



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA

SIMONE SALES PINHEIRO

**UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE LARVAS DA MOSCA SOLDADO-NEGRA,
Hermetia illucens, COMO FONTE PROTEICA DE RAÇÕES PARA JUVENIS DO
CAMARÃO, *Litopenaeus vannamei***

FORTALEZA

2019

SIMONE SALES PINHEIRO

UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE LARVAS DA MOSCA SOLDADO-NEGRA, *Hermetia illucens*, COMO FONTE PROTEICA DE RAÇÕES PARA JUVENIS DO CAMARÃO, *Litopenaeus vannamei*

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes

Coorientador: Prof. Dr. Esaú Aguiar Carvalho

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P722u Pinheiro, Simone Sales.
Utilização da Farinha de larvas da mosca Soldado-negra, *Hermetia Illucens*, como fonte proteica de rações par juvenis do camarão, *Litopenaeus Vannamei* / Simone Sales Pinheiro. – 2019.
32 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes.

Coorientação: Prof. Dr. Esaú Aguiar Carvalho.

1. Carcinicultura. 2. Fontes Proteicas Alternativas. 3. Nutrição Animal. I. Título.

CDD 639.2

SIMONE SALES PINHEIRO

UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE LARVAS DA MOSCA SOLDADO-NEGRA, *Hermetia illucens*, COMO FONTE PROTEICA DE RAÇÕES PARA JUVENIS DO CAMARÃO, *Litopenaeus vannamei*

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro de Pesca.

Aprovada em: 02/12/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes (Orientador)

Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Aldeney Andrade Soares Filho

Universidade Federal do Ceará

Me. Jordana Sampaio Leite

Universidade Federal do Ceará

A Deus.

Ao Vô Zezé e ao tio Damião que sempre
estarão em minha memória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado paciência para a conclusão dessa etapa de minha vivência acadêmica.

Ao LANOA por ceder o espaço para a realização de meu experimento.

A empresa LancoFruit S.A. pela doação da farinha de larvas de mosca para realização do presente estudo.

Ao professor Alberto que me acompanhou por dois anos e meio na minha graduação como meu orientador em meu período de estágio.

Aos membros da minha banca Jordana Leite, Aldeney Soares e a coorientação de Esaú Aguiar por terem disponibilizado tempo para tirar minhas infinitas dúvidas.

Aos meus pais Simão e Gessila, meu irmão Simon e minha cunhada Adriana por terem apoiado minhas escolhas, além de participarem de minhas realizações pessoais e profissionais.

Aos meus tios Fazé e Valnice e minha vó Edná por sempre se importarem e estarem comigo.

Ao meu noivo Mateus Farias por ter me apoiado desde que entrei no curso de Engenharia de Pesca e por ser um companheiro para todas as horas.

A todos os professores do departamento de Engenharia de Pesca que repassaram um pouco do enorme conhecimento que possuem, em especial ao professor Bartolomeu, que confiou em meu trabalho como monitora.

A minha turma da graduação “Sobreviventes 2015.1”, em especial ao Fernando Pablo, Éder Raulino, Beatriz Emilly, Thalyanne Mendes, Lucas Alves e Daniel Camelo que são pessoas incríveis e que me ajudaram muito na graduação.

A Natália Pereira, Felipe Nobre, Winston Viana, Stênio Aragão, Matheus Brandão, Késia Viana, Talyta Martins, Marcella Oliveira e Viviane Simões que estiveram comigo até agora nessa jornada

Sandra, Júnior e Hassan, que tiveram a paciência de responder minhas perguntas, que me deram puxões de orelha e ensinamentos para saber viver em um ambiente profissional.

Ao PACCE por ter me ajudado a ser quem eu sou hoje, em especial Hermany e Juan que foram dois pais para mim.

A Cia de Dança da UFC e a terceira turma do curso de Dança da UFC.

E a todos que diretamente e indiretamente fizeram parte de minha formação.

Seja gentil e positivo. A vida retribui!

Simone Sales.

RESUMO

A farinha de larvas da mosca soldado-negra, *Hermetia illucens*, vem se destacando como ingrediente proteico na alimentação de animais terrestres, podendo também ser incorporada na formulação de dietas de peixes e camarões. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de uma farinha de larvas da mosca soldado-negra (FLMSN) como fonte proteica em dietas para juvenis do camarão *Litopenaeus vannamei*. Cinco dietas isoproteicas foram formuladas, sendo uma controle (CTL) com 7,00% (% da dieta, base natural) de inclusão de farinha de vísceras e ossos de aves (FVOA). Nas demais dietas, a FVOA foi incluída em 7,00, 5,75, 4,43 e 3,05% em combinação com 1,00, 3,00, 5,00 e 7,00% de FLMSN, respectivamente. Camarões com $7,63 \pm 0,42$ g (média \pm desvio padrão) de peso corporal foram estocados em 44 tanques retangulares de 0,2 m² com 61 L mantidos em regime contínuo de recirculação e filtragem de água durante o período noturno. Os camarões foram alimentados oito vezes ao dia, exclusivamente em bandejas de alimentação, durante 42 dias. Na despesca, a sobrevivência final, peso corporal final, crescimento diário, produtividade final e fator de conversão alimentar (FCA) dos camarões alcançou $97,0 \pm 5,5\%$, $17,12 \pm 1,14$ g, $0,23 \pm 0,02$ g, 448 ± 59 g/m² e $1,65 \pm 0,27$, respectivamente. Esses parâmetros zootécnicos não foram afetados de forma significativa pela inclusão da farinha de larvas de mosca-negra. Porém, foi detectada uma redução significativa no consumo alimentar aparente ao nível de 5% de inclusão comparado com 3%. Portanto, a farinha de larva da mosca soldado-negra pode ser empregada de forma segura em dietas para juvenis do camarão *Litopenaeus vannamei*.

Palavras-chave: Carcinicultura; Fontes Proteicas Alternativas; Nutrição Animal.

ABSTRACT

Dried black soldier fly larvae meal, *Hermetia illucens*, has been successfully used as a protein source in the feeding of terrestrial animals. This ingredient can also be incorporated in the formulation of fish and shrimp diets. The aim of the present study was to evaluate the effect of different inclusion levels of a black soldier fly larvae meal (BSFLM) as a protein source in diets for juveniles of *Litopenaeus vannamei*. Five isoproteic diets were formulated, one as control (CTL) with 7.00% (% of diet, as is) of poultry viscera and bone meal (PVBM). In the other diets, PVBM was included at 7.00, 5.75, 4.43 and 3.05% in combination with 1.00, 3.00, 5.00 and 7.00% of BSFLM, respectively. Shrimp of 7.63 ± 0.42 g (mean \pm standard deviation) body weight were stocked in 44 rectangular 0.2-m² tanks with 61 L kept under continuous recirculation and water filtration during the night. Shrimp were fed eight times a day, exclusively in feeding trays, for 42 days. At harvest, final shrimp survival, final body weight, daily growth, final yield and feed conversion ratio (FCR) reached $97.0 \pm 5.5\%$, 17.12 ± 1.14 g, 0.23 ± 0.02 g, 448 ± 59 g/m² and 1.65 ± 0.27 , respectively. These growth parameters were not significantly affected by the inclusion of BSFLM. However, a significant reduction in apparent feed intake was detected at the 5% inclusion compared to 3%. In conclusion, dried black soldier fly larvae meal can be safely used in diets for juvenile *Litopenaeus vannamei*.

Key words: Shrimp farming; Alternative Protein Sources; Animal Nutrition.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição nutricional da espécie <i>Hermetia illucens</i> (para 100g do produto).....	19
Tabela 2 – Composição (% da dieta, base úmida) das dietas experimentais.....	20
Tabela 3 – Desempenho zootécnico do <i>Litopenaeus vannamei</i> alimentado com inclusões crescentes de farinha de larva de mosca durante 42 dias de cultivo. Valores apresentados como média \pm desvio padrão (DP) obtidos de oito a nove tanques de cultivo. Letras em comum indicam diferença estatística não significativa segundo o teste <i>a posteriori</i> de Tukey HSD ao nível de significância de 0,05.	26
Tabela 4 – Médias (\pm DP), valores mínimos e máximos dos parâmetros de qualidade de água, tais como temperatura ($^{\circ}$ C), pH e salinidade, dos tanques de cultivo do <i>Litopenaeus vannamei</i> em sistema de água clara.....	28
Tabela 5 – Médias (\pm DP) da análise de umidade das rações experimentais.	28

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA) localizado no Centro de Estudos em Aquicultura Costeira (CEAC). 16
- Figura 2 – Sistema de cultivo em 44 tanques, com volume de 61 L cada, com área de fundo de 0,2 m² operando sob regime de recirculação de águas. 17
- Figura 3 – Farinha de *Hermetia illucens* como fonte proteica para alimentação de camarões juvenis de *Litopenaeus vannamei*. A – Embalagem da farinha de insetos *Hermetia illucens*. B – Pré pupa de *Hermetia illucens* seca. 18
- Figura 4 – Processo de extrusão dos ingredientes para a fabricação da ração com base em farinha de larva de mosca, *Hermetia illucens* 21
- Figura 5 – Rações experimentais utilizadas durante 42 dias de cultivo de camarões juvenis (*Litopenaeus vannamei*) com níveis de inclusões com variação em até 7% da farinha de larva de mosca soldado-negra..... 22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2.1 Alimentação e Nutrição do <i>Litopenaeus vannamei</i>	13
2.2 Farinha De Insetos Como Fonte Alimentar	14
2.3 Mosca Soldado-negra (<i>Hermetia illucens</i>)	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Local do estudo	16
3.2 Sistema de Cultivo e Estocagem dos Camarões	16
3.3 Rações e Alimentação	17
3.4 Preparo dos Tanques.....	22
3.5 Análise e Manejo dos Parâmetros de Qualidade de Água	23
3.6 Umidade das Rações.....	23
3.7 Desempenho Zootécnico.....	23
3.8 Análise Estatística.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura vem crescendo progressivamente nos últimos anos, já tendo ultrapassado a pesca extrativa em termos de produção de pescado voltado para o consumo humano. FAO (2018) explica que a produção mundial de pescado atingiu um pico de 171 milhões de ton. em 2016, com a aquicultura representando 47% do total e 53% se considerado o pescado destinado para fins alimentares (excluindo o pescado destinado para produção de farinha e óleo de peixe usados na alimentação animal). Os camarões marinhos representam 90% de toda a produção global de crustáceos que alcançou 7,9 milhões de ton. em 2016. O camarão branco do Pacífico, *Litopenaeus vannamei*, é a espécie de camarão mais cultivada no mundo, com uma produção estimada em 4,2 milhões de ton.

Segundo o Censo de 2018 da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a produção aquícola no Brasil deve atingir 1,15 milhões de ton. até 2025, sendo a principal atividade a piscicultura em águas interiores (FAO, 2018). A produção de camarões marinhos no país é concentrada em uma única espécie, o *Litopenaeus vannamei*. Segundo Brasil (2019), em 2018 foram produzidas 45.760 ton. de camarão marinho no País. Os Estados do Rio Grande do Norte e Ceará respondem por 71,7% de toda produção nacional (equivalente 32.809 ton.).

Os elevados números da produção aquícola no Brasil são resultantes de uma intensificação dos, ampliação das áreas cultiváveis e melhoria da tecnologia de cultivo, incluindo a nutrição. Grande parte da produção dos organismos aquáticos em cativeiro é dependente do fornecimento de rações industrializadas (NAYLOR *et al.*, 2009). Nas rações de camarões, um dos principais ingrediente proteicos é a farinha de peixe (TACON; METIAN, 2008). Em uma tentativa de tornar a atividade mais sustentável, diversos estudos tem sido realizada no intuito de identificar fontes de proteínas alternativas que possam substituir ou reduzir o uso de farinha de peixe por outras fontes proteicas de origem animal e/ou vegetal (SAMOCHA *et al.*, 2004), além de outros ingredientes nobres que possuem teor proteico elevado para a dieta animais aquáticos cultivados

Dentre essas fontes de alternativas de proteína animal a farinha de inseto vem se destacando como substituto parcial ou total de outras fontes proteicas tradicionalmente empregadas (COSTA-NETO, 2003). Há uma grande variedade de insetos que podem ser consumidos como fonte nutricional alternativa para alimentação, tanto humana quanto animal, muito embora ainda não exista uma cultura no Ocidente para o consumo desta fonte proteica.

Segundo a FAO (2013) o número de pessoas que utilizam insetos na dieta regular ultrapassa dois bilhões.

O uso dos insetos como fonte proteica para a alimentação de animais é justificado por diversos fatores que tornam a produção desse alimento bastante viável entre eles a alta taxa de crescimento, a baixa conversão alimentar, a rápida reprodução, o ciclo de vida curto e o baixo impacto ambiental (CARVALHO *et al.*, 2016).

Uma espécie insetívora que vem ganhando destaque nas pesquisas de nutrição animal é a mosca soldado-negra, *Hermetia illucens*. Entre suas características importantes estão a ciclagem de matéria orgânica (LARDÉ, 1990) e sua alta conversão em biomassa (DIENER *et al.*, 2011). Como consequência, esses insetos passaram a ser incorporados na formulação de dietas para animais de produção. Acredita-se que a mosca soldado-negra possa vir a substituir proteínas tradicionalmente empregadas na composição de rações para organismos aquáticos.

Desse modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da inclusão da farinha de larvas da mosca soldado-negra, *Hermetia illucens*, como fonte proteica em dietas para juvenis do camarão *Litopenaeus vannamei*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Alimentação e Nutrição do *Litopenaeus vannamei*

A alimentação é um fator primordial para o cultivo de camarões, o que pode representar cerca de 70% dos custos de produção (DOSSOU *et al.*, 2018). Existem cultivos de *Litopenaeus vannamei* que diferem um dos outros, quanto à alimentação, Arana (2004) especifica a diferença entre eles, que vai desde o cultivo extensivo, semi-intensivo, intensivo e superintensivo, envolvendo desde o alimento natural até a ração com teores nutricionais balanceados.

No sistema extensivo, a alimentação é exclusivamente natural (ARANA, 2004), podendo ser fitoplâncton e zooplâncton. Em viveiros semi-intensivos, o alimento natural disponível é consumido em grandes quantidades pelos camarões, sendo sua produção estimulada, de forma indireta, com a oferta de rações comerciais (DOMINGOS, 2008). Em cultivos intensivos e superintensivos, a ração comercial representa o insumo mais caro na produção, portanto com grande importância para a resistência e o crescimento do animal (NUNES *et al.*, 2014).

A aquicultura é o ramo do agronegócio que mais demanda farinha de peixe, empregada como uma importante fonte de proteína nas dietas para organismos aquáticos cultivados (NUNES, 2011). Os elevados preços e a pouca disponibilidade dessa matéria-prima estão favorecendo a busca por novas fontes proteicas, sejam de origem animal ou vegetal, desde que produzidas em larga escala e com baixo custo produtivo, e que resulte em um retorno econômico aos produtores (PARIPATANANONT *et al.*, 2001). Autores como Rodrigues (1985) e Guillaume (1997) demonstraram que o nível ideal de proteína para camarões peneídeos está entre 30 e 57%, trazendo efeitos benéficos, tais como funções vitais, crescimento e reprodução.

Um grande desafio que pesquisadores tem enfrentado recentemente é atender a demanda por fontes proteicas alternativas, em substituição à farinha de peixe, que satisfaçam as necessidades nutricionais dos camarões em cultivo (BAJPAI, 2005).

Muito embora algumas fontes proteicas sejam amplamente empregadas atualmente em rações de camarões, algumas contém fatores antinutricionais (AZEVEDO, 2013), como altas concentrações de fibra, taninos, nitrito e nitrato. O processo de fabricação da ração pode influenciar no valor nutricional da fonte de proteína, podendo causar maiores prejuízos aos cultivos (FURUYA *et al.*, 2001) quando não adequadamente realizado.

2.2 Farinha De Insetos Como Fonte Alimentar

Uma grande quantidade de insetos benéficos é encontrada na natureza e, principalmente, comestível (ROMEIRO, 2015). A produção destes pode vir de criação doméstica, que requer pouca demanda de tecnologia, sendo ecológico, e fornecida *in natura*, assim, a utilização de insetos tem sido uma das propostas de alimento alternativo (FAO, 2013).

Os insetos possuem proteínas e nutrientes de alta qualidade em comparação à carne bovina e de peixe, possuindo uma composição nutricional capaz de inclusão na dieta de algumas espécies de peixes, além de produzir menos gases em relação a outros animais cultivados (ROMEIRO, 2015)

Na União Europeia, o uso da farinha de insetos na alimentação e dieta de suínos e aves de corte ainda não é permitida por lei, porém já é usada como alimento para animais provenientes do meio aquático desde o ano de 2013 (VAN HUIS, 2016), mas em geral, são produtos mais caros do que os insumos regularmente utilizados para alimentar os camarões (PANINI, 2017), sendo necessário a realização de pesquisas para que haja a produção de baixo custo, favorecendo a produção em larga escala.

Carvalho *et al.* (2016) falam da aplicação de farinha de insetos como um substituto proteico para ração de pets (cachorros e gatos), fornecendo proteína de elevado valor biológico, podendo substituir ingredientes já utilizados para a fabricação de ração para esses animais, como os de origem vegetal farelo de soja e glúten de milho, e de origem animal, como a farinha de frango.

2.3 Mosca Soldado-negra (*Hermetia illucens*)

A mosca soldado-negra, *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) é uma espécie de ampla distribuição, possivelmente nativa do sudeste dos Estados Unidos onde, em sua fase adulta, colocam ovos em fendas perto do habitat das larvas. Há poucos estudos dessa mosca no Brasil, tais como aspectos sobre a sua biologia e ecologia (FERRARI *et al.*, 2009). É considerada como uma não praga, pois não vai até o habitat de seres humanos (NEWTON *et al.*, 2005).

O ciclo de vida da *Hermetia illucens* é dividido em quatro fases: ovo, larva, pupa e adulta (SOUZA, 2016). Os seus ovos, depois de depositados, demoram 5 a 14 dias para a eclosão, mas dependem da temperatura do ambiente (OLIVEIRA-COSTA, 2003). Na sua fase

larval, mais precisamente no estágio mais avançado, ela tem aproximadamente três centímetros de comprimento, apresenta corpo achatado e cutícula bastante resistente (FERRARI *et al.*, 2009). As larvas são saprófagas e geralmente são encontradas em grandes quantidades em resíduos orgânicos e agrícolas (AXTELL; EDWARDS, 1970).

Na composição nutricional da larva, a *Hermetia illucens* possui um teor proteico de 40%, podendo ser uma alternativa para a substituição da farinha de peixe, (DIENER, 2010), um ingrediente primordial processado a partir da carcaça de peixes que também possui um alto teor proteico, sendo um insumo bastante utilizado na fabricação de ração balanceada para peixes, crustáceos e outros animais aquáticos cultivados.

A mosca soldado-negra começou a ser estudada ainda na década de 1970, com o intuito de verificar sua atividade proteica na alimentação de animais bovinos e suínos. Hale (1973) verificando a potencialidade da mosca soldado-negra como fonte proteica, para a alimentação de aves, encontrou, na fase de pré pupa, teores de proteína bruta da ordem de 35% e 42%.

Sealey (2011) estudando o efeito da farinha de mosca soldado-negra no crescimento de truta arco íris (*Oncorhynchus mykiss*) não detectou diferença estatística no desempenho zootécnico quando comparou com a farinha de peixe, aprovando assim o uso dessa farinha como substitutivo à farinha de peixe. O mesmo foi atestado por Kroeckel *et al.* (2012), trabalhando com o efeito substitutivo da farinha de *Hermetia illucens* no desempenho zootécnico da espécie de peixe *Psetta máxima*.

Já existem empresas, principalmente na Europa que produzem a própria larva de *Hermetia illucens* em larga escala para fabricação de sua farinha, enquanto no Brasil, essa cultura ainda se encontra em pequena escala de produção (COSTA, 2019). No Chile, a empresa *Feed for Future* produz desde 2014 farinha e óleo de larva de mosca soldado-negra para salmonídeos apresentando dois tipos de farinha uma com 45% de proteína e 25% de lipídeos, e outra com 60% de proteína e 15% de lipídeos. Outra empresa, *Enterra Feed*, situada no Canadá, também comercializa, desde 2014, farinha e óleo de larva de mosca soldado-negra para a salmonicultura (COSTA, 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do estudo

O estudo foi realizado no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos, localizado no Centro de Estudos em Aquicultura Costeira (03°50'00,25" S e 038°25'22,57" W) da Universidade Federal do Ceará no período de setembro de 2019 a novembro de 2019.

Figura 1 – Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA) localizado no Centro de Estudos em Aquicultura Costeira (CEAC).



Fonte: Alberto Nunes.

3.2 Sistema de Cultivo e Estocagem dos Camarões

O sistema de cultivo adotado foi composto por 44 tanques, com volume de 61 L cada, operando sob regime de recirculação de água. Cada tanque foi equipado com entrada e saída de água, sistema de aeração e bandeja de alimentação. Todos os tanques possuem formato retangular, de cor azul, feitos de polipropileno com 31 cm de altura, 35,5 cm de largura, 55,5 cm de comprimento e área de fundo de 0,20 m² (Figura 2). Os animais foram submetidos a um ciclo de luz diária com início às 8:00h e término às 16:30h.

Figura 2 – Sistema de cultivo em 44 tanques, com volume de 61 L cada, com área de fundo de 0,2 m² operando sob regime de recirculação de águas.



Fonte: Autora.

Para o estudo, camarões da espécie *Litopenaeus vannamei* foram estocados em um peso corporal entre seis e nove g distribuídos em uma densidade de 10 camarões por tanque e cultivados durante 42 dias. A entrada de água dos tanques ocorreu através de um cano perfurado direcionado para o fundo do tanque em posição longitudinal. A drenagem de água foi realizada superficialmente por um cano para o controle do nível máximo de água.

3.3 Rações e Alimentação

Um total de cinco dietas experimentais foram desenhadas para conter níveis progressivos de substituição de farinha de vísceras e ossos de aves por farinha de larvas de moscas soldado-negra produzida pela LancoFruit S.A. no Equador (Figura 3).

Figura 3 – Farinha de *Hermetia illucens* como fonte proteica para alimentação de camarões juvenis de *Litopenaeus vannamei*. A – Embalagem da farinha de insetos *Hermetia illucens*. B – Pré pupa de *Hermetia illucens* seca.



Fonte: Autora.

A moagem larva da mosca foi realizada em um liquidificador e posteriormente foi peneirada em peneira de 1.000 micras para retirada de resíduos indesejáveis.

Para verificação do teor nutricional da amostra moída de mosca soldado-negra, foi coletada 100 g e enviada para CBO ANÁLISES LABORATORIAIS para avaliação da composição centesimal, como proteína bruta, cinzas, fibra bruta etc (Tabela 2).

Tabela 1 – Composição nutricional da espécie *Hermetia illucens* (para 100g do produto).

Análises	Teor nutricional da amostra (100g)
Umidade e Voláteis	6,47%
Proteína Bruta	47,88%
Cinzas	16,12%
Extrato Etéreo por Hidrólise Ácida	25,67%
Fibra Bruta	15,06%
Índice de Peróxido	0,00 meq/kg
Colesterol	79,85 mg/kg
Ômega 3	0,53%
Ômega 6	1,69%
Ômega 9	1,06%
Matéria Mineral	7,77%
Cálcio	0,99%
Fósforo	0,82%
Gordura Monoinsaturada	1,66%
Gordura Poli-insaturada	2,22%
Gorduras Insaturadas	3,87%
Gorduras Saturadas	21,80%
Gorduras Trans	0,00%
Metionina	0,91%
Lisina	2,88%

A formulação das dietas, foi elaborada a partir do programa de formulação de rações, Optimal Fórmula 2000 (Optimal Informática Ltda., Campinas, São Paulo). Inicialmente uma dieta controle (CTL) foi formulada para conter 7,00% (% da dieta, base natural) de farinha de vísceras e ossos de aves (Tabela 1). Quatro outras dietas foram preparadas contendo 7,00, 5,75, 4,43 e 3,05% de farinha de vísceras e ossos de aves em combinação com 1,00, 3,00, 5,00 e 7,00% de farinha de larvas de mosca soldado-negra, respectivamente. Os demais ingredientes proteicos, como farelo de soja, farinha de salmão foram mantidos fixos nas inclusões de 38,00, 3,00 e 2,00%, respectivamente. As dietas foram suplementadas com aminoácidos cristalinos (L-Lisina, DL-Metionina e L-Treonina) para se manterem isoaminoácidas. As dietas foram formuladas para atender um nível de proteína, lipídeos e energia bruta de 32,0%, 7,98% e 3.896 kcal/kg.

Tabela 2 – Composição (% da dieta, base úmida) das dietas experimentais.

Ingredientes	Dietas/Composição (% da dieta, base natural)				
	CTL	1%	3%	5%	7%
Farelo de soja ¹	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00
Farinha de trigo ²	28,00	26,15	25,35	25,00	25,00
Farinha de vísceras e ossos de aves ³	7,00	7,00	5,75	4,43	3,05
Óleo de salmão	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Farinha de larva de mosca ⁴	-	1,00	3,00	5,00	7,00
Caolim	1,79	3,00	3,00	2,63	1,96
Farinha de salmão ⁵	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Fécula de mandioca	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Lecitina de soja	2,78	2,79	2,79	2,79	2,79
Glúten de trigo ⁶	2,41	2,12	2,12	2,12	2,12
Concentrado proteico de soja ⁷	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Carbonato de cálcio	1,79	1,77	1,79	1,82	1,85
Monofosfato de sódio	1,69	1,68	1,69	1,69	1,69
Sulfato de magnésio	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Premix vitamínico-mineral ⁸	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,89	0,87	0,85	0,82	0,80
Cloreto de potássio	0,82	0,83	0,86	0,90	0,93
L-Lisina ⁹	0,64	0,60	0,60	0,60	0,61
Aglutinante sintético ¹⁰	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
L-Treonina ¹¹	0,23	0,22	0,23	0,23	0,24
DL-Metionina ¹²	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22
Vitamina C ¹³	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

¹Farelo de soja (Bunge Alimentos S.A., Luiz Eduardo Magalhães, Bahia). 47,38% proteína bruta (PB, % na base natural), 2,28% lipídeos, 5,99% fibra, 6,05% cinzas, 10,30% umidade, 0,61% metionina (Met), 2,88% lisina (Lis), 1,28% Metionina+Cisteína (M+C).

²11,44% PB, 0,97% lipídeos, 0,19% fibra, 0,68% cinzas, 12,80% umidade, 0,18% Met, 0,27% Lis, 0,44% M+C.

³BRF S.A. (São Cristóvão Capinzal, SC). 69,79% PB, 13,66% lipídeos, 1,40% fibra, 8,48% cinzas, 4,08% umidade, 1,49% Met, 4,36% Lis, 2,35% M+C.

⁴Corporation Lanco Fruit S.A (Machala, Equador). Vide tabela 1.

⁵Pesquera Pacific Star S.A. (Puerto Montt, Chile). 64,44% PB, 8,71% lipídeos, 0,21% fibra, 16,12% cinzas, 10,89% umidade, 1,87% Met, 4,97% Lis, 2,35% M+C.

⁶Amytex 100 (Tereos Syral S.A.S., Marckolsheim, França). 79,68% PB, 2,44% lipídeos, 0,41% fibra, 1,87% cinzas, 7,96% umidade, 1,16% Met, 1,35% Lis, 2,68% M+C.

⁷XSoy600 (Sementes Selecta S.A., Araguari, Minas Gerais) 62,24% PB, 2,35% lipídeos, 3,31% fibra, 6,80% cinzas, 5,35% umidade, 0,80% Met, 3,76% Lis, 1,62% M+C.

⁸Vaccinar Industria e Comercio Ltda. (Pinhais, PR). Níveis de garantia por kg de produto: vitamina A, 1.200.000 IU; vit. D3, 200.000 UI; vit. E, 60.000 mg; vit. K3, 1.000 mg; vit. B1, 2.400 mg; vit. B2, 2.400 mg; vit. B6, 6.000 mg; vit. B12, 4 mg; ácido nicotínico, 10,000 mg; ácido pantotênico, 5.200 mg; biotina, 20 mg; ácido fólico, 400 mg; vit. C, 30.000 mg; colina, 50.000 mg; inositol, 80.000 mg; Fe 26.000 mg; Cu, 2.000 mg; Zn, 20.000 mg; Mn, 5.000 mg; Se, 100 mg; I, 600 mg; Co, 105 mg; Cr, 60 mg.

⁹Biolys®, L-Lisina 54,6 %. Evonik Nutrition and Care GmbH (Hanau, Alemanha).

¹⁰Nutri-Bind AquaVegDry, Nutri-AdInternational NV (Dendermonde, Bélgica). Aglutinante sintético para ração constituído de lignosulfonato de cálcio (94,00%) e goma de guar (6,00%).

¹¹ThreAMINO®, L-Treonina, 98,5%. Evonik Nutrition and Care GmbH (Hanau, Alemanha).

¹²DL-Metionina 99%. Evonik Nutrition and Care GmbH (Hanau, Alemanha).

¹³Rovimix® Stay C® 35. Mínimo de 35% da atividade da vitamina C fosforilada. DSM Nutritional Products AG (Schweiz, Suíça).

Todos os ingredientes sólidos foram pesados em balança eletrônica analítica e de precisão com capacidade (Ohaus Adventurer, Ohaus Corporation, Parsippany, New Jersey, EUA) e misturados manualmente. Os ingredientes líquidos foram incorporados a esta mistura em uma bateadeira planetária industrial para massas (G. Paniz, modelo BP-12 Super, Caxias do Sul, RS) durante 10 min. Após este período, 1,5 L de água doce foi adicionada durante a mistura, homogeneizando os ingredientes por mais 5 min.

Esta mistura foi então submetida à extrusão em uma extrusora de expansão a seco para laboratório (modelo Extrusora EX MICRO, Exteec Máquinas, Ribeirão Preto, São Paulo) (Figura 4).

Figura 4 – Processo de extrusão dos ingredientes para a fabricação da ração com base em farinha de larva de mosca, *Hermetia illucens*



Fonte: Autora.

Após a extrusão os *pellets* foram cozidos em uma panela em banho maria por 3 min., numa porção de um quilo por cozimento, logo após isso, foram distribuídos em bandejas de aço inox para secagem a 60°C em uma estufa com circulação e renovação de ar durante três horas.

A cada meia hora, a ração foi misturada para a homogeneização durante a secagem. Durante a secagem foram coletadas 0,5g de ração para a determinação do teor de umidade em um analisador rápido de umidade (MB35 Moisture Analyzer, Ohaus Corporation. New Jersey, EUA) a fim de se alcançar uma umidade homogênea em todas as dietas de 10%.

Logo após a secagem, as dietas foram retiradas da estufa, colocadas em caixotes para esfriar e depois acondicionadas em sacos plásticos e guardadas em câmara fria para posteriormente serem utilizadas na pesquisa.

Figura 5 – Rações experimentais utilizadas durante 42 dias de cultivo de camarões juvenis (*Litopenaeus vannamei*) com níveis de inclusões com variação em até 7% da farinha de larva de mosca soldado-negra.



Fonte: Autora.

Os animais foram submetidos a oito tratos diários, exclusivamente em bandejas de alimentação, posicionadas em cada tanque. A oferta das dietas ocorreu nos seguintes horários: 1ª refeição: 08:00h; 2ª refeição: 09:00h; 3ª refeição: 10:00h; 4ª refeição 11:00h; 5ª refeição: 13:00h; 6ª refeição: 14:00h; 7ª refeição: 15:00h.; 8ª refeição: 16:00h. As ofertas diárias foram divididas em partes iguais para cada refeição, sendo calculada a partir de uma tabela de alimentação.

3.4 Preparo dos Tanques

Os tanques foram submetidos à limpeza e desinfecção utilizando água doce e cloro na parte interna e externa para a desinfecção durante três dias. Todos os tanques foram equipados com um sistema de aeração, compostos por sistema de difusão de ar com pedras porosas, com uma potência total de 7,5 cv.

O sistema operou em regime de água clara. A água utilizada para abastecer os tanques de cultivo foi previamente desinfetada com cloro, sendo previamente filtrada através de um filtro de areia de 240 kg. Posteriormente, foram abastecidos com água estuarina e solução de cloro a 11 ppm, em sistema de recirculação de água. Como medida para elevar a alcalinidade da água de cultivo foi aplicado dois quilos de bicarbonato de sódio, mantendo o sistema sob recirculação durante 24 h.

3.5 Análise e Manejo dos Parâmetros de Qualidade de Água

Os parâmetros de qualidade da água foram medidos uma vez ao dia, durante todos os dias de cultivo (com exceção apenas nos domingos) no período da manhã. Os parâmetros foram aferidos utilizando pHmetro para pH da água (pHep by Hanna, Hanna Instruments, Woonsocket, Rhode Island, EUA) e a salinidade com o uso do refratômetro (ITREF40, Instrutemp Instrumentos de Medição Ltda, Belenzinho, São Paulo).

3.6 Umidade das Rações

O conteúdo de umidade das rações foi determinado utilizando 25 amostras, sendo 5 repetições com 3 g cada. As amostras foram pesadas e posteriormente passaram por um processo de secagem a 105°C em uma estufa com circulação e renovação de ar (Modelo MA-035/3, Marconi Equipamentos para Laboratório Ltda., Piracicaba, SP) e após 72 h foram retiradas da estufa e pesadas novamente.

3.7 Desempenho Zootécnico

Os camarões foram despescados após 42 dias de cultivo. Na despesca, os camarões foram contados individualmente com um total de 427 animais retirados de 44 tanques. Com estes dados, foram determinados os seguintes parâmetros:

1. Biomassa adquirida (g) = biomassa final (g) – biomassa inicial (g);
2. Sobrevivência final (%) = (número final de camarões ÷ número inicial de camarões) x 100;
3. Consumo alimentar aparente (g de ração por camarão) = (quantidade total de ração seca ingerida ÷ número inicial de camarões);
4. Fator de conversão alimentar (FCA) = consumo de ração aparente por tanque ÷ biomassa adquirida por tanque;
5. Ganho de peso corporal diário (GPD, g/dia) = ((peso corporal final – peso corporal inicial) ÷ dias de cultivo);
6. Produtividade final (g/m²) = biomassa final (g) ÷ área do tanque (m²);

3.8 Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas usando o programa estatístico IBM® SPSS® Statistics 23.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). A análise univariada (*One-Way* ANOVA) foi aplicada para determinar as diferenças no desempenho zootécnico dos camarões (sobrevivência final, crescimento, produtividade, peso corporal final e FCA) e parâmetros de qualidade de água (pH, salinidade e temperatura) em função da inclusão de farinha de larva de mosca. Quando observadas diferenças significativas, foi aplicado o teste *a posteriori* de Tukey HSD para comparar os valores médios entre dois tratamentos individuais. O nível de significância foi fixado em 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os camarões cresceram continuamente ao longo de todo cultivo, apresentando uma taxa de crescimento diário de $0,23 \pm 0,02$ g ($p > 0,05$). Os animais alcançaram um peso corporal e produtividade final de $17,12 \pm 1,14$ g e 448 ± 59 g/m², respectivamente. O FCA médio foi de $1,65 \pm 0,27$, alcançando uma sobrevivência final de $97,0 \pm 4,6\%$, não tendo sido detectado efeito negativo na inclusão da farinha de larva de mosca sobre esse parâmetro zootécnico ($p > 0,05$, Tabela 2). Os animais foram povoados com um peso corporal inicial de $7,63 \pm 0,42$ g, o que proporcionou uma boa tolerância a alta densidade e ao manuseio adotado durante o povoamento. Portanto, foi possível verificar que uma inclusão de até 7% de farinha de larva de mosca em substituição a farinha de vísceras e ossos de aves não ocasionou efeito deletério na sobrevivência de camarões juvenis.

Também não foi detectado efeito da inclusão da farinha de larva de mosca em substituição a farinha de vísceras de aves nestes parâmetros zootécnico ($p > 0,05$). O processo de ecdise foi evidente nos tratamentos com maior inclusão de farinha de mosca soldado-negra, o que pode ter influenciado devido o teor de colesterol presente na composição da mosca (Tabela 2). O colesterol é um precursor para o processo de “muda” sendo um esteroide essencial que está ligado ao processo de ecdise do camarão e a exigência é de 0,35% quando não há fosfolipídio na dieta (NUNES, 2011), além de que é um nutriente de alto valor comercial na inclusão para fabricação de ração.

Panini (2017) realizou um estudo para verificar a substituição da farinha de peixe pela farinha da mosca *Tenebrio molitor*. A autora substituiu a farinha de peixe pela de mosca em 0, 25, 50, 75 e 100%. Os camarões foram povoados com peso inicial de $4,42 \pm 0,02$ g em 15 tanques circulares de 400 L na densidade de 15 animais/tanque. Após 42 dias, os camarões alcançaram uma sobrevivência final e peso corporal final de 88,8% e 9,22 g, respectivamente. Corroborando com o presente trabalho, Panini (2017) também não detectou efeito significativo da substituição da farinha de peixe pela farinha de insetos sobre a sobrevivência ou peso corporal final dos camarões.

Tabela 3 – Desempenho zootécnico do *Litopenaeus vannamei* alimentado com inclusões crescentes de farinha de larva de mosca durante 42 dias de cultivo. Valores apresentados como média \pm desvio padrão (DP) obtidos de oito a nove tanques de cultivo. Letras em comum indicam diferença estatística não significativa segundo o teste *a posteriori* de Tukey HSD ao nível de significância de 0,05.

Parâmetro Zootécnico	Inclusão Dietética de Farinha de Larva de Mosca (%)					Média \pm DP	P ANOVA
	CTL	1	3	5	7		
Sobrevivência	95,6 \pm 7,3	97,8 \pm 4,4	97,8 \pm 6,7	96,7 \pm 5,0	97,5 \pm 4,6	97,0 \pm 5,5	0,909
Peso corporal inicial	7,73 \pm 0,42	7,51 \pm 0,25	7,65 \pm 0,57	7,56 \pm 0,35	7,69 \pm 0,49	7,63 \pm 0,42	0,669
Peso corporal final	16,80 \pm 0,60	17,06 \pm 0,95	17,34 \pm 1,49	17,20 \pm 1,31	17,22 \pm 1,33	17,12 \pm 1,14	0,594
Produtividade	415 \pm 58	457 \pm 39	463 \pm 73	451 \pm 29	456 \pm 82	448 \pm 59	0,456
Crescimento diário (g)	0,22 \pm 0,01	0,23 \pm 0,02	0,23 \pm 0,03	0,23 \pm 0,03	0,23 \pm 0,03	0,23 \pm 0,02	0,709
Consumo alimentar	14,3 \pm 0,6ab	14,2 \pm 0,3ab	15,0 \pm 0,8a	14,1 \pm 0,5b	14,8 \pm 0,8ab	-	0,026
FCA	1,76 \pm 0,32	1,57 \pm 0,12	1,66 \pm 0,34	1,57 \pm 0,12	1,68 \pm 0,38	1,65 \pm 0,27	0,541

Wang *et al.* (2019) substituíram a farinha de peixe pela farinha desengordura da larva da mosca-negra em 0, 16, 32, 48 e 64% em dietas isoprotéicas (39%) e isolipídicas (11%) para o robalo japonês, *Lateolabrax japonicus*. Ao término de 56 dias de alimentação, os autores concluíram que a substituição da farinha de peixe pela farinha de mosca desengordurada em até 64% não alterou o desempenho zootécnico, a histomorfologia hepática e intestinal do *L. japonicus*.

Em um estudo com juvenis da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, Freccia *et al.* (2016) utilizou a farinha da barata, *Nauphoeta cinérea* em inclusões de até 20%. Após 42 dias de cultivo, os animais alcançaram um peso corporal final, ganho total de peso corporal e sobrevivência final de $12,13 \pm 0,28$ g, $9,50 \pm 0,45$ g, $81,67 \pm 7,50\%$, respectivamente. Os autores concluíram que a farinha de *Nauphoeta cinérea* pode ser incluída em até 20% nas dietas para tilápia do Nilo. Sealey (2011) obteve em seu estudo com a truta arco íris, *Oncorhynchus mykiss*, um peso corporal final médio de 85 g e 93 g para inclusão de 25% e 50%, respectivamente quando da substituição da farinha de anchova pela farinha de mosca soldado-negra, o autor não detectou diferença estatística significativa, portanto demonstrando que a farinha de larva de mosca pode ser eficiente na substituição da farinha de peixe. Esses resultados podem ser justificados pelo perfil de aminoácido da farinha da mosca soldado-negra. O conteúdo de aminoácidos essenciais dessa matéria prima é próximo ao da farinha de peixe e melhor do que o farelo de soja (COSTA, 2019).

No presente estudo, houve uma diferença estaticamente significativa ao se comparar o consumo alimentar aparente da ração contendo 3 e 5% de farinha de mosca ($P < 0,05$). O consumo alimentar com 5% de farinha de mosca mostrou-se inferior quando comparado a 3%, porém similar comparado as demais dietas. A redução no consumo alimentar da dieta com 5% não está clara, já que os demais parâmetros zootécnicos se apresentaram adequados e sem variação estatística significativa comparado com as outras inclusões investigadas.

O sistema de cultivo em água clara, com recirculação e filtragem contínua da água no período noturno e luz diária entre 8h e 16h30 permitiu uma boa adequação dos parâmetros de qualidade de água (Tabela 3). A temperatura, pH e salinidade mantiveram estáveis ao longo dos 42 dias de cultivo, apresentando médias de $27,3 \pm 0,59^{\circ}\text{C}$, $7,68 \pm 0,14$ e 38 ± 1 ppt, respectivamente.

Tabela 4 – Médias (\pm DP), valores mínimos e máximos dos parâmetros de qualidade de água, tais como temperatura ($^{\circ}$ C), pH e salinidade, dos tanques de cultivo do *Litopenaeus vannamei* em sistema de água clara.

Parâmetro	Média (\pm DP)	Mínimo	Máximo
Temperatura ($^{\circ}$ C)	27,3 (\pm 0,59)	25,4	28,8
pH	7,68 (\pm 0,14)	7,20	8,0
Salinidade (g/L)	38 (\pm 1,00)	35	40

As rações apresentaram um teor médio de umidade (Tabela 4) de $10,53 \pm 0,93\%$, mostrando ser um nível recomendado pela literatura. Cuzon e Guillaume (1994), explicam que valores menores que 6% indicam uma secagem excessiva da ração e acima de 13% diminui a durabilidade da ração dentro da embalagem, prejudicando a qualidade nutricional do alimento. Assim, todas as rações estiveram em porcentagens favoráveis para que não houvesse uma perda fácil na água.

Tabela 5 – Médias (\pm DP) da análise de umidade das rações experimentais.

Ração	Média (\pm DP)
CTL	11,07 (\pm 0,55)
1%	10,60 (\pm 0,37)
3%	9,20 (\pm 0,96)
5%	11,33 (\pm 0,33)
7%	10,47 (\pm 0,56)

Todos os parâmetros de desempenho zootécnico foram satisfatórios para a farinha de insetos, visto que não houve nenhum efeito negativo em comparação a substituição por farinha de vísceras. Portanto, a farinha de larva da mosca negra pode ser utilizada com inclusões entre 1 e 7% e de forma segura em substituição parcial a farinha de vísceras e ossos de aves. FAO (2013) explica que, para a intensificação da produção da larva de moscas é necessário um aumento de mecanização, processamento e a logística para que se possa ter a redução dos custos de produção em relação a outros ingredientes primordiais utilizados em fabricação de ração.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desempenho zootécnico de juvenis do *Litopenaeus vannamei* não é afetado com a substituição parcial da farinha de vísceras e ossos de aves pela farinha de larva da mosca soldado-negra. A farinha da larva de mosca pode ser utilizada em inclusões dietéticas de até 7% sem efeitos deletérios na sobrevivência, crescimento e eficiência alimentar do *Litopenaeus vannamei* entre 7,5 e 17,1 g. Portanto, o uso da farinha de mosca é uma alternativa promissora para a formulação de rações comerciais de camarão e como fonte alternativa a substituição de proteínas tradicionais.

Estudos futuros devem investigar inclusões mais elevadas e buscar uma manipulação do perfil nutricional das moscas através de uma alimentação a base de resíduos da indústria da pesca e do processamento de pescado. Recomenda-se que pesquisas futuras avaliem o efeito da inclusão dietética da farinha de moscas em camarões nas fases larval e pós-larval.

REFERÊNCIAS

- ARANA, L. V. **Fundamentos de Aquicultura**. Florianópolis, 2004. 348 p.
- ABE, M.P. *et al.* Substituição da farinha de peixe por farelo de soja em dietas práticas para o camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*). **Ciência Rural**, v.38, n.1, p 219-224, 2006.
- AZEVEDO, R.D.S de. **Aplicações tecnológicas de moléculas bioativas obtidas a partir de resíduos do beneficiamento do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeuskroyeri*)**. 2013, 81 p. Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Maceió, 2013.
- AXTELL, R. C.; EDWARDS, T. D. *Hermetia illucens* Control in Poultry Manure by Larviciding. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, p. 1786–1787. 1970.
- BAJPAI, S., SHARMA, A., GUPTA, M.N. Removal and recovery of antinutritional factors from soybean flour, **Food Chemistry** 89, p 497-501, 2005.
- BRAGA, L. *et al.* Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de coprodutos agroindustriais para tilápia do Nilo de 40 g. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, p 1127-1136, 2010.
- BRASIL. **Pesquisa da Pecuária Municipal 2019**. 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940#notas-tabela>>. Acesso em: 19 nov. 2019.
- CARVALHO, L. C., *et al.* Possível utilização da farinha de insetos na alimentação de cães e gatos. **Caderno de Ciências Agrárias**, p 78-83, 2016.
- COSTA, D.V. Insetos como alimento para a aquicultura: devaneio ou realidade?. **Panorama da aqüicultura**. Rio de Janeiro. v. 29 n. 171, p 50-57, 2019.
- COSTA-NETO, E. M. **Insetos como fontes de alimentos para o homem: Valoração de recursos considerados repugnantes**. Caracas: INCI, p. 136-140, 2003.
- CUZON, G., GUILLAUME, C., Composition, preparation and utilization of feeds for Crustacea. **Aquaculture**. v.124, p. 253-267, 1994.
- DIENER, S. Valorisation of Organic Solid Waste using the Black Soldier Fly *Hermetia illucens*, in Low and Middle-Income Countries. 2010, 77 f. Doctoral-dissertation, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich, Zürich. 2010.
- DIENER, S. *et al.* Biological Treatment of Municipal Organic Waste using Black Soldier Fly Larvae. **Waste Biomass Valorization**, v 2, p 357–363, 2011.
- DOMINGOS J.A.S. & VINATEA L. Efeito do uso de diferentes quantidades de substratos artificiais na engorda do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), em sistema de cultivo semi-intensivo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v 34, p. 141 - 150. 2008.
- DOSSOU S. *et al.* Effect of partial replacement of fish meal by fermented rapeseed meal on growth, immune response and oxidative condition of red sea bream juvenile, *Pagrus major*. **Aquaculture**, v. 490, p. 228–235. 2018.

FAO.FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Edible insects: future prospects for food and feed security.** Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Rome: FAO, 2013. 201p.

FAO.FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals.** Rome: FAO, 2018. 227 p.

FERRARI, A. C. *et al.* Comparação dos padrões de atratividade de *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae) associada a carcaças de *Rattus norvegicus* enterradas e tratadas com hormônios esteróides. **Revista Brasileira de Entomologia.** São Paulo, p 565-569, 2009.

FRECCIA, A., *et al.* Insect meal in tilapia fingerlings diets. **Archivos de zootecnia.** p. 541-547, 2016.

FURUYA, W.M. *et al.* Digestibilidade aparente da energia e nutrientes do farelo de canola pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia,** Ilhéus, p. 611-616, 2001.

GUILLAUME, J. Protein and amino acids. In: D'ABRAMO, LR, DE CONKLIN, & MD AKIYAMA. Crustacean Nutrition. **World Aquaculture Society,** Baton Rouge, EUA, p. 26-50, 1997.

HALE, O. M. Dried *Hermetia illucens* larvae (Diptera: Stratiomyidae) as a feed additive for poultry. **Journal of Georgia Entomological Society.** v. 8, p. 17-20, 1973.

KROECKEL, S. *et al.* When a turbot catches a fly: Evaluation of a pre-pupae meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as fish meal substitute Growth performance and chitin degradation in juvenile turbot (*Psetta maxima*). **Aquaculture,** v. 364-365, p. 345-352, 2012.

LARDÉ, G. Recycling of coffee pulp by *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) larvae. **Biological wastes.** Amsterdam, p. 307-310, 1990.

NAYLOR, R. L. *et al.* Feeding aquaculture in an era of finite resources. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.** p. 15103 – 15110, 2009.

NEWTON, L. *et al.* Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure. **Animal and Poultry Waste Management Center,** North Carolina State University, Raleigh, 19 p, 2005.

NUNES, A. J. P.; SÁ, M. V. C.; NETO, H. S. As próximas gerações de ração para camarão marinho. **Panorama da Aquicultura.** Rio de Janeiro, p. 24-35, 2011.

NUNES A.J.P. *et al.* Practical supplementation of shrimp and fish feeds with crystalline aminoacids. **Aquaculture,** Amsterdam, v. 431, p. 20-27, 2014.

OLIVEIRA-COSTA, J. **Entomologia Forense – Quando os Insetos são Vestígios.** 1 ed. São Paulo: Millennium, 2003. 180 p.

PANINI, R. L. **Qualidade pós-despesca do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* alimentado com farinha de *Tenebrio molitor***. 2017, 115 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2017.

PARIPATANANONT, T. *et al.* Substitution of soy protein concentrate for fish meal in diets of tiger shrimp *Penaeus monodon*. **Aquaculture Research**, p. 369-374, 2001.

RODRIGUES, J. B. R. **Fontes e níveis de proteínas em rações para camarão *Penaeus paulensis* Pérez Farfante, 1967 e sua viabilização no cultivo em viveiro**. 1985, 85 f. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1985.

ROMEIRO, E. T.; OLIVEIRA, I. D.; CARVALHO, E. F. **Insetos como alternativa alimentar: artigo de revisão**. Contextos da Alimentação – Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade. v. 4, n. 1, 2015. Disponível em: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistacontextos/wp-content/uploads/2015/10/54_CA_artigo_ed_Vol_4_n_1_15_2.pdf> Acesso em: 10 set. 2019.

SAMOCHA, T. M. *et al.* Substitution of fish meal by co-extruded soybean poultry by-product meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 231, p. 197-203, 2004.

SEALEY, W. M. Sensory Analysis of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Fed Enriched Black Soldier Fly Pre pupae, *Hermetia illucens*. **Journal of the World Aquaculture Society**, p. 34-45, 2011.

TACON, A. G. J.; METIAN, M. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. **Aquaculture**, p. 146–158, 2008.

TOMBERLIN, J. K.; SHEPPARD, D. C.; JOYCE, J. A. Selected Life-History Traits of Black Soldier Flies (Diptera: Stratiomyidae) Reared on Three Artificial Diets. **Annals of the Entomological Society of America**, v 95, p. 379–386, 2002.

SOUZA, P. R. de. **Produção e caracterização de bio adsorvente obtido da exúvia da larva de *Hermetia illucens* para aplicação na extração de corantes aniônico sem matrizes aquosas**. 2016, 124 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Química, Ilhéus, 2016.

VAN HUIS, A. **Edible insects are the future?** The Proceedings of the Nutrition Society. The Nutrition Society Summer Meeting 2015 held at University of Nottingham, Nottingham. p. 1–12, 2016.

WANG, G. *et al.* Evaluation of defatted black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal as an alternative protein ingredient for juvenile Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*) diets. **Aquaculture**, p. 144-154, 2019.