	PB (%)	EE (%)	MM-CZ (%)	FDN (%)	MS (%)
Farinha de peixe	52,69	3,73	33,99	60,50	94,31
Farinha de larvas de Tenébrio	40,44	33,84	2,85	37,63	94,25
Farinha de larvas de Tenébrio Desengordurado	60,63	1,42	4,28	37,06	87,17
Farelo de Arroz Desengordurado	16,74	8,60	11,28	52,79	93,55
Farelo de Soja	47,39	1,55	5,95	48,27	94,20
Concentrado Proteico de Soja	61,62	0,02	5,65	68,60	92,95

PB (proteína bruta), EE (extrato etéreo, gordura), MM-ZA (matéria mineral), FDN (fibra em detergente neutro), MS (matéria seca).

Após a etapa da análise bromatológica, foi realizada a formulação da ração de cada tratamento a fim de saber a quantia ideal de cada ingrediente a ser utilizado (Tabela 2).

A proteína da farinha de tenébrio foi sempre substituída em relação a proteína da farinha de peixe, pois o foco era testar primariamente esses dois ingredientes.

Tabela 2 – Rações experimentais¹ (%) e composição centesimal das rações.

Ingredientes	T0%	T25%	T50%
Farinha de Peixe	50,00	37,50	25,00
Farinha de tenébrio desengordurado	0,00	11,46	23,00
Concentrado protéico de soja	26,38	25,43	24,67
Farelo de soja	12,62	13,00	13,00
Óleo de canola	4,00	4,00	4,00
Farelo de arroz desengordurado	3,00	4,61	6,33
Premix	3,00	3,00	3,00
Sal	1,00	1,00	1,00
Total	100,00	100,00	100,00
Composição calculada (%)			
Proteína bruta	50,00	50,00	50,00
Energia Bruta (Kcal/kg)	4245,73	4139,29	4032,56
Gordura	5,93	5,86	5,80
Cinzas	19,47	16,33	12,92
Fibra bruta	2,02	2,11	2,20

¹T0: Tratamento com 0% de substituição de farinha de peixe por farinha de tenébrio desengordurada; T25: Tratamento com 25% de substituição de farinha de peixe por farinha de tenébrio desengordurada; T50: Tratamento com 50% de substituição de farinha de peixe por farinha de tenébrio desengordurada.

O preparo das rações foi realizado manualmente com a mistura de todos os ingredientes umedecidos com água em um recipiente até a completa homogeneização da massa. Após este procedimento a massa foi processada para a formação dos pellets e seca em estufa por 24 horas a 50°C. Para a finalização, as rações já peletizadas foram trituradas e peneiradas a uma granulometria de 150 micras (Figura 4). Gerando os tratamentos experimentais que consistiam em: T0%, T25% e T50% de substituição da proteína da farinha de peixe por proteína da farinha de larvas de tenébrio (Tabela 2).

Figura 4 – Preparo das rações.



Fonte: Arquivo pessoal: Pesagem dos ingredientes (A) mistura (B), peletização (C), secagem (D), processo de peneiragem (E) e ração final (F).

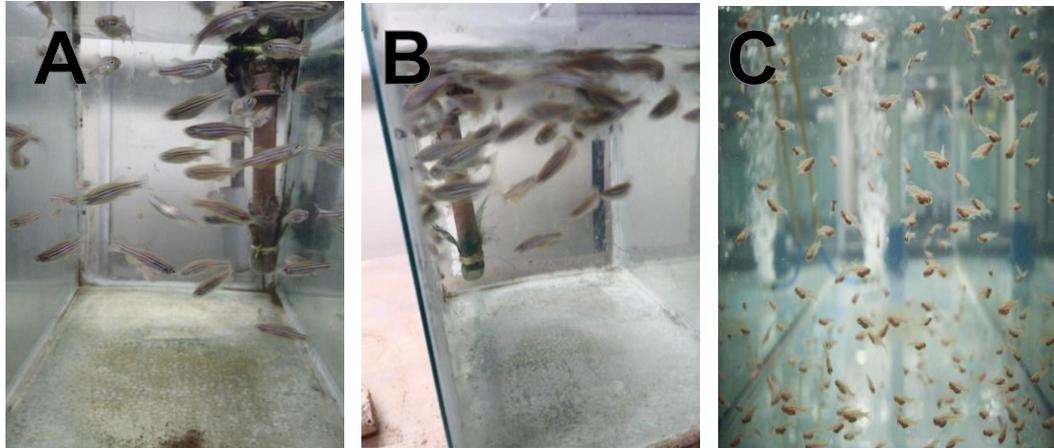
3.3 Reprodução e obtenção das larvas de Zebrafish (*Danio rerio*)

No experimento foram utilizados 120 juvenis de zebrafish, provenientes da reprodução de 50 casais obtidos comercialmente. As larvas oriundas da reprodução foram mantidas, durante um mês, em um aquário de 35 litros, sendo alimentadas a partir do terceiro dia de vida com plâncton e 100ml de bioflocos intercalados três vezes ao dia. No quinto dia iniciou-se a oferta de *Artêmia salina* em substituição ao plâncton até o 25º dia de vida. Após este período foi iniciada a oferta de ração floculada moída para o treinamento alimentar das larvas antes destas serem transferidas para o sistema experimental.

Este tempo de permanência das larvas no laboratório o aquário em que as mesmas foram mantidas foi sifonado uma vez ao dia às 18:00 horas para remoção de fezes e sobras de alimento, renovando-se 10% de água. Os parâmetros físicos e químicos como amônia e nitrito foram analisados por kit colorimétrico diariamente

assim como oxigênio dissolvido controlado por um oxímetro e a temperatura mantida a 28°C por termostato (Figura 5).

Figura 5 – Reprodução



Fonte: Arquivo pessoal: Reprodutores (A, B) e larvas de Zebrafish (C).

3.4 Desenho experimental

Passados os 30 dias de permanência das larvas no laboratório as mesmas já podem ser consideradas juvenis. Os juvenis de zebrafish foram submetidos à primeira biometria para a seleção dos espécimes dentro da faixa de peso de 0,005mg a 0,010mg.

Os animais selecionados foram separados individualmente em copos plásticos e posteriormente distribuídos no sistema experimental em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), o sistema experimental era composto por três tratamentos sendo que cada tratamento tinha quatro repetições (Figura 6).

A densidade em cada unidade experimental foi de 10 juvenis de zebrafish, esta densidade esta de acordo com a literatura para não causar estresse aos animais.

Figura 6 – Primeira biometria para seleção dos animais de 0,005mg a 0,010mg.



Fonte: Arquivo pessoal.

As unidades experimentais compunham um sistema de recirculação de água com filtro biológico, a água era bombeada de uma caixa de 70 Litros para o sistema, onde se encontrava as caixas divididas em seus respectivos tratamentos: T0% tratamento controle farinha de larvas de tenébrio, T25% - substituição de 25% da proteína da farinha de peixe na ração pela proteína da farinha de larvas tenébrio e T50% - substituição de 50% da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de larvas de tenébrio da ração, em cada unidade experimental foi colocada uma densidade de 10 larvas (Figura 7).

Figura 7 – Unidades experimentais.



Fonte: Arquivo pessoal.

A temperatura do sistema foi mantida com duas estufas e dois termostatos a 28°C e o fotoperíodo regulado por um timer de luz analógico ligando as 06:00 da

manhã e desligando as 20:00 da noite mantendo 14 horas de luz e 10 horas de escuro.

3.5 Manejo experimental

O experimento foi mantido durante 60 dias, divididos em quatro períodos de 15 dias, e no final de cada período foi realizado biometrias. Durante as biometrias os animais foram anestesiados com eugenol na concentração de 100mg/L até perderem os movimentos natatórios para a pesagem e a medição do comprimento total de cada animal para acompanhar o desempenho zootécnico (Figura 8).

A ração de cada tratamento era fornecida três vezes ao dia às 09:00, 13:00 e 17:00 horas a vontade. A cada alimentação era feito a remoção da sobra superficial da alimentação anterior, pois a mesma formava uma película fina prejudicando o acesso dos animais à ração que era recém ofertada. Após o último arraçoamento diário, cada unidade experimental era sifonada para retirada de fezes e restos de ração e a água era repostada na mesma proporção (Figura 9).

Figura 8 – Biometria.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 9 – Limpeza do circuito.



Fonte: Arquivo pessoal.

3.6 Análise dos parâmetros físico – químicos da água

Os parâmetros físicos e químicos da água foram analisados semanalmente no laboratório de análises de água da Unipampa através das técnicas laboratoriais, a fim de controlar e manter os padrões de água adequados para a espécie. A condutividade elétrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) foi medida através do condutivímetro, a turbidez (NTU) analisado com o turbidímetro, o pH foi medido com um pHmetro de bancada, a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e oxigênio (mg/l) foram aferidos diariamente através do oxímetro portátil.

Para alcalinidade (mg/L de CaCO_3) e dureza (mg/L de CaCO_3) foi utilizado o método de titulação. Na titulação da alcalinidade foi utilizado ácido sulfúrico (0,05M) como titulante e como indicador o pH da amostra, transferindo 100ml da amostra de água para um becker. Após o pH da amostra ser mensurado utilizou-se H_2SO_4 0,05M até o pH chegar em 4, anotou-se o volume gasto do ácido e foi feito o cálculo conforme descrito por Boyd (1992) para obtenção do resultado.

Já para a dureza foi utilizado para a titulação ácido etilenodiamino tetraacético (EDTA) e como indicador o negro de eriocromo, adicionando 25 ml da amostra em um erlenmeyer de 250 ml, e 25 ml de água destilada logo após pipetado 1ml de solução tampão, e 1ml de solução inibidora Na_2S e 5 gotas do indicador negro de eriocromo. Imediatamente, essa solução foi titulada com EDTA, até a cor

vermelha desaparecer. O volume gasto foi anotado e os valores de dureza foram calculados conforme metodologia descrita por Adad (1982).

Os nutrientes inorgânicos dissolvidos como nitrogênio amoniacal total, nitrito e orto-fosfato foram determinados por espectrofotometria na faixa de luz visível. O nitrogênio amoniacal total (NH_3 e NH_4^+) foi determinado pelo método absorciométrico, o qual é fundamentado pela reação do salicilato de sódio catalisada pelo nitroprussiato de sódio com quantificação em 695 nm descrito por Solorzano (1969) e adaptado por Baumgarten et al. (1996).

O nitrito (N-NO_2) foi determinado baseado na reação com sulfanilamina e n(1-naftil) etilenodiamina com quantificação em 420 nm. O orto-fosfato (P-PO_4^{3-}) foi determinado pelos métodos descritos por Aminot e Chaussepied (1983) e adaptados por Baumgarten et al. (1996), sendo quantificado pelo método espectrofotométrico, fundamentado na decomposição ácida da amostra e posterior tratamento com ácido ascórbico, com quantificação em 880 nm.

3.7 Análise estatística

Os dados de crescimento foram submetidos à análise de uniformidade. Foi realizada Análise de Variância (ANOVA) e teste de comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

5 RESULTADOS

Os valores médios para as variáveis de qualidade de água (Tabela 3) analisadas durante o período experimental estão de acordo com a faixa de conforto para a espécie (DAMMSKI et al., 2011; FISH BASE). No entanto variáveis como amônia e pH apresentaram variações durante o experimento, porém estes valores não foram significativos para apresentar danos aos animais.

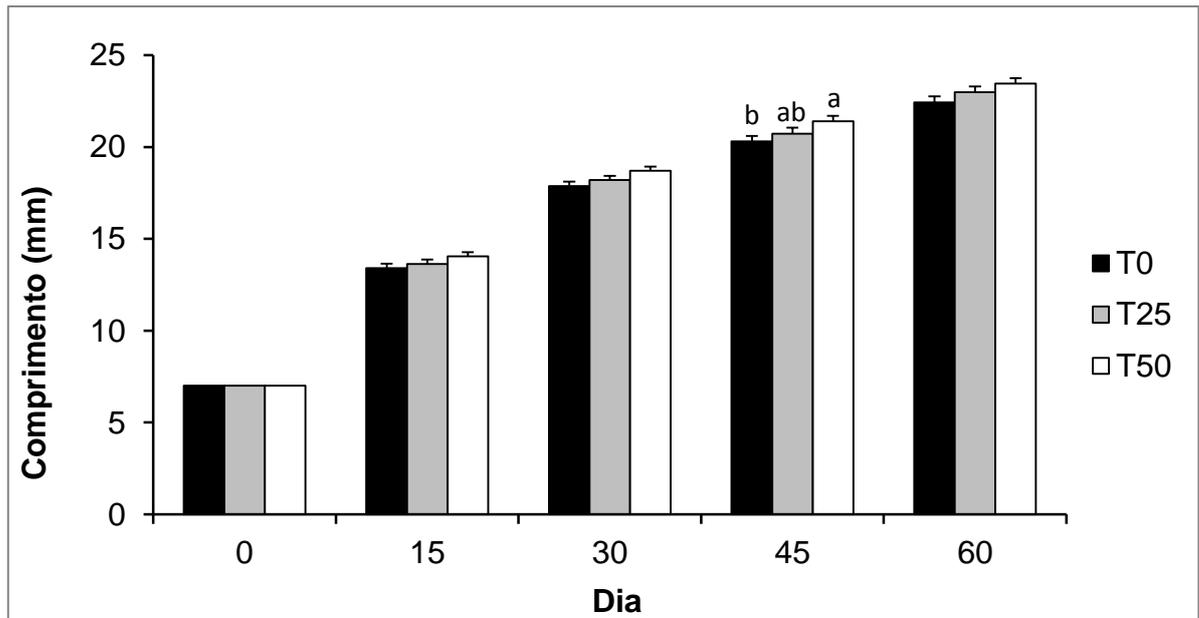
Tabela 3 – Valores médios das análises de água.

Análises	Média \pm DP	Faixa de conforto <i>Danio rerio</i>
Condutividade (us/cm)	498,03 \pm 77,44	300 a 1500 (us/cm)
Alcalinidade (mg/l)	101,38 \pm 27,93	50 a 150 (mg/l)
Dureza (mg/l)	79,55 \pm 30,43	75 a 100 (mg/l)
pH	8,43 \pm 0,28	7 a 8
Amônia (mg/l)	0,0321 \pm 0,04	0,02 (mg/l)
Nitrito (mg/l)	0,0141 \pm 0,01	1000 (mg/l)
Oxigênio (mg/l)	7,73 \pm 0,36	4(mg/l)
Temperatura (°C)	25,41 \pm 1,41	24 a 28 °C

DP (desvio padrão)

É possível observar que houve crescimento ascendente pelos animais, o que já era esperado. Contudo, não apresentaram diferenças entre os tratamentos nos dados coletados nas biometrias. Apenas aos 45 dias experimentais verifica-se comprimento significativamente superior do T50 para o T0 (Figura 10).

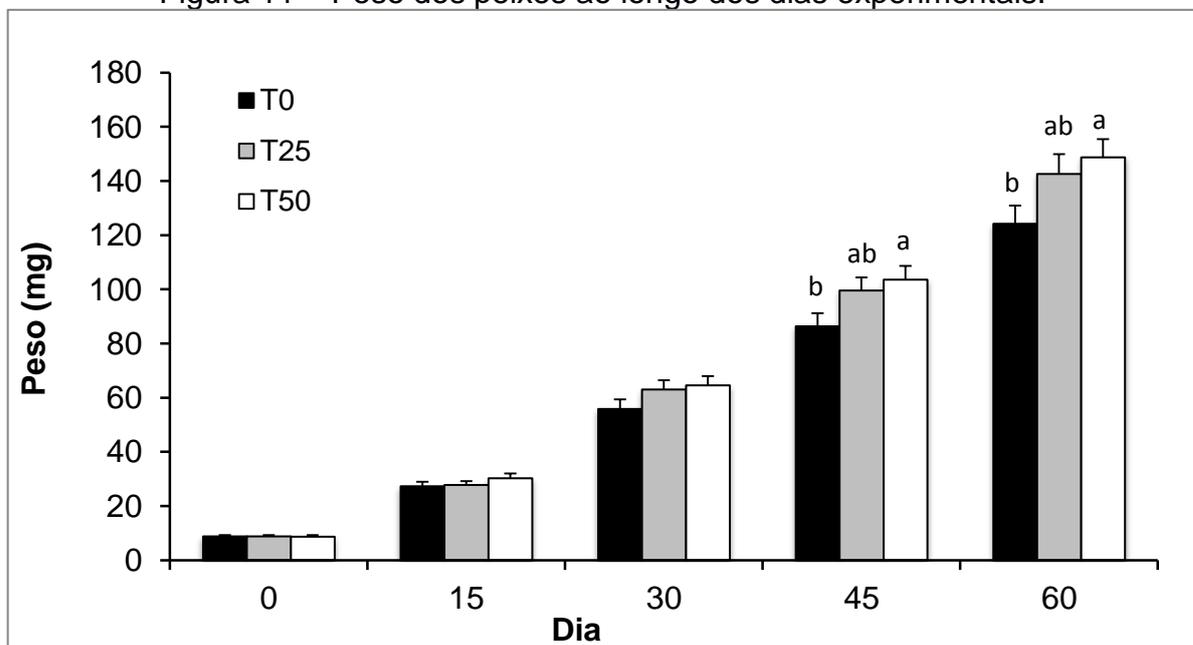
Figura 10 – Comprimento dos peixes ao longo dos dias experimentais.



Letras diferentes nas barras dentro de dia apresentam diferença estatística por teste de Tukey ($P < 0,05$).

O peso dos animais ao longo do experimento demonstra que esse parâmetro foi aumentando com o passar do tempo. A partir dos 45 dias experimentais verifica-se diferença significativa ($P < 0,05$) para as médias de peso do T50% em relação ao T0%. Permanecendo o mesmo comportamento na biometria final (60 dias) (Figura 11).

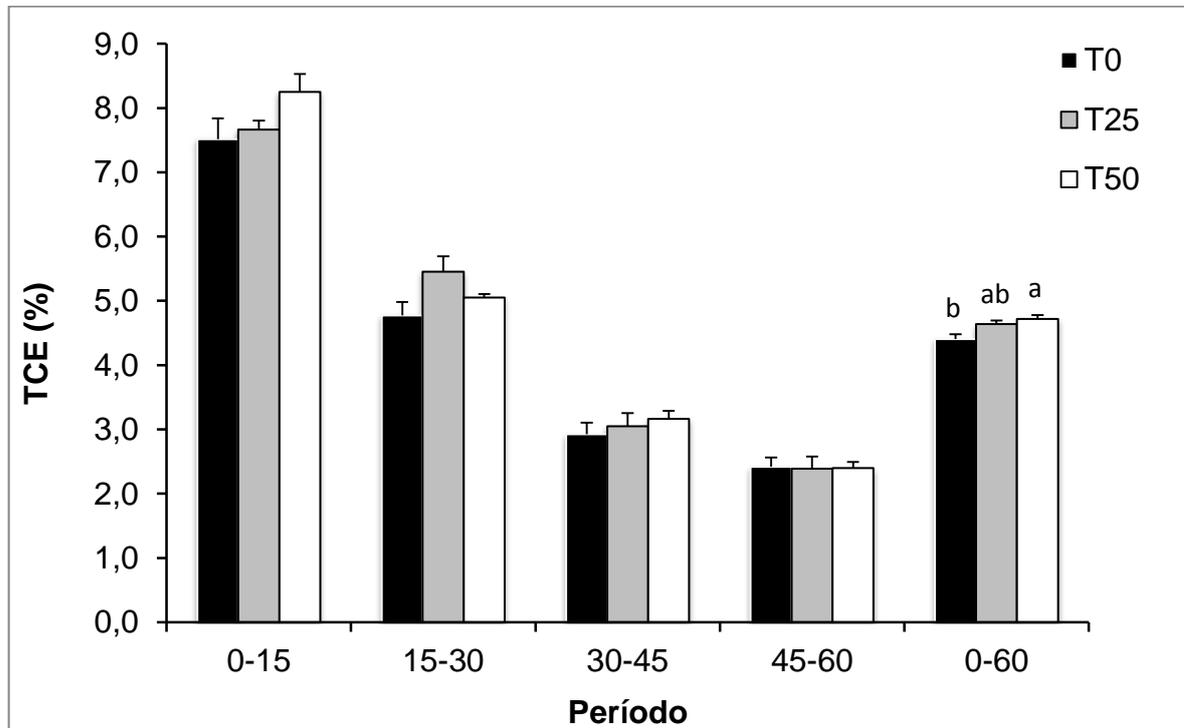
Figura 11 – Peso dos peixes ao longo dos dias experimentais.



Letras diferentes nas barras dentro de dia apresentam diferença estatística por teste de Tukey ($P < 0,05$).

A taxa de crescimento específico (TCE) diminuiu com o passar do tempo experimental, não apresentando diferença estatística entre os tratamentos testados dentro de cada período (dia). Contudo, quando analisado a TCE entre 0 e 60 dias destaca-se maior valor para o tratamento T50 em relação ao tratamento T0 (Figura12).

Figura 12 – Taxa de crescimento específico (TCE) nos períodos experimentais.



Letras diferentes nas barras dentro de período apresentam diferença estatística por teste de Tukey ($P < 0,05$).

Ao final do experimento, verificou-se que o comprimento dos animais não sofreu influência dos tratamentos testados. Entretanto, os parâmetros de peso ganho de peso e taxa de crescimento específico (TCE) dos animais obtiveram diferença significativa ($P < 0,01$) entre os tratamentos. Esta diferença mostrou que a substituição de 50% da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de larvas de tenébrio apresentou melhores resultados em relação ao tratamento controle, com 0% de substituição entre as proteínas (Tabela 4). A sobrevivência para todos os tratamentos foi de 100%.

Tabela 4 – Resultados¹ de crescimento de zebrafish alimentados com inclusão de tenébrio na ração durante 60 dias.

Variável	Tratamentos			P
	T0%	T25%	T50%	
Comprimento total (mm)	22,43±2,22	22,99±2,07	23,45±1,89	0,094
Peso (g)	0,124±0,04 ^b	0,142±0,04 ^{ab}	0,148±0,04 ^a	*
Ganho em peso (g)	0,115±0,04 ^b	0,133±0,04 ^{ab}	0,140±0,04 ^a	*
TCE (%/dia) ²	4,41±0,14 ^b	4,64±0,11 ^{ab}	4,72±0,12 ^a	*

Peso (g) por peixe

Ganho em peso (g) por peixe

¹ Média±desvio padrão

² Taxa de crescimento específico, por peixe

Letras diferentes na mesma linha demonstram diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05);

* P≤0,01.

6 DISCUSSÃO

Durante o período experimental de 60 dias, foi verificado que os peixes tiveram crescimento considerado adequado para a espécie (ROBERT, 2016) (Figura 10 e Figura 11). Contudo, não apresentaram diferenças relevantes entre os tratamentos nos períodos para a variável de comprimento dos peixes (Figura 10). Para os resultados de peso dos peixes, como demonstrado na Figura 11, detectou-se efeito significativo entre os tratamentos a partir dos 45 dias, o que mostra que o tempo de experimento deve ser dimensionado para promover desenvolvimento animal que fidelize a resposta dos tratamentos (GUILLAUME.; CHOUBERT, 2001). Essa metodologia deve ser revista para o zebrafish, pois grande parte das pesquisas realizadas com essa espécie tem duração de 30 dias (VARGAS et al., 2018; ZARANTONIELLO et al., 2018).

A taxa de crescimento específico (TCE) dos peixes reduziu ao longo do experimento, resultado esse que corrobora com a curva de crescimento da espécie, ou seja, quanto mais velho o animal, menor será sua TCE. Essa variável não apresentou diferença entre os tratamentos por período, no entanto, nos dados acumulados de 0 a 60 dias foi detectada diferença significativa (Figura 12) reforçando os resultados de peso (Figura 11).

O presente estudo é o primeiro a trabalhar com zebrafish desde sua fase juvenil até sua fase adulta, observando que dietas com 50% de substituição da farinha de peixe por farinha de larvas de tenébrio melhora o desempenho zootécnico dos animais nas condições experimentais deste trabalho, contudo, níveis mais elevados devem ser testados, pois a farinha de larvas de tenébrio apresenta um grande potencial para uso como fonte proteica alternativa.

Os melhores resultados encontrados no estudo para o desempenho zootécnico para a farinha de larvas de tenébrio em relação à farinha de peixe podem estar relacionados com a digestibilidade de ambas as farinhas utilizadas nas dietas experimentais. Pois a digestibilidade dos ingredientes utilizados nas rações depende da sua composição, principalmente do teor de matéria mineral (cinzas), onde quanto maior o teor de cinzas (CZ) menor será a digestibilidade da matéria seca e consequentemente da proteína (CARTAXO, 2015).

A farinha de peixe da dieta controle possui alto teor de cinzas (33,99%) em comparação a farinha de larvas de tenébrio (4,28%). Estes valores para a farinha de larva de tenébrio são corroborados por Lira (2015), Tubin (2017), Gasco et al. (2016) e Belforti et al. (2015) que encontraram 3,5%, 6,2%, 4,7% e 4,7% de cinzas, respectivamente. Porém, os valores para cinzas encontrados pelos mesmos autores em relação à farinha de peixe não correspondem ao encontrado no presente estudo, que se mostrou superior aos demais valores descritos na literatura. A causa, segundo Zhou et al. (2004) é a composição da farinha, que possivelmente foi produzida a partir de resíduos de peixe, resultando em um alto teor de cinzas e baixa digestibilidade.

O fato de desengordurar a farinha de larvas de tenébrio também pode ter interferido positivamente nos resultados obtidos, pelo aumento da concentração proteica do ingrediente (Tabela 1) e consequentemente em níveis de aminoácidos, suprimindo possíveis deficiências nutricionais. Da mesma forma, pela diminuição do lipídio da ração é possível que tenha ocorrido ajuste energético, já que a gordura é uma fonte energética de rápida metabolização e interfere na saciedade e consequentemente no consumo de alimento pelo peixe (LOSEKANN et al., 2008).

Além disto, o hábito alimentar da espécie também pode ter influenciado nos resultados encontrados no presente trabalho, pois esta característica possui grande influência na digestibilidade dos nutrientes.

Boscolo et al. (2004) em estudo de comparação entre farinha de camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*), tilápia do nilo e corvina (*Plagioscion squamosissimus*) na alimentação de tilápia encontrou valores de digestibilidade de 88,79%, 67,09% e 70,67% respectivamente e explica que tal fato pode ter sido causado pelos valores de cinzas presente em cada farinha, onde o menor teor encontrado foi na farinha de camarão canela (14,26%) em comparação às farinhas de tilápia do nilo (30,13%) e corvina (30,89%). Resultado esse, que entra em concordância com os dados deste estudo, com melhor desempenho do T50.

A hipótese da influência do hábito alimentar do zebrafish sobre os resultados encontrados neste estudo está de acordo com a teoria de Sánchez-Muros et al. (2015), que acreditam que a causa para o menor crescimento em peixes alimentados com a farinha de insetos pode estar relacionada ao teor de quitina na dieta. Consequentemente um dos fatores para o melhor desempenho do zebrafish com a inclusão de farinha de larvas de tenébrio estaria relacionado com o hábito alimentar onívoro da espécie, que na forma selvagem alimenta-se de larvas de pequenos insetos.

Para algumas espécies como a dourada (*Sparus aurata*) a inclusão da farinha de larvas de tenébrio em até 50% na ração não proporcionou diferença nos resultados de crescimento (PICCOLO et al., 2017). Resultados semelhantes aos encontrados por Jabir et al. (2012) utilizando 0, 25, 50 e 100% de substituição da farinha de peixe pela farinha de tenébrio gigante (*Zophobas morio*) para tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). Já para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) os mesmos parâmetros de desempenho não obtiveram diferença significativa entre os tratamentos (0, 10, 20 e 30% de inclusão da farinha de larvas de tenébrio) (LIRA, 2015). Portanto, os resultados dos trabalhos citados não estão em consonância com os resultados encontrados no presente estudo em que o alto nível de inclusão da farinha de larvas de tenébrio proporcionou ganho em crescimento nos peixes.

Foi possível verificar que a inclusão de 25 a 50% de farinha de larvas de tenébrio não afeta negativamente o desempenho zootécnico do zebrafish. E a ração com 50% de farinha de larvas de tenébrio apresentou melhores resultados em termos de peso, taxa de crescimento específica e ganho em peso, em comparação a ração controle (0% de inclusão) (Tabela 4).

7 CONCLUSÃO

A substituição de 50% da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de larvas de tenébrio na alimentação de Zebrafish (*Danio rerio*) melhora os parâmetros zootécnicos da espécie, evidenciando seu potencial uso para compor dietas de peixes.

REFERÊNCIAS

- ADAD, J. M. T. **Controle Químico de Qualidade**. 1 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1982. 203p. APHA.
- ALBERTINI, T. Z. et al. Exigências nutricionais, ingestão e crescimento de bovinos de corte. **Embrapa**. p. 12. 2015. (livro)
- AMINOT, A.; CHAUSSEPIED, M. Manuel des analyses chimiques em milieu marin. 1983.
- BAUGARTEN, M. G. Z.; ROCHA, J. M. B.; NIENCHESKI, L. F. H. Manual de análises em oceanografia química. Rio Grande: Editora da FURG. p. 132. 1996.
- BARBOSA, G. F. **Criação de Tenébrio molitor para alimentação de répteis entre outros**. 2016. Disponível em <<http://www.zoopets.com.br/alimentovivo/tenebrios.htm>>, acesso em: 25 out, 2018.
- BARROSO, F.G. et al. The potential of various insect species for use as food for fish. **Aquaculture**. p. 8. 2014.
- BAUMGARTNER, G. et al. Cypriniformes. **Scielo**. p. 7. 2012.
- BELFORTI, M. et al. Tenebrio molitor meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets: Effects on animal performance, nutrient digestibility and chemical composition of fillets. **Italian journal of animal science**. v. 14, p. 8. 2015.
- BICUDO, A. J. A.; ABIMORAD, E. G. Nutrição adequada a cada espécie é desafio para pesquisa e reprodução. **Visão agrícola**. p. 3, n. 11. 2012.
- BOSCOLO, W. R. et al. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Machobranchium amazonicum*) para tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n. 1, p. 8-13. 2004.
- BOYD, C. E., TUCKER, C. S. Water quality and pond soil analysis for aquaculture. Alabama Agricultural experiment station. p. 183. 1992.

CARDOSO, R. S. **Caracterização da aquicultura ornamental na zona da mata mineira**. 2011. p. 51. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária UFMG. 2011.

CARTAXO, J. W. S. **Digestibilidade aparente da proteína de alimentos alternativos para o acará-disco (*Symphysodon discus heckel, 1840*)**. 2015. p. 55. Dissertação (Mestrado em zootecnia). Universidade Federal de Sergipe. 2015.

CRAHAY, B. et al. Impact of insect species and preparation ways on composition and digestibility for feed and food. In: **Insects to Feed The World, The Netherlands**, p.14–17.

DAMMSKI, A. P. et al. **Zebrafish, manual de criação em biotério**. Universidade Federal do Parana - UFPR. p.1078. 2015.

FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Brasil zootecnia**. v. 30, n. 3, p. 10. 2001.

GALDIOLI, E. M. et al. Diferentes fontes proteicas na alimentação de alevinos de curimba (*Proechilodus lineatus V*). **Acta scientiarum**. v. 22, n. 2, p. 8. 2000.

GASCO, L. et al. Mealworm (*Tenebrio molitor*) as a potential ingredient in practical diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Insects to feed the world**. p. 14-17. 2014.

GASCO, L. et al. Tenebrio molitor meal in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*) juveniles: Growth performance, whole body composition and in vivo apparent digestibility. **Animal feed science and technology**. v. 220, p. 34-45. 2016.

GONÇALVES, A. A.; PASSOS, M. G.; BIEDRZYCKI, A. Tendência do consumo de pescado na cidade de Porto Alegre. **Estudos tecnológicos**. v. 4, n. 3, p. 16. 2008.

GUILLAUME, J.; CHOUBERT, G. Digestive physiology and nutrient digestibility in fish. In: GUILLAUME, J.; KAUSHIK, S.J.; BERGOT, P., et al. **Nutrition and feeding of fish and crustaceans**. Chichester: Springer Praxis, 2001, Cap. 4, p. 27-57.

JARBIN, M. D. R.; Razak, S.A.; Vikineswary, S. Nutritive potential and utilization of super worm (*Zophobas morio*) meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **African journal of biotechnology**. v. 11, n. 24, p. 7. 2012.

LAZZARI, R. et al. Diferentes fontes proteicas para a alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência rural**, Santa Maria. v. 36, n. 1, p. 7. 2006.

LIMA, C. S.; SILVEIRA, M. M.; TUESTA, G. M. R. Nutrição proteica para peixes. **Ciência animal**. v. 25, n. 4, p. 8. 2015.

LIRA, J. A. **Avaliação da farinha de tenébrio (*Tenebrio molitor*) na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. 2015. p. 53. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Nilto Lins. 2015.

LOSEKANN, M.E. et al. Alimentação do jundiá com dietas contendo óleos de arroz, canola ou soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.225-230, jan./fev. 2008.

MAKKAR, H.P.S.; TRAN, G.; HEUZÉ, V.; ANKERS, P. State of the art on use of insects as animal feed. **Animal Feed Science and Technology**. v.197, p.1–33. 2014.

MAKKAR, H. P. S.; Tran, G.; Heuzé, V. insects in fish diets. **Association française de zootechnie**. v. 5, n. 2, p. 9. 2015.

NUNES A. J. P. Mecanização da alimentação de peixes e camarão. **Panorama da Aquicultura**, v. 24, n. 144. 2014.

PANINI, R. L. **Qualidade pós-despesca do camarão marinho *litopenaeus vannamei* alimentado com farinha de larva de *tenebrio molitor***. 2017. p. 115. Tese (Doutorado em ciência dos alimentos). Universidade do estado de Santa Catarina Centro de Ciências Agrárias. 2016.

PICCOLO, G. et al. Effect of *Tenebrio molitor* larvae meal on growth performance, in vivo nutrients digestibility, somatic and marketable indexes of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Animal feed science and technology**. v. 226, p. 9. 2017.

REIS, T. M. et al. **Desenvolvimento da fase de ovo de *Tenebrio molitor* em diferentes temperaturas**. 2013. XIII Siconbiol. EMBRAPA. Bonito, MS. Disponível em: <<http://www.cpa0.embrapa.br/cds/siconbiol2013/trabalhos/poster/pred/pred102.pdf>>, acesso em: 25, out 2018.

ROBERT, C. et al. Growth and the reduction of depensation of Zebrafish (*Brachydanio rerio*). **American society of inchnthyonologist and herpetologists**. n. 1, p. 204-209. 2016.

SALES, J.; JANSSENS, G. P. J. Nutrient requirements of ornamental fish. **Aquatic living resources**, v. 16, p. 8. 2003.

SASSI, G. E. **Exigências proteicas de juvenis de Zebrafish (*Danio rerio*)**. 2016. p. 59. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista de Medicina Veterinária e Zootecnia. 2016.

SÁNCHEZ-MUROS, M. J. et al. Nutritional evaluation of *Tenebrio molitor* meal as fishmeal substitute tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet. **Aquaculture Nutrition**. p. 13. 2015.

SCHICKLER, G. **Tenebrio molitor de A a Z**. São Paulo, SP. 2008. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/146095170/Tenebrio-molitor-de-A-a-Z-insetosonline-pdf>>, acesso em: 30 out, 2018.

SCHULTER, E. P.; FILHO J. E. R. V. **Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva**. 2017. p. 39. Dissertação (Mestrado em Agronegócio). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2017.

SEBRAE. **Aquicultura no Brasil**. p. 79. 2015.

SIDONIO, L. et al. Panorama da Aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **Agroindústria**, v. 35, n. 421-463. 2015.

SILVEIRA, T. R.; SCHNEIDER A. C.; HAMMES T. O. Zebrafish: modelo consagrado para estudos de doenças humanas. **Ciência e Cultura**. São Paulo, v. 64, n. 2, p. 4-5. 2012.

SOTO, H. Gusanos de la Harina. Larvas de *Tenebrio molitor*. In: El Canario Uruguayo. **Revista de Ornitología. Científica/Técnica**. Práctica. Órgano Oficial de ACRU (Asociación de Canaricultores Roller de Uruguay). Revista Nº 2, Época II. 2003. p. 39-40. Disponível em: <<http://indalocan.com/revistas/27cardenalverdeamarillo.pdf>>. acesso em: 30 out, 2018.

SOLORZANO, L. **Determination of ammonia in natural waters by the phenylhypochlorite method.** *Limnology and Oceanography*, n. 14, p. 799-801. 1969.

TEIXEIRA, E. A. et al. Substituição da farinha de peixe em rações para peixes. **Brasil reprodução animal**, Belo Horizonte. v. 30, n. 34, p. 8. 2006.

TUBIN, J. S. B. **Farinha de insetos na alimentação de tilápias em sistema de bioflocos e recirculação de água.** 2017. p. 97. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade do estado de Santa Catarina – UDESC. 2016.

VARGAS, A. Rearing Zebrafish on black soldier fly (*Hermetia illucens*): *biometric, histological, spectroscopic, biochemical and molecular implication.* **Zebrafish**. v. 15, n. 4, p. 16. 2018.

VILELLA, L. M. **Produção de insetos para o uso na alimentação animal.** 2018. p. 69. Trabalho de conclusão de curso (Zootecnia). Faculdade federal do Rio Grande do Sul, Curso de Zootecnia. 2018.

ZARANTONIELLO, M. Partial dietary inclusion of black soldier fly (*Hermetia illucens*) full-fat prepupae in zebrafish feed: biometric, histological, biochemical and molecular implication. **Zebrafish**. v. 00, n. 00, p. 14. 2018.

ZHOU, Q. et al. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**. v. 241, p. 441-451. 2012.

WATTS, S. A. et al. The vital relationship between nutrition and health in Zebrafish. **Zebrafish**. v. 13, n. s1, p. 5. 2016.