

POTENCIALIDADE DO USO DE INSETOS PARA ALIMENTAÇÃO NA AQUICULTURA¹

POTENTIAL USE OF INSECTS FOR FOOD IN AQUACULTURE

Julio Cesar Surlo Babilon²

Jéferson Luiz Ferrari³

RESUMO: Para manter sucesso e o desenvolvimento sustentável da aquicultura existem aspectos imprescindíveis a serem enfrentados. A alimentação animal representa os maiores impactos econômicos produtivos do setor. Devido ao custo das matérias-primas disponíveis, o setor produtivo está sempre sob pressão para o desenvolvimento de meios alternativos que promovam maior sustentabilidade da cadeia produtiva de animais aquáticos. A utilização de insetos como fonte alimentar tem-se mostrado uma boa alternativa, o alto teor proteico com base na matéria seca adjunto a outras substâncias ativas, tornam as farinhas de insetos promissoras ingredientes para fabricação de compostos nutricionais. Com base nessa concepção, objetivou-se fazer uma análise bibliográfica em bases científicas nacionais e internacionais sobre espécies de insetos que proporcionem boas condições nutricionais, baixo impacto ambiental e vantagens socioeconômicas na criação, direcionadas para a alimentação de organismos aquáticos da aquicultura.

Palavras-chave: Insetos como alimento; Nutrição de organismos aquáticos; Produtividade aquícola; Sustentabilidade na aquicultura.

ABSTRACT: To maintain the success and sustainable development of the aquaculture agroindustry, there are essential aspects to be faced. Animal feed represents the largest productive economic impacts in the sector. Due to the cost of available raw materials, the manufacturing sector is always under pressure to develop alternative means that promote greater sustainability in the aquaculture production chain. The use of insects as a food source has been shown to be a good alternative, the high protein content, based on dry matter, besides presenting other active substances, make insect flours promising ingredients for manufacturing of nutritional compounds. Based on this conception, the objective was to carry out a bibliographic analysis in national and international scientific bases on insect species that provide good nutritional conditions, low environmental impact and socioeconomic advantages in breeding, aimed at the nutritional supplementation of aquatic organisms from aquaculture.

Keywords: Insects as food; Nutrition of aquatic organisms; Aquaculture productivity; Sustainability in aquaculture.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o último relatório estatístico publicado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2020), a produção de organismos

¹ Trabalho Final de Curso de Graduação em Engenharia de Aquicultura do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre.

² Graduando no Curso de Bacharelado em Engenharia de Aquicultura do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre; E-mail: julio.babilon@gmail.com.

³ Professor orientador do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre; E-mail: ferrarijuliz@gmail.com.

aquáticos representou 114,5 milhões de toneladas em peso vivo em 2018, com previsão de 204 milhões de toneladas em 2030. Com o crescimento do setor, a disponibilidade de alimentos com alta qualidade nutricional, digestibilidade, palatabilidade e geração mínima de resíduos está entre principais obstáculos a serem enfrentados para a sustentabilidade produtiva da aquicultura (ARÉVALO, 2019; FAO, 2020).

Entre as soluções sustentáveis sugeridas ao setor produtivo aquícola está a mudança do uso dos sistemas convencionais alimentares para sistemas alternativos (FAO, 2020). A produção de insetos como fonte alimentar é considerada uma estratégia viável que poderia transformar o quadro alimentar atual dos setores produtivos de proteína animal (FAO, 2013; MAKKAR *et al.*, 2014; VAN HUIS, 2019). Diversos artigos publicados sobre o uso de insetos como alternativa alimentar sustentável na aquicultura estão disponíveis (LI *et al.*, 2017; MAGALHÃES *et al.*, 2017; KURNIAWAN *et al.*, 2018; LU *et al.*, 2020; YILDIRIM-AKSOY; ELJACK; BECK, 2020).

Quando comparados a ingredientes proteicos convencionais, os insetos têm várias vantagens, incluindo serem criados com subprodutos orgânicos descartados, com baixo consumo de água, alta eficiência de conversão alimentar, emissão de baixos níveis de carbono, poucos problemas de bem-estar animal e baixo risco de transmissão de infecções zoonóticas (FAO, 2013; WANG e SHELOMI, 2017; VAN HUIS, 2019). A alimentação animal representa as maiores despesas econômicas do setor produtivo aquícola, apresentando variações de 40 a 70% do custo de produção devido ao custo das matérias-primas disponíveis (KUBITZA, 2009; FAO 2020). Diante desse quadro, o setor produtivo está sempre sob pressão para o desenvolvimento de meios que promovam maior sustentabilidade da cadeia produtiva aquícola (ARÉVOLO, 2019; KAMIMURA, 2021).

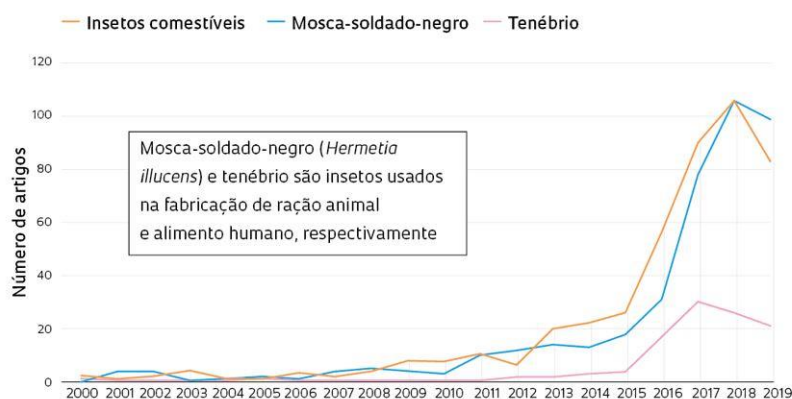
Baseando-se nessa premissa, esta revisão bibliográfica objetiva-se analisar uma alternativa alimentar para o setor produtivo aquícola, com ênfase no uso de insetos como matéria-prima para serem empregada na nutrição de animais aquáticos.

A metodologia utilizada baseou-se em artigos, livros e manuais publicados em bases científicas de dados, sendo consultados as bases *Web of Science* e SciELO, disponíveis no Portal de periódicos da CAPES. Também foram consultados artigos no *Research Gate* e no Google Acadêmico. As palavras-chave utilizadas foram: “Insetos na aquicultura”, “Insetos como ingredientes nutricionais”, “Entomofagia na aquicultura”, “*Insect meal*”, “*Insect meal on aquaculture*”, “*Tenebrio molitor on aquaculture*”, “*Black Soldier fly on aquaculture*”, “*Entomophagy on aquaculture*”.

2 INSETOS COMO ALTERNATIVA ALIMENTAR

O interesse acadêmico na utilização de insetos como alimento ou matéria prima para alimentação de animais de cultivo tem aumentado exponencialmente (BARROSO *et al.*, 2014; SÁNCHEZ-MUROS, *et al.*, 2014; OONINCX *et al.*, 2015; GOVORUSHKO, 2019). Pesquisas realizadas no portal Web Science (Figura 1), pelos termos “insetos comestíveis”, “mosca soldado negro”, “insetos como alimento” e “farinha de inseto” tem tido grande relevância na comunidade científica tendo um aumento de artigos publicados após 2015.

Figura 1 – Artigos indexados na base de dados Web of Science, após 2015, com os termos insetos comestíveis, mosca soldado negro e tenébrio.



Fonte: Modificado de Van Huis, 2019.

Nos últimos anos foram publicados diversos estudos relacionados a produção de biomassa proteica com base em insetos e entre os potenciais insetos estudados são destacadas espécies pertencentes às ordens Diptera (mosca soldado negro, mosca

doméstica), Coleoptera (besouros), Orthoptera (gafanhotos e grilos), Blattaria (barata cinérea e barata madagascar), Lepidoptera (borboletas e mariposas) (FAO, 2013). Tais estudos tem apresentado resultados promissores como alternativas proteicas direcionadas a suplementação nutricional de animais de produção (MAKKAR *et al.*, 2014; VAN HUIS, 2019; GOVORUSHKO, 2019; KAMIMURA, 2021).

2.1 INSETOS NA AQUICULTURA

A busca por alternativas proteicas de qualidade e comprometidas com os padrões produtivos sustentáveis tem se tornado uma questão de grande importância para o crescimento produtivo da aquicultura mundial (FAO, 2020). Uma das principais limitações enfrentadas pelo setor produtivo aquícola são os custos proibitivos da ração, ingredientes convencionais como a farinha de carne, farinha de peixe e farinha de soja que representam os maiores custos produtivos da aquicultura (FAO 2020). No panorama mundial, a farinha e o óleo de peixe tem histórico de serem os ingredientes mais utilizados nas formulações de dietas comerciais, devido a sua digestibilidade e qualidade nutricional fornecida (MOUTINHO *et al.*, 2017; FAO, 2020). Entretanto, o custo destes ingredientes e a sua disponibilidade no mercado tem afetado diretamente os setores produtivos (FAO, 2020).

Devido a redução dos estoques pesqueiros, grande parte de farinha de peixe disponível no mercado é proveniente do reaproveitamento de resíduos das indústrias de processamento animal, tendo composição bromatológica e qualidade microbiológica variáveis, o que pode inferir na qualidade do produto final da produção aquícola devido a qualidade do filé ser afetada principalmente pelo perfil de ácido graxo, que depende dos teores de óleo de peixe na dieta (REIS; DIAS, 2020, FAO 2020).

Diante a essa problemática, o uso de insetos como alternativa alimentar tem apresentado resultados promissores como uma opção viável a nutrição animal aquílica (FAO, 2013; VAN HUIS, 2019). Os insetos apresentam grande potencial nutricional por sua composição química rica em proteína, lipídios, e outras substâncias ativas (MAKKAR *et al.*, 2014; USHAKOVA *et al.*, 2016; SPRANGHERS *et al.*, 2017; GOVORUSHKO, 2019; MOUITHYS-MICKALAD *et al.*, 2020). O seu alto

valor nutricional somados a sua qualidade digestível, tornam o uso de insetos uma alternativa alimentar promissora, principalmente pelo seu potencial uso na substituição de ingredientes tradicionais utilizados em formulações nutricionais como o farelo de soja e a farinha de peixe (FAO, 2013; VAN HUIS, 2013; KURNIAWAN *et al.*, 2018).

No cenário produtivo mundial da aquicultura, existe a intensificação de pesquisas voltadas para o desenvolvimento e implementação de farinhas proteicas para a alimentação de diversas espécies comercialmente produzidas (BORGOGNO *et al.*, 2017; MAGALHÃES *et al.*, 2017; PANINI *et al.*, 2017). Entre os diversos aspectos que fazem o uso de insetos uma viável alternativa alimentar para a aquicultura são citadas: a palatabilidade, a boa digestibilidade, o perfil de aminoácidos semelhantes a farinha de peixe, o cultivo em cativeiro facilitado e a possibilidade de manipulação nutricional, conforme a espécie e o estágio de desenvolvimento (larva, pupa, ninfa ou adulto) (FAO, 2013; BARROSO *et al.*, 2014; BARRAGAN-FONSECA *et al.*, 2017; VAN HUIS, 2019).

2.2 INSETOS E O SEU VALOR NUTRICIONAL

Em um estudo realizado por Makkar *et al.*, (2014), sobre a composição química nutricional de farinhas de insetos em comparativo com a farinha de peixe e o farelo de soja (Tabela 1). Os dados indicam que as farinhas de larvas e pupas de insetos geralmente são mais ricas em lipídeos em comparação com o convencional farelo de soja e a farinha de peixe. Os teores de proteína bruta presentes nas diferentes farinhas de insetos indicaram uma variação entre 42,10% e 75,60%, indicando uma composição rica em proteínas de alto valor biológico. Além do alto teor proteico, insetos como a mosca-soldado negro (*Hermetia illucens*), e o tenébrio (*Tenebrio molitor*) indicam altos teores de energia, uma vez que, possuem alto teor de extrato etéreo em sua composição química (MAKKAR *et al.*, 2014; MOUITHYS-MICKALAD *et al.*, 2020; GOVORUSHKO, 2019; KAMIMURA, 2021).

Tabela 1 - Composição química farinha de insetos, peixe e farelo de soja

VARIÁVEL NUTRICIONAL %MS	FARINHAS									
	INSETOS								CONVENCIONAIS	
	LBSF	LMD	TM	GF	GL	PBS	PBSd	BC	FIP	FS
PB (%)	42,10	50,40	52,80	57,30	63,30	60,70	75,60	64,7	67,80	45,85
FB (%)	7,0	5,7	5,1	8,5	18,3	3,9	6,6	7,5	-	5,25
EE (%)	26,0	18,9	36,1	8,5	10,0	25,7	4,7	22,68	10,3	1,40
MM (%)	20,6	10,1	3,1	6,6	17,3	5,8	6,8	3,68	19,3	5,72
EB (MJ kg⁻¹)	22,1	22,9	26,8	21,8	5,6	25,01	22,01	30,7	20,2	17,1
EM(Kcal kg⁻¹)	2056	-	5258	-	1402	674	-	-	-	2486

PB = proteína bruta, FB = fibra bruta, EE = extrato etéreo, MM = matéria mineral, EB = energia bruta, EM = energia metabolizável. L= Larva; BSF= Mosca soldado negro; MD= mosca doméstica; TM= Tenebrio Molitor; GF= Gafanhoto; Gl= Grilo; P= Pupa; BS= Bicho da seda; d= desengordurada; BC= Barata cinérea; FIP= Farinha integral de peixe; FS= Farelo de soja.

Fonte: Modificado de Makkar *et al.* (2014) e Kamimura (2021).

Em relação aos lipídios presentes, os insetos apresentam uma proporção muito menor de ômega 3 quando comparados a farinha de peixe, enquanto apresentam composição de ácidos graxos saturados semelhantes. Ressalta-se que, entretanto, os insetos têm quase duas vezes a quantidade de ácidos graxos monoinsaturados do que as presentes na farinha de peixe e farelo de soja (BARROSO *et al.*, 2014; MAKKAR *et al.*, 2014; BORRELLI *et al.*, 2021).

Em relação aos aminoácidos presentes na matéria seca das diferentes farinhas de insetos (Tabela 2), observa-se que as farinhas de insetos apresentam um bom equilíbrio de aminoácidos, a mosca soldado negro em especial, se assemelha à composição da farinha de peixe podendo ser uns dos seus possíveis substitutos (BARROSO *et al.*, 2014; MAKKAR *et al.*, 2014; BARRAGAN-FONSECA *et al.*, 2017; HENRY *et al.*, 2018; LU *et al.*, 2020).

Tabela 2 - Composição de aminoácidos de farinha de insetos, peixe e farelo de soja

AMINOÁCIDOS (%MS)	FARINHAS									
	INSETOS								CONVENCIONAIS	
	LMSN	LMD	TM	GF	GL	PBS	PBSd	BC	FIP	FS
Metionina	2,1	2,2	1,5	2,3	1,4	3,5	3	0,96	2,7	1,32
Cistina	0,1	0,7	0,8	1,1	0,8	1	0,8	0,8	0,8	1,38
Valina	8,2	4	6	4	5,1	5,5	4,9	3,84	4,9	4,5
Isoleucina	5,1	3,2	4,6	4	4,4	5,1	3,9	2,2	4,2	4,16
Leucina	7,9	5,4	8,6	5,8	9,8	7,5	5,8	3,75	7,2	7,58
Fenilalanina	5,2	4,6	4	3,4	3	5,2	4,4	2,32	3,9	5,16
Tirosina	6,9	4,7	7,4	3,3	5,2	5,9	5,5	3,86	3,1	3,35
Histidina	3	2,4	3,4	3	2,3	2,6	2,6	1,56	2,4	3,06
Lisina	6,6	6,1	5,4	4,7	5,4	7	6,1	3,21	7,5	6,18
Treonina	3,7	3,5	4	3,5	3,6	5,1	4,8	2,05	4,1	3,78
Triptofano	0,5	1,5	0,6	0,8	0,6	0,9	1,4	0,54	1	1,36
Serina	3,1	3,6	7	5	4,6	5	4,5	2,03	3,9	5,18
Arginina	5,6	4,6	4,8	5,6	6,1	5,6	5,1	3,2	6,2	7,64
Ác. Glutâmico	10,9	11,7	11,3	15,4	10,4	13,9	8,3	5,99	12,6	19,92
Ác. Aspártico	11	7,5	7,5	9,4	7,7	10,4	7,8	4,66	9,1	14,14
Prolina	6,6	3,3	6,8	2,9	5,6	5,2	-	2,83	4,2	5,99
Glicina	5,7	4,2	4,9	4,8	5,2	4,8	3,7	3,49	6,4	4,52
Alanina	7,7	5,8	7,3	4,6	8,8	5,8	4,4	4,35	6,3	4,54

L= Larva; MSN= Mosca soldado negro; MD= Mosca doméstica; TM= Tenebrio Molitor; GF= Gafanhoto; GI= Grilo; P= Pupa; BS= Bicho da seda; d= Desengordurada; BC= Barata cinérea; FIP= Farinha integral de de peixe; FS= Farelo de soja.

Fonte: Modificado de Makkar *et al.* (2014), Oliveira (2018), Fontes *et al.* (2019) e Kamimura (2021).

Além de composição rica em proteínas e fonte de lipídios, as farinhas de insetos se mostram boas fontes de minerais (Tabela 3). Minerais como cobre, ferro, magnésio, fosforo, selênio, zinco e manganês estão presentes em sua composição química, entretanto, existe uma variação quantitativa entre as espécies (MAKKAR *et al.*, 2014). Todavia, grande parte das farinhas com base em insetos se mostram deficientes em fósforo e cálcio, tendo a suplementação desses minerais quando necessário na formulação de rações (VAN HUIS, 2013; MAKKAR *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2018; FONTES *et al.*, 2019; KAMIMURA *et al.*, 2021).

Tabela 3 - Composição mineral de farinha de insetos, peixe e farelo soja

MINERAIS (%MS)	FARINHAS								
	INSETOS							CONVENCIONAIS	
	LMSN	LMD	TM	GF	GL	PBS	PBSd	FIP	FS
Ca (g kg ⁻¹)	75,6	4,7	2,7	-	10,1	3,8	4	4,34	0,39
P (g kg ⁻¹)	9	16	7,8	-	7,9	6	8,7	2,79	0,69
Ca: P	8,4	0,29	0,35	1,18	1,28	0,63	0,46	1,56	0,57
Mg (g kg ⁻¹)	3,9	3,4	2,3	-	12	0,498	-	2,4	2,6
Na (g kg ⁻¹)	1,3	5,2	0,9	-	1,3	0,475	-	11,76	0,05
K (g kg ⁻¹)	6,9	5,7	8,9	-	3,4	3,16	-	8,2	20,2
Cl (g kg ⁻¹)	-	-	1,8	-	2,2	0,62	-	18,4	0,3
Fe (g kg ⁻¹)	1,37	1	57	-	116	57	-	0,405	119
Zn (mg kg ⁻¹)	108	27	116	-	215	224	-	107	50
Cu (mg kg ⁻¹)	6	119	16	-	15	15	-	20	30
Mn (mg kg ⁻¹)	-	9	9	-	40	18	-	20	30
I (mg kg ⁻¹)	-	-	0,17	-	0,21	<0,1	-	3	0,1
Se (mg kg ⁻¹)	-	-	0,25	-	0,19	0,14	-	0,4	0,3

L= Larva; MSN= Mosca soldado negro; MD= mosca doméstica; TM= Tenebrio Molitor; GF= Gafanhoto; GL= Grilo; P= Pupa; BS= Bicho da seda; d= desengordurada; BC= Barata cinérea; FIP= Farinha integral de peixe; FS= Farelo de soja.

Fonte: Modificado de Makkar *et al.* (2014), Oliveira (2018), Fontes *et al.* (2019) e Kamimura (2021).

3 ESPÉCIES DE INSETOS COM POTENCIAL PARA AQUICULTURA

3.1 MOSCA SOLDADO NEGRO (*Hermetia illucens*, Linnaeus, 1758)

Entre as espécies de insetos comestíveis potenciais na alimentação animal aquícola, a mosca soldado negro (*Hermetia illucens*), é uma candidata promissora como alternativa para a substituição de matérias-primas convencionais como a farinha de peixe e o farelo de soja utilizados na formulação de compostos nutricionais (FAO, 2013; CUMMINS *et al.*, 2017; VAN HUIS, 2019). Dentre as características de destaque dessa espécie está a sua alta capacidade de converter resíduos orgânicos em biomassa proteica, ciclo de vida curto e o seu facilitado manejo produtivo (SHEPPARD *et al.*, 1994; CARUSO *et al.*, 2014; BARRAGAN-FONSECA *et al.*, 2017; LOPES, 2021).

Seu cultivo é simplificado e pode ser feito com estruturas físicas de baixo custo, constituindo-se de um criatório larval e um ambiente reprodutivo, podendo o mesmo ser adaptado para padrões comerciais visando a obtenção de uma maior biomassa

produtiva (CARUSO *et al.*, 2014; WANG, *et al.*, 2017). O cultivo possui um manejo com ênfase de criação durante seu estado larval onde é o único estágio em que se alimentam. Durante seu ciclo de vida, a larva ganha aproximadamente 6000 vezes sua massa inicial (CARUSO *et al.*, 2014, MAKKAR *et al.*, 2014).

Durante seu desenvolvimento larval, esses insetos consomem grandes quantidades de materiais orgânicos, proporcionando um potencial agroecológico na reciclagem de resíduos orgânicos, além de produzir uma biomassa rica em proteínas e lipídios, que podem ser introduzidas como fonte alimentar em dietas de animais de produção comercial, além de gerar valiosos subprodutos como fertilizantes, favorecendo assim, a sustentabilidade econômica produtiva (FAO, 2013; CARUSO *et al.*, 2014; VAN HUIS, 2019; LOPES, 2020).

O seu ciclo de vida curto (Figura 2), dura em torno de 40 dias, em temperatura média de 27°C, tendo o seu estágio larval como foco comercial produtivo (MAKKAR *et al.*, 2014), tanto para serem utilizados na fabricação de farinhas proteicas como para seu uso no tratamento de resíduos orgânicos, o estágio larval dura em média 18 dias período que passam por cinco instars (estágios), de desenvolvimento (TOMBERLIN *et al.*, 2002).

Figura 2 - Ciclo de vida da mosca soldado negro (*Hermetia illucens*)



Fonte: composteirahumi.eco.br

Durante a sua fase larval, essa espécie apresenta grande valor proteico, tendo variações de 40 a 63%. As concentrações de proteínas e aminoácidos são dependentes do tipo e da qualidade do substrato oferecido ao inseto (OONINCX *et al.*, 2015; BARRAGAN-FONSECA *et al.*, 2017). Estudos comparativos entre a

composição química de aminoácidos presentes em farinha de mosca soldado negro e a convencional farinha de peixe indicaram teores superiores ou semelhantes, corroborando com a hipótese do seu potencial uso voltado a substituição da farinha de peixe por farinha de mosca-soldado negra em dietas de animais aquáticos (BARROSO *et al.*, 2014; MAKKAR *et al.*, 2014).

Em relação aos lipídios, a mosca soldado negro apresenta-se como uma fonte rica, tendo variações de 15 a 35%, dependendo do substrato fornecido, sendo possível a redução desses teores através de processos de desengorduramento (Bußler *et al.*, 2016). A pré-pupa da mosca soldado negro é rica em lipídios e apresenta o ácido láurico como ácido graxo predominante, e seu derivado monoglicerídeo, monolaurato de glicerol, conhecido por sua ação antimicrobiana (SPRANGHERS *et al.*, 2017; BORRELI *et al.*, 2021).

Outro aspecto importante de sua composição química é a presença de características naturais de antibióticos (NEWTON *et al.*, 2008; MOUITHYS-MICKALAD, 2020; BORRELLI, *et al.*, 2021). A larva ou pupa apresenta 58 a 72% de ácidos graxos saturados de cadeia média (AGCM), 19 a 40% de ácidos monoinsaturados (AGMI) e até 32% de ácidos poli-insaturados (AGPI) (EWALD *et al.*, 2020). Os ácidos graxos de cadeia média são propostos como alternativas aos antibióticos convencionais promotores de crescimento utilizados na nutrição animal (FORTUOSO *et al.*, 2019; ZHOU *et al.*, 2019).

O melhor estágio larval a ser usado como ingrediente na formulação de ração animal é o de pré-pupa, onde além dos benefícios nutricionais apresentam um nível menor de quitina favorecendo a sua digestibilidade, entretanto, a mosca soldado negro apresenta grande versatilidade podendo serem utilizadas em diferentes estágios de seu ciclo (MAKKAR *et al.*, 2014). Em dietas animais as larvas de mosca soldado negro podem ser ofertadas vivas ou processadas sendo desidratadas e moídas na forma de farinha integral ou farinha parcialmente desengordurada (FAO, 2013; MAKKAR *et al.*, 2014, BUßLER *et al.*, 2016).

Entre os insetos viáveis, a mosca soldado negro apresentou características que as tornam viáveis (ou interessantes) para serem aplicadas na aquicultura: ciclo de vida

curto, fácil manejo e capacidade de transformar resíduos orgânicos em biomassa proteica e lipídica de qualidade, o que pode favorecer positivamente a sustentabilidade do setor produtivo aquícola (MAKKAR, *et al.*, 2014; MAGALHÃES, *et al.*, 2017; BARRAGAN-FONSECA, *et al.*, 2017; LU, *et al.*, 2020; MOUITHYS-MICHALAD, *et al.*, 2020).

O uso da farinha de mosca soldado negro como alternativa a farinha de peixe, tem impulsionado diversas pesquisas que buscam avaliar os efeitos de sua inclusão em dietas de diversas espécies comercialmente produzidas em vários países. No Quadro 1, são exemplificados algumas dessas pesquisas que visam analisar os efeitos da substituição parcial ou total da farinha de peixe em dietas comerciais.

Quadro 1 - Pesquisas científicas sobre o uso substituto da farinha de peixe pela farinha de larvas de mosca soldado negro em dietas aquícolas

DIETAS EXPERIMENTAIS	RESULTADOS	REFERÊNCIA
Substituição de 0%, 25%, 50% 75% e 100% de farinha de peixe por farinha de larvas de mosca soldado negro na alimentação da espécie <i>Oreochromis niloticus</i> .	Até 70% é possível fazer a substituição sem comprometer o ganho de peso, taxa de crescimento e taxa de eficiência proteica. Houve o aumento do conteúdo de ácidos graxos saturados e a redução de eicosapentaenoico.	Devic <i>et al.</i> (2017)
Substituição de farinha de peixe por farinha de mosca soldado negro em três tratamentos 15%, 30% e 45% na dieta da espécie <i>Dicentrarchus labrax</i> .	A substituição da farinha de mosca soldado negro pode substituir com sucesso 45% de farinha de peixe nas dietas de juvenis sem qualquer efeito negativo sobre o crescimento, digestibilidade ou atividade enzimática.	Magalhães, <i>et al.</i> (2017)
Substituição da farinha de peixe pela farinha de mosca soldado negro em proporções de 13%, 25%, 37%, 48%, 68%, 85% e 100% na dieta da espécie <i>Pelteobagrus fulvidraco</i> .	A dieta baseada na inclusão de mosca soldado negro favoreceu as respostas imunológicas do animal. Foram observadas melhoras imunológicas nos grupos alimentados com dietas de até 48%. Os teores de 25% apresentaram os melhores resultados, entretanto, dietas com 68%, 85% e 100% apresentaram resultados inferiores a dieta controle.	Xiao <i>et al.</i> (2018)
Substituição da farinha de peixe por farinha de mosca soldado negro na dieta de juvenis da espécie <i>Cyprinus carpio</i> Var. Jian em cinco tratamentos 0%, 25%, 50%, 75% e 100%.	A substituição da farinha de peixe por farinha de mosca soldado negro não apresentou efeito negativo sobre o desempenho de crescimento dos peixes, sugerindo a viabilidade da substituição de até 100% da farinha de peixe por farinha de mosca soldado negro.	Li <i>et al.</i> (2017)
Substituição da farinha de peixe por farinha de pré-pupa de mosca soldado negro em dietas da espécie <i>Anabas testudineus</i> em três tratamentos 0%, 59,1% e 36,6%.	A farinha apresentou boa aceitação pelos animais, sendo matéria prima potencial a substituição de farinha de peixe, o custo da refeição de mosca soldado negro ficou maior que o de farinha de peixe, entretanto, é possível reduzir os custos de produção principalmente na secagem e coleta em comparação com a farinha de peixe.	Vongvichithet <i>al.</i> (2020)

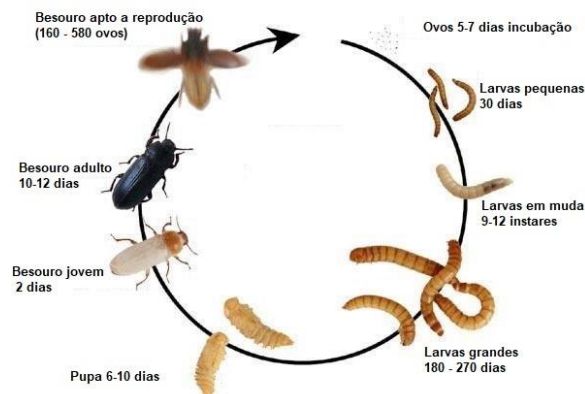
Fonte: Elaborado pelo autor, de acordo com as referências citadas no referido quadro.

No mercado mundial atual, existem empresas como a *AgriProtein* (África do Sul), *Protix* (Holanda), *Enterra Feed* (Canadá) e *Entobel* (Vietnam), que apresentam investimentos de milhões de dólares voltados para a produção de mosca soldado negro em escala industrial para a fabricação de seus produtos como a farinha proteica, óleo e fertilizante. No Chile, a empresa *Feed for future* atua desde 2014, especializada na produção de farinha e óleo de larva de mosca soldado negro para salmonídeos. A empresa oferece ao mercado consumidor farinhas comerciais de 45% de proteína e 25% de lipídeos e uma outra de 60% de proteína e 15% de lipídeos. No Brasil essa cultura ainda é pouco difundida tendo sua produção em pequena escala essencialmente voltada a aquaristas e outras criações de pet. O custo desses alimentos no mercado brasileiro ainda é oneroso podendo chegar a R\$ 300,00 por kg (COSTA, 2019).

3.3 TENÉBRIO (*Tenebrio molitor*, Linnaeus, 1758)

Outro potencial inseto que tem atraído a atenção de pesquisadores é o besouro tenébrio, popularmente conhecido no Brasil como “bicho da farinha” (REZENDE *et al.*, 2020). Em condições biológicas naturais o ciclo de vida dos tenébrios variam de 6 a 12 meses consistindo das fases ovo, larva, pupa e adulto (Figura 3), entretanto, temperaturas mais quentes e a composição nutricional de sua dieta podem inferir em ciclos reduzidos (MAKKAR *et al.*, 2014; SANCHES-MUROS *et al.*, 2014).

Figura 3 - Ciclo de vida besouro tenébrio (*Tenebrio molitor*).



Fonte: Adaptado de Pinterest.com.

Seu sistema de criação é versátil tendo sua estrutura física de cultivo de baixo custo e fácil manejo, podem ser criados em caixas de madeira, plástico entre outros materiais, sendo os mesmos separados em criadouros individuais para cada estágio, evitando-se o canibalismo. A temperatura ideal de cultivo recomendada ao seu desenvolvimento fica entre 26° a 32°C. Sua alimentação consiste da forragem de seu ambiente de cultivo com substratos de cereais tais como, farelo de trigo, arroz, aveia entre outros, tendo a suplementação de fatias de leguminosas que além de incrementarem sua nutrição, atuam como fonte de água para os animais (VAN HUIS *et al.*, 2013; KAMIMURA, 2021).

Quando processados em farinha, esses insetos são utilizados durante a sua fase larval (MAKKAR *et al.*, 2014). Em estudos comparativos referente a composição química nutricional da farinha do tenébrio e farinha de peixe, foram verificados que farinhas do tenébrio apresentam-se como uma fonte rica em lipídios, indicando teores superiores aos encontrados na farinha de peixe (MAKKAR *et al.*, 2014; IACONIAL *et al.*, 2017).

Em relação a proteína bruta, o tenébrio mostrou-se uma alternativa viável como matéria-prima alternativa para formulação de compostos nutricionais, apresentando teores brutos superiores a 50% em sua matéria seca. Em sua composição de aminoácidos, a farinha de larvas do tenébrio apresentaram maiores teores de aminoácidos tais como arginina, histidina, isoleucina, leucina, valina, fenilamina, treonina e triptofano quando comparados a farinha de peixe (MAKKAR *et al.*, 2014; IACONIAL *et al.*, 2017).

Outro aspecto nutricional proporcionado pela farinha do tenébrio em comparação com a farinha de peixe é o seu teor de vitamina C. Foram constatados 12 mg kg⁻¹ de vitamina C em sua matéria seca sendo a mesma ausente na farinha de peixe (FINKE, 2002). Em dietas comerciais de peixes a suplementação de vitamina C é fundamental para o seu desenvolvimento de compostos nutricionais, devido a sua participação em processos fisiológicos, resposta imunológica e crescimento dos animais (VALENTE, 2018). O uso da farinha de tenébrio pode vir a reduzir o uso de suplementos de vitamina C nas formulações reduzindo-se o custo final produtivo.

A utilização da farinha do tenébrio tem apresentado resultados promissores em diversas pesquisas (Quadro 2).

Quadro 2 - Pesquisas científicas sobre o uso substituto da farinha de peixe pela farinha de larvas do tenébrio em dietas comerciais aquícolas

Dieta experimental	Resultados	Referência
Substituição de 0%, 20%, 40%, 60%, 80% e 100% da farinha de peixe pela farinha de larvas do tenébrio para juvenis da espécie <i>Clarias gariepinus</i> .	É recomendável sua substituição até 40% não afetando negativamente o peso final. Em 20% apresentaram os melhores resultados no crescimento e na eficiência alimentar.	Ng <i>et al.</i> (2001)
Introdução de 30% de farinha de tenébrio na alimentação de juvenis da espécie <i>Colossoma macropomum</i> .	Não foram constatados influencia na digestibilidade de nutrientes e no seu desempenho, evidenciando seu potencial uso na alimentação dessa espécie.	Lira (2015)
Substituição de 0%, 26% e 50% da farinha de peixe por farinha de larvas do tenébrio na alimentação da espécie <i>Oncorhynchus mykiss</i> .	Não apresentaram efeitos negativos no peso final, taxa de crescimento específica e eficiência proteica. Dietas com 26% e 50% tiveram aumento de EPA e redução de DHA muscular.	Belforti <i>et al.</i> (2015)
Substituição de 0%, 26% e 50% da farinha de peixe por farinha de larvas do tenébrio na alimentação da espécie <i>Oncorhynchus mykiss</i> .	Aumentaram a atividade enzimática antioxidante no intestino proximal e distal. As dietas promoveram atividade bacteriológica mais rápida contra <i>E. Coli</i> . Dieta com 50% aumentou significativamente a atividade da mieloperoxidase e a inibição da tripsina.	Henry <i>et al.</i> (2018b)
Substituição de 0%, 7%, 14% e 21% da farinha de peixe por larvas secas e moidas do tenébrio na alimentação da espécie <i>Siniperca scherzeri</i> .	Dieta com 14% apresentou maior ganho de peso, taxa de crescimento, eficiência proteica, retenção de lipídeo e proteína. Todas as dietas aumentaram os níveis de ácido oleico e linoleico. Todas as dietas melhoram o status antioxidante e anti-microbiológico.	Sankian <i>et al.</i> (2018)

Fonte: Elaborado pelo autor, de acordo com as referências citadas no referido quadro.

Os resultados apresentados indicam o potencial uso dessa espécie como alternativa a farinha de peixe e farelo de soja, podendo a mesma apresentar menores custos produtivos em relação aos ingredientes convencionais (REIS; DIAS, 2020).

No mercado mundial existem empresas especializadas na produção de tenébrio como a *Ynsect* (França), tendo investimentos de mais de 125 milhões de dólares em sua fazenda de insetos, tendo capacidade produtiva para 20.000 toneladas de farinha por ano. No Brasil o tenébrio ainda é produzido em pequena escala voltado principalmente para o mercado Pet, as iniciativas de produção são mais expressivas

nos estados de São Paulo, Minas gerais, Mato Grosso, Goiás e Amazonas (COSTA, 2019).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A introdução de farinhas de insetos como matéria-prima em formulações nutricionais para alimentação animal é uma realidade e abre novas perspectivas para o setor produtivo, incentivando o debate sobre a sustentabilidade aquícola aliada à qualidade de produtos alimentares alternativos como possíveis substitutos de matérias primas convencionais de alto valor econômico e maior impacto ambiental. A partir da literatura consultada, verifica-se a viabilidade da substituição total ou parcial das fontes proteicas convencionais, como a farinha de peixe e o farelo de soja. O uso de farinhas de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) e tenébrio (*Tenebrio molitor*), tem apresentado resultados nutricionais promissores, em dietas comerciais experimentais, apresentando boa aceitação e boa digestibilidade. Entre os insetos viáveis, a mosca soldado negro apresenta características que as tornam viáveis (ou interessantes) para serem aplicadas na aquicultura devido ao ciclo de vida curto, fácil manejo e capacidade de transformar resíduos orgânicos em biomassa proteica e lipídica de qualidade, o que pode favorecer positivamente a sustentabilidade do setor produtivo aquícola. No Brasil a utilização de farinhas de insetos ainda é pequena estando longe de serem utilizados como ingredientes proteicos principais na formulação de compostos nutricionais voltados ao cultivo comercial de organismos aquáticos. O setor produtivo brasileiro de insetos necessita de maiores pesquisas e investimentos a nível industrial, entretanto, apresenta-se como um setor promissor alternativo para a nutrição aquícola.

REFERÊNCIAS

- ARÉVALO, A. M. Formulação e avaliação físico-química e tecnológica de rações extrudadas para peixes. **Embrapa Agroindústria de Alimentos Tese/dissertação (ALICE)**, 2019.
- BARRAGAN-FONSECA, K. B.; DICKE, M.; VAN LOON, J. J. Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) and its suitability as animal feed—a review. **Journal of Insects as Food and Feed**, v. 3, n. 2, p. 105-120, 2017.
- BARROSO, F. G.; DE HARO C.; SANCHEZ-MUROS M. J.; VENEGAS E.; MARTINEZ-SANCHEZ, A.; PÉREZ-BAÑÓN, C. The potential of various insect species for use as food for fish. **Aquaculture**, v. 422, p. 193-201, 2014.
- BARROSO, F. G.; SANCHEZ-MUROS, M. J.; SEGURA, M.; MOROTE, E.; TORRES, A.; RAMOS, R.; GUIL, J. L. Insects as food: Enrichment of larvae of *Hermetia illucens* with omega 3 fatty acids by means of dietary modifications. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 62, p. 8-13, 2017.
- BELFORTI, M.; GAI, F.; LUSSIANA, C.; RENNA, M.; MALFATTO, V.; ROTOLO, L.; GASCO, L. *Tenebrio molitor* meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets: effects on animal performance, nutrient digestibility and chemical composition of filets. **Italian Journal of Animal Science**, v. 14, n. 4, p. 4170, 2015.
- BORRELLI, L.; VARRIALE, L.; DIPINETO, L.; PACE, A.; MENNA, L. F.; FIORETTI, A. Insect Derived Lauric Acid as Promising Alternative Strategy to Antibiotics in the Antimicrobial Resistance Scenario. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, p. 330, 2021.
- BORGOGNO, M.; DINNELLA, C.; IACONISI, V.; FUSI, R.; SCARPALEGGIA, C.; SCHIAVONE, A.; PARISI, G. Inclusion of *Hermetia illucens* larvae meal on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feed: effect on sensory profile according to static and dynamic evaluations. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 10, p. 3402-3411, 2017.
- BUßLER, S.; RUMPOLD, B. A.; JANDER, E.; RAWEL, H. M.; SCHULUTTER, O. K. Recovery and techno-functionality of flours and proteins from two edible insect species: Meal worm (*Tenebrio molitor*) and black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. **Heliyon**, v. 2, n. 12, p. e00218, 2016.
- CARUSO, D.; DEVIC, E.; SUBAMIA, I. W.; TALAMOND, P.; BARAS, E. Technical handbook of domestication and production of diptera Black Soldier Fly (BSF) *Hermetia illucens*, Stratiomyidae. **IRD editions, Bogor**, 2014.
- CUMMINS JR, V. C.; RAWLES, S. D.; THOMPSON, K. R.; VELASQUEZ, A.; KOBAYASHI, Y.; HAGER, J.; WEBESTER, C. D. Evaluation of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal as partial or total replacement of marine fish meal in practical diets for Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Aquaculture**, v. 473, p. 337-344, 2017.

COSTA, D. V. Insetos como alimento para a aquicultura: devaneio ou realidade? **Panorama da Aquicultura**. Rio de Janeiro. v. 29 n. 171, p 50-57, 2019.

DEVIC, E.; LESCHEN, W.; MURRAY, F.; LITTLE, D, C. Growth performance, feed utilization and body composition of advanced nursing Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets containing Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) larvae meal. **Aquaculture nutrition**, v. 24, n. 1, p. 416-423, 2018.

EWALD, N.; VIDAKOVI, A.; LANGELAND, M.; KIESSLING, A.; SAMPLES, S.; LALANDER, C. Fatty acid composition of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) – Possibilities and limitations for modification through diet. **Waste Management**, v. 102, p. 40-47, 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Edible Insects: a solution for food and feed security. Rome: 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome: 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2021.

FINKE, M. D. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. **Zoo Biology: Published in Affiliation with the American Zoo and Aquarium Association**, v. 21, n. 3, p. 269-285, 2002.

FONTES, T. V.; DE OLIVEIRA, K. R. B.; GOMES ALMEIDA, I. L.; ORLANDO, T. M.; RODRIGUES, P. B.; DA COSTA, D. V.; ROSA, P. V. E. Digestibility of insect meals for Nile tilapia fingerlings. **Animals**, v. 9, n. 4, p. 181, 2019.

GOVORUSHKO, S. Global status of insects as food and feed source: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 91, p. 436-445, 2019.

HENRY, M. A.; GAI, F.; ENES, P.; PERÉZ-JIÉNEZ, A.; GASCO, L. Effect of partial dietary replacement of fishmeal by yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae meal on the innate immune response and intestinal antioxidant enzymes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Fish & shellfish immunology**, v. 83, p. 308-313, 2018.

IACONISI, V.; MARONO, S.; PARISI, G.; GASCO, L.; GENOVESE, L.; MARICCHIOLO, G.; PICCOLO, G. Dietary inclusion of *Tenebrio molitor* larvae meal: Effects on growth performance and final quality traits of blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*). **Aquaculture**, v. 476, p. 49-58, 2017.

JANSSEN, R. H.; VINCHEN, J. P.; VAN DEN BROEK, L. A.; FOGLIANO, V.; LAKEMON, C. M. Nitrogen-to-protein conversion factors for three edible insects: *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, and *Hermetia illucens*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, n. 11, p. 2275-2278, 2017.

KAMIMURA, R. Agregação de valor à nutrição a partir do uso de farinha de insetos: aves e suínos, **Editores Científicos Digital**, 2021. Disponível em:

<<http://downloads.editoracientifica.org/articles/210404410.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2021.

KURNIAWAN, D. R.; ARIEF, M.; LAMID, M. Effect of maggot (*Hermetia illucens*) flour in commercial feed on protein retention, energy retention, protein content, and fat content in tilapia (*Oreochromis niloticus*). **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2018. p. 012030.

KUBITZA, F. Manejo na produção de peixes. **Panorama da Aquicultura**. Rio de Janeiro, v. 19, n. 14, p. 14-27, 2009.

LI, S.; JI, H.; ZHANG, B.; ZHOU, J.; YU, H. Defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal in diets for juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian): Growth performance, antioxidant enzyme activities, digestive enzyme activities, intestine and hepatopancreas histological structure. **Aquaculture**, v. 477, p. 62-70, 2017.

LIRA, J. A. Avaliação da farinha de tenébrio (*Tenebrio molitor*) na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). 2015. 53p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Nilton Lins, **Instituto nacional de pesquisas da Amazônia**, Manaus, 2015.

LOPES, I. G. Tratamento de resíduos da aquicultura: compostagem e uso de mosca soldado negro. Tese de doutorado, **Repositório Institucional UNESP** 2020. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/191840>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

LU, R.; CHEN, Y.; YU, W.; LIN, M.; YANG, G.; QUIN, C.; NIE, G. Defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal can replace soybean meal in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) diets. **Aquaculture Reports**, v. 18, p. 100520, 2020.

MAGALHÃES, R.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, A.; LEAL, R. S.; MARTÍNEZ-LLORENS, S.; OLIVA-TELES, A.; PERES, H. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) pre-pupae meal as a fish meal replacement in diets for European seabass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, v. 476, p. 79-85, 2017.

MAKKAR, H. P.; 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.

MOUITHYS-MICKALAD, A.; SCHMITT, E.; DALIM, M.; FRANCK, T.; TOME, N. M.; VAN SPANKEREN, M.; PAUL, A. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae protein derivatives: potential to promote animal health. **Animals**, v. 10, n. 6, p. 941, 2020.

MOUTINHO, S.; MATÍNEZ-LLORENS, S.; TOMÁS-VIDAL, A.; JOVER-CERDÁ, M.; OLIVA-TELES, A.; PERES, H. Meat and bone meal as partial replacement for fish meal in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles: Growth, feed efficiency, amino acid utilization, and economic efficiency. **Aquaculture**, v. 468, p. 271-277, 2017.

NG, W. K.; LIEW, F. L.; ANG, L. P.; WONG, K. W. Potential of mealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus*. **Aquaculture Research**, v. 32, p. 273-280, 2001.

OONINCX, D. G.; VAN BROEKHOVEN, S.; VAN HUIS, A.; VAN LOON, J. J. Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. **PloS one**, v. 10, n. 12, p. e0144601, 2015.

PANINI, R. L. Qualidade pós-despesca do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* alimentado com farinha de larva de *Tenebrio molitor*. Tese (doutorado) - **Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos**, Florianópolis, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/177875>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

REIS, T.L.; DIAS, A. C. C. Farinha de insetos na alimentação de não ruminantes, uma alternativa alimentar. **Veterinária e Zootecnia**, v. 27, p. 1-17, 2020.

REZENDE, M. A. S.; DE SÁ SILVA, C. A.; DA ROCHA CAMPOS, A. N. Capítulo 11 – Larva de *Tenebrio molitor* como fonte de proteína na alimentação humana: Possibilidades e perspectivas. **Contribuições para a Área de Alimentos: Experiências do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campus Rio Pomba**, p. 222, 2020.

SÁNCHEZ-MUROS, M, J.; BARROSO, F. G.; MANZANO-AGUGLIARO, F. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, p. 16-27, 2014.

SANKIAN, Z.; KHOSRAVI, S.; KIM, Y. O.; LEE, S. M. Effects of dietary inclusion of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) meal on growth performance, feed utilization, body composition, plasma biochemical indices, selected immune parameters and antioxidant enzyme activities of mandarin fish (*Siniperca scherzeri*) juveniles. **Aquaculture**, v. 496, p. 79-87, 2018.

SPRANGHERS, T.; OTTOBONI, M.; KLOTWIJK, C.; OVYN, A; DEBOOSERE, S; DE MEULENAER, B.; DE SMET, S. Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 8, p. 2594-2600, 2017.

SHEPPARD, D. C.; NEWTON, G. L.; THOMPSON, S. A.; SAVAGE, S. A value added manure management system using the black soldier fly. **Bioresource technology**, v. 50, n. 3, p. 275-279, 1994.

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, n. 3, p. 379-386, 2002.

USHAKOVA, N. A.; BRODSKII, E. S.; KOVALENKO, A. A.; BASTRAKOV, A. I.; KOZLOVA, A. A.; PAVLOV, D. S. Characteristics of lipid fractions of larvae of the

black soldier fly *Hermetia illucens*. In: **Doklady biochemistry and biophysics**. Pleiades Publishing, 2016. p. 209-212.

VALENTE, L. M. P. Nutrição e alimentação de Peixes, **Rev. Ciência Elem.**, V.6 (04):073. 2018.

VAN HUIS, A. Potential of insects as food and feed in assuring food security. **Annual review of entomology**, v. 58, p. 563-583, 2013.

VAN HUIS, A. Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: A review. **Journal of Insects as Food and Feed**, 2019.

VONGVICHITH, B.; MORIOKA, S.; SUGITA, T.; PHOUSAVANH, N.; PHETSANGHANH, N.; CHATHASONE, P.; NAKAMURA, S. Evaluation of the efficacy of aquaculture feeds for the climbing perch *Anabas testudineus*: replacement of fishmeal by black soldier fly *Hermetia illucens* prepupae. **Fisheries Science**, v. 86, n. 1, p. 145-151, 2020.

WANG, Y. S; SHELOMI, M. Review of black soldier fly (*Hermetia illucens*) as animal feed and human food. **Foods**, v. 6, n. 10, p. 91, 2017.

XIAO, X.; JIN, P.; ZHENG, L.; CAI, M.; YU, Z.; YU, J.; ZHANG, J. Effects of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal protein as a fishmeal replacement on the growth and immune index of yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). **Aquaculture research**, v. 49, n. 4, p. 1569-1577, 2018.

ZHOU, Z.; HUANG, J.; HAO, H.; WEI, H.; ZHOU, Y.; PENG, J. Applications of new functions for inducing host defense peptides and synergy sterilization of medium chain fatty acids in substituting in-feed antibiotics. **Journal of Functional Foods**, v. 52, p. 348-359, 2019.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
ALE - COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA



ATA Nº 3/2022 - ALE-CCEA (11.02.15.01.08.02.03.05)

Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO

Alegre-ES, 13 de julho de 2022.

JULIO CESAR SURLO BABILON

POTENCIALIDADE DO USO DE INSETOS PARA ALIMENTAÇÃO NA AQUICULTURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do Curso de Bacharelado em Engenharia de Aquicultura do Instituto Federal do Espírito Santo - campus de Alegre, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura.

Aprovado em 13 de julho de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Jéferson Luiz Ferrari

Instituto Federal do Espírito Santo

Orientador

Prof. Dr. Atanásio Alves do Amaral

Instituto Federal do Espírito Santo

Prof. Me. Thiago Bernardo de Souza

Instituto Federal do Espírito Santo

(Assinado digitalmente em 18/07/2022 18:43)

ATANASIO ALVES DO AMARAL

PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO

ALE-CCEA (11.02.15.01.08.02.03.05)

Matrícula: 53736

(Assinado digitalmente em 19/07/2022 07:25)

JEFERSON LUIZ FERRARI

PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO

ALE-CCTC (11.02.15.01.08.02.03.06)

Matrícula: 54827

(Assinado digitalmente em 13/07/2022 18:00)

THIAGO BERNARDO DE SOUZA

PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO

ALE-CCEA (11.02.15.01.08.02.03.05)

Matrícula: 1845136

Processo Associado: 23149.002743/2022-59

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ifes.edu.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **3**, ano: **2022**, tipo: **ATA**, data de emissão: **13/07/2022** e o código de verificação: **2a6a45d252**