REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: PRODUÇÃO DE BIODIESEL ATRAVÉS DA GORDURA DE LARVA BLACK SOLDIER FLY LARVAE

LITERATURE REVIEW: BIODIESEL PRODUCTION USING BLACK SOLDIER FLY LARVAE FAT

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL A PARTIR DE LA GRASA DE LARVAS DE MOSCA SOLDADO NEGRA

João Gabriel Rocha Henrique[1], Paulo Sérgio Barbosa dos Santos[1]

e696518
https://doi.org/10.47820/recima21.v6i9.6518

PUBLICADO: 9/2025

RESUMO

O presente estudo é construído por uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) voltada a entender os procedimentos utilizados para extrair gordura de larvas a fim de produzir biodiesel. Contudo, ao realizar uma análise e coleta em cinco estações de dados, os artigos foram importados para o *software* denominado *State of the Art through Systematic Review* (*StArt)*. Para um total de 1884 artigos coletados nas bases de dados, a partir dos critérios de seleção, 30 artigos originais foram direcionados para uma análise aprofundada. Com essa RSL foi possível chegar à conclusão de que procedimento da transesterificação é o mais comum e difundido para obter o biocombustível.

PALAVRAS-CHAVE: *Black Soldier Fly*. Fats. Biodiesel.

ABSTRACT

The present study is based on a Systematic Literature Review (SLR) aimed at understanding the procedures used to extract fat from larvae in order to produce biodiesel. However, when conducting the analysis and data collection across five databases, the articles were imported into the software called State of the Art through Systematic Review (StArt). From a total of 1,884 articles collected from the databases, based on the selection criteria, 30 original articles were directed for in-depth analysis. This SLR led to the conclusion that the transesterification procedure is the most common and widespread method for obtaining biofuel.

KEYWORDS*: Black Soldier Fly. Fats. Biodiesel.*

RESUMEN

El presente estudio se construye a partir de una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) orientada a comprender los procedimientos utilizados para extraer grasa de larvas con el fin de producir biodiésel. No obstante, al realizar el análisis y la recolección en cinco bases de datos, los artículos fueron importados al software denominado State of the Art through Systematic Review (StArt). De un total de 1.884 artículos recopilados en las bases de datos, a partir de los criterios de selección, 30 artículos originales fueron dirigidos a un análisis más profundo. Con esta RSL fue posible llegar a la conclusión de que el procedimiento de transesterificación es el más común y difundido para obtener biocombustible.

PALABRAS CLAVE*: Mosca Soldado Negro. Grasas. Biodiesel.*

[1] Universidade Estadual Paulista UNESP.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

1. INTRODUÇÃO

Esse trabalho foi realizado utilizando o método de Revisão Sistemática da Literatura (RSL), utilizando o *software State of the Art through Systematic Review* (StArt). Contextualizando o trabalho de maneira geral, foram estudados outros artigos sobre a extração da gordura de Mosca Soldado Negro (bsf), com o intuito da produção de biodiesel. É sabido que o óleo de soja corresponde a 82 % da matéria prima para o biodiesel e outros 15 % são relativos à gordura suína e bovina; nesse cenário, foi estudado como a gordura de *Hermetia Illucens* pode ser explorada para a produção de biocombustível e se há formas de utilização dela em outras cadeias de produção enquanto não atinge o estado propício para extração da gordura.

A produção de larvas da Mosca Soldado Negro (bsf) pode apresentar resultados interessantes para a indústria do biodiesel. Segundo o estudo (Bachiega, 2023), o autor obteve 98,3 % de rendimento de biodiesel a partir do óleo bruto de larvas e relação a 98,5 % ao rendimento de biodiesel a partir do óleo bruto de soja, uma diferença quase insignificante, com resultados como esse a gordura de *Hermetia Illucens* pode ser utilizada como matéria prima para os *biofuels.* Um bom rendimento é uma importante característica, contudo, quando se trata de insetos, eles precisam ser alimentados para se atingir o estado de pré-pupa, quando é colhida e tem a gordura extraída, durante o processo de criação, a biomassa de insetos pode ser alimentada com resíduos orgânicos. Desta forma, atende-se ao ítem 11.6 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável ODS (Brasil, Nações Unidas no, 2025), compondo parte do ciclo de gestão de resíduos gerados pelas cidades. Outro ponto de atenção é o consumo de fezes geradas pelo gado, segundo (Lalander, 2019), a maior taxa de conversão de resíduos em biomassa (BCR) foi alcançada com os resíduos de matadouro (15% MS), onde a biomassa larval foi alimentada com 48% de conteúdo estomacal, 16% de sangue bovino comprado no varejo, 12% de esterco, 16% de carne e 8% de órgãos como pulmões e coração. Os dejetos resultantes do procedimento podem ser utilizados no solo, segundo (Manan, 2024), os diferentes estudos realizados pelo autor trouxeram diferentes impactos positivos em culturas decorrentes do uso de *frass* gerado por bsf. Ou seja, o *frass,* após ser devidamente processado, pode atuar como bioativo para plantas.

Notoriamente observamos os malefícios dos impactos antrópicos ao meio ambiente, infelizmente a sociedade sempre gerará impactos e resíduos, com esta RSL os autores puderam observar aplicações da larva para contribuir com a redução de alguns efeitos negativos causados, contudo o trabalho trata da produção do biocombustível com biomassa larval como foco principal.

Os métodos de extração de gordura fazem parte do objetivo principal deste artigo, pois a alimentação das larvas também é relevante para rendimento do biodiesel. Com a dieta das larvas é possível lidar com problemas de desperdício de alimentos e, após o processamento, pode-se obter um combustível renovável e agente redutor da emissão de gases do efeito estufa, além da extração de lipídeos, produção de biodiesel através da gordura de bsf e utilização da Hermetia

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

como possível agente para lidar com alguns dos problemas apresentados pela Organização Das Nações Unidas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para esse trabalho foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), tendo como processo os seguintes passos: buscar artigos com ênfase na *string* de busca, selecionar, analisar, avaliar para uma boa percepção do estudo, assim servindo de base para pesquisas futuras, foram selecionados artigos enquadrados entre 2017 e 2022 (intervalo de 5 anos).

As bases de dados foram acessadas através do Periódico Capes, utilizou-se: IEEE, Scielo, Scopus, Science Direct e Web Of Science, apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Bases de dados e a quantidade de artigos baixados a partir delas

Base De Dados	Total	Após o filtrar os anos	Trabalhos analisados
IEEE	0	0	0
Scielo	4	2	1
Science Direct	2.115	1.262	823
Scopus	713	581	488
Web Of Science	899	660	572

Fonte: Próprio Autor (2022)

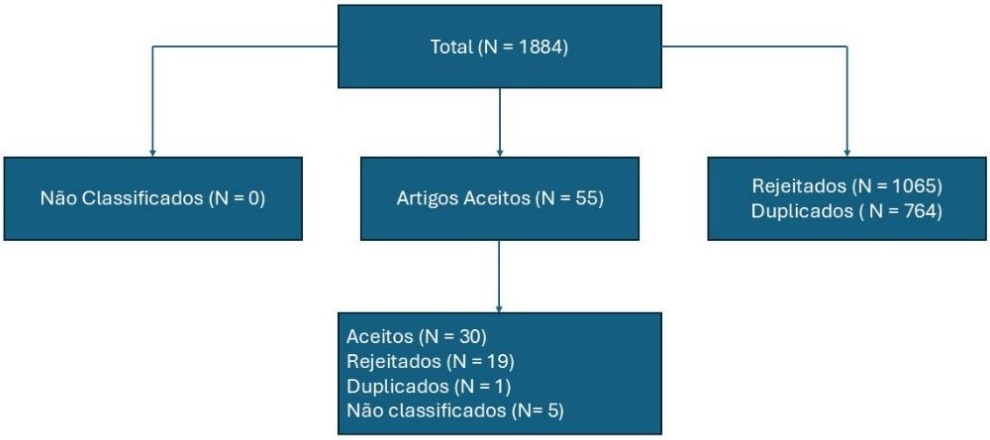
Após a extração das pesquisas foram realizadas as análises dos artigos, esses processos foram desenvolvidos em etapas: alimentação, interpretação e resultados. Para a efetivação das etapas, foi utilizado o *software StArt*, que é gratuito, produzido no laboratório de pesquisa em engenharia de *software* da UFSCAR. O programa divide o projeto em três partes: protocolo (roteirização), execução (leitura dos trabalhos) e sumarização (classificação dos trabalhos), consequentemente, quando realizadas todas as etapas, obtêm-se os artigos selecionados para o prosseguimento da RSL.

No protocolo são fixados todos os critérios, tanto de inclusão quanto de exclusão e os objetivos dos artigos para a pesquisa. A Figura 1 apresenta o fluxograma detalhando o caminho da classificação onde obtiveram-se os trabalhos processados.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Figura 1. Descrição do processo de seleção



Fonte: Próprio Autor (2022).

2.1. Entrada

Quadro 1. Estão presentes os elementos utilizados na elaboração do protocolo

Objetivo Encontrar e detalhar maneiras de extrair gordura das larvas para a produção de biodiesel, os artigos foram selecionados no intervalo de tempo de 2017 a 2022. Situação problema Quais as formas mais eficientes de extração? Bases de dados IEEE, Scopus, Scielo, Web of Science e Science Direct. *String* de busca: *("hermetia illucens" OR bsf OR "black soldier fly" OR bfsl OR "black soldier fly larvae") AND (lipid OR oil OR fat).* Palavras-chave: *(black soldier fly), H. illucens larvae, balck soldier fly larvae (bsfl), black Soldier, black soldier fl y larvae, black soldier flies, black soldier fly, black soldier fly (bsf), black soldier fly (hermetia illucens L.), black soldier fly (hermetia illucens), black soldier fly fats, black soldier fly larvae, black soldier fly larvae (bsfl), black soldier fly oil, black soldier-fly, black soldiers fly, bsf, bsf larvae, bsfl, dipteria, dipteria stratiomyidae, fat, fatty acid, fatty acids, fatty-acid, fly hermetia-illucens, hermetia illucens, hermetia illucens (black soldier fly), hermetia illucens L., hermetia*

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

illucens díptera, hermetia illucens larvae, hermetia illucens oil, hermetia-illucens, larvae hermetia-illucens, larvae of hermetia illucens, lipid, oil, soldier fly larvae. Ambas retiradas do *software* StArt.
Critérios de inclusão
(I) tratar-se do processo de transformação em gordura.
(I) Textos detalhados.
(I) Relaciona-se com o processo de transformação da larva em gordura.
(I) Linguagem ampla.
Critérios de exclusão
(E) Tratar-se de outros direcionamentos da larva.
(E) trata-se de transformar a larva em alimento.
(E) trata-se de outra espécie larval.

Fonte: Autores (2022)

2.2. Estratégia de busca

As bases de dados foram acessadas pela ferramenta Periódicos CAPES, as áreas de conhecimentos pesquisadas foram: produção de biodiesel com a gordura da larva e extração dos lipídios da espécie pesquisada.

2.3. Busca na literatura

Foi utilizada a mesma *string* para todas as bases, na mesma data. Os resultados foram registrados em uma planilha eletrônica e foram selecionados artigos de pesquisas e/ou originais, os quais foram baixados em formato RIS e Bibtex, pois esses são os formatos aceitos pelo programa.

2.4. Seleção dos estudos

Por meio do *software StArt*, o protocolo de pesquisa foi criado, contendo os detalhes para a pesquisa, critérios de inclusão, exclusão, critérios de qualidade e palavras-chave, utilizados para a escolha dos trabalhos.

2.5. Etapa de execução

Após o preenchimento do protocolo, os artigos baixados em formato RIS ou Bibtex foram importados para dentro do *software*, depois desse processo, realimentou-se as palavras-chave, incluindo os sinônimos. Consequentemente, quando gerado o *score*, o programa atribuiu pontuações às palavras-chave, conforme a quantidade de vezes que ela aparece.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

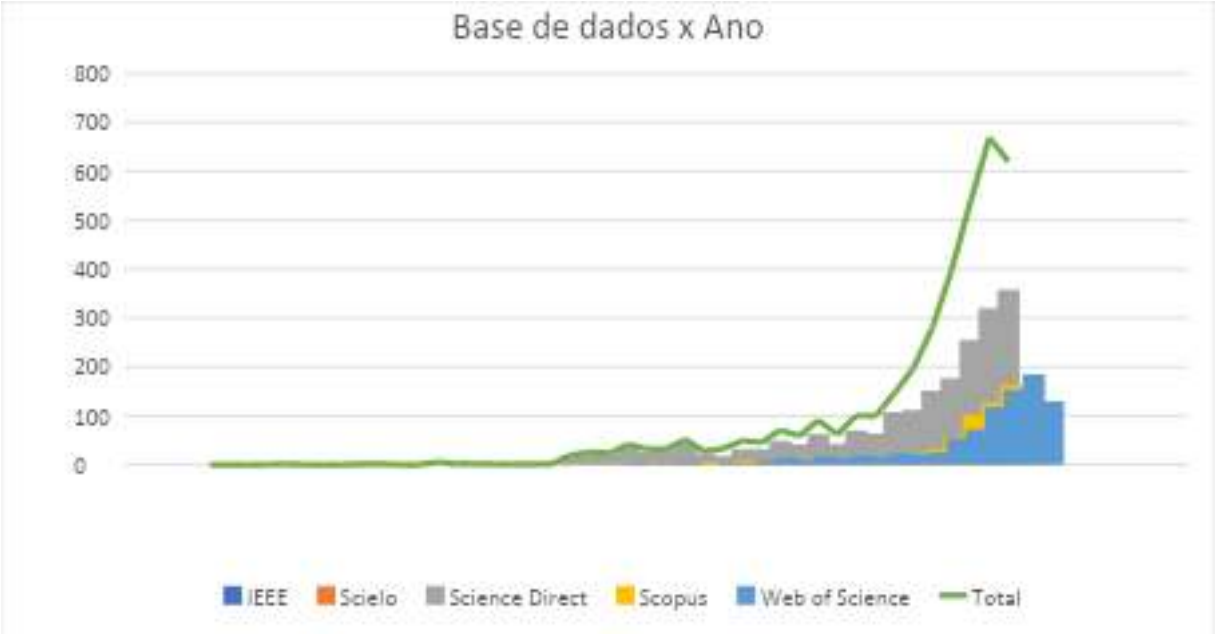
REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Após essa etapa foram gerados quadrantes e separados os artigos relacionados e não relacionados. O total extraído dessa primeira etapa de seleção, foi de 55 artigos, posteriormente, na segunda etapa de revisão, foram selecionados 30 trabalhos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As pesquisas reunidas das bases de dados somam 1884 artigos científicos. No Gráfico 1 estão registrados os artigos produzidos por ano, desde 1980 até 2022, mas vale ressaltar que foram selecionados artigos entre 2017 e 2022.

Gráfico 1. Trabalhos recuperados das bases de dados no período de 1980 a 2022



Fonte: *Download* da imagem no Excel, (2022).

Foi entregue pelo programa a nuvem de palavras de interesse, presentes nos *abstracts* dos artigos escolhidos na primeira etapa de seleção, conforme demonstrados na Figura 2. Estão presentes as palavras: *Hermetia-Illucens*, *bioconversion*, biodiesel, entre outras.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Figura 2. Palavras-chave encontradas nos *abstracts* dos artigos selecionados na primeira etapa



Fonte: *Software StArt*

Para a execução do estudo, foram descongeladas e moídas 3 g de BSF, em triplicata, até se transformarem em uma fina farinha, antes da extração de lipídios. Em uma combinação de clorofórmio junto ao metanol 2 por 1 v/v com 0,01 % de BHT *(hidroxitolueno butilado)* foi colocada cada amostra antes de homogeneizar com um Ultra-Turrax. Consequentemente a determinação do nível lipídico foi constatada, a amostra foi filtrada com sulfato de sódio anidro e gaseificada utilizando a evaporação sob vácuo, a 40 °C (Ceccotti, 2022).

As larvas foram secas sobre a noite a 65 °C, sendo posteriormente moídas e peneiradas; um procedimento de *Soxhlet* usando éter de petróleo, foi aplicado para obter lipídios de pequenas amostras de BSFL. As gorduras foram extraídas em temperatura ambiente em hexano. A mistura foi incubada em agitação por 1 h, então foi filtrado usando uma prensa de ar filtro, separando a mistura hexano/gordura da fração sólida. O éter de petróleo (extração *Soxhlet*) ou hexano (grande extração de incrustação) foi removido por evaporação em um rotavapordispositivo (Verheyen, 2018).

Antes da extração, as larvas foram moídas em um moinho de facas e guardados em temperatura ambiente usando sacos selados, protegidos da luz, oxigênio e umidade até o uso seguinte. O processo de extração começou com: solução de etanol 70 % e solução de etanol 50 % em proporção de amostra/solvente de 1:10 15 min. Durante o processo a temperatura foi inferior a 70 °C e a mistura foi colocada em centrifugação por 10 min. O solvente orgânico no sobrenadante foi evaporado, a quantia aquosa dos extratos etanol/água foi liofilizada. Os extratos foram mantidos a – 20 °C. (Hierro, 2021).

Uma colônia de mosca soldado-negro (BSF) foi submetida em uma estufa por mais de dez meses. Os adultos de *Black Soldier* foram mantidos em gaiolas-rede 1,20 m; 0,40 m; 0,40 m. As BSFL foram coletadas e seu peso foi medido por micro balança, secas em estufa a 60 °C durante 48 horas. As gorduras totais foram obtidas através do processo: 3 g da amostra foram submetidos

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

à extração *Soxhlet* com éter de petróleo 60 °C por 10 h. Após a evaporação do solvente a 100 ± 5 °C por 1 h. 0,40 g de sulfato de cobre, 6 g de sulfato de potássio e 20 ml de ácido sulfúrico foram adicionados a 0,50 g de pré-pupas secas (El-Dakar, 2021).

Amostras de BSF foram abatidas em álcool 70 % e secas por congelamento em nitrogênio líquido antes de serem transformadas em farinha. As larvas passaram por: esgotamento em uma estufa a 105 °C durante 24 horas. As cinzas foram determinadas por incineração noturna a 550 °C. O nitrogênio total nas amostras foi avaliado usando o método *Kjeldahl.* As gorduras brutas foram avaliadas usando um extrator de solvente *Velp* com um extrator de éter etílico (Anankware, 2021).

A extração de gorduras assistida por surfactantes foi feita com o método uma-panela, incialmente, as larvas úmidas foram lavadas repetidamente com água deionizada e congeladas a -10 °C por 8 horas. Foram misturadas com solvente de extração (acetato de etil como um solvente de extração verde) 30 g de BSF úmidas congeladas em cerca de 30 % de base seca em um béquer de 250 mL. Essa mistura foi homogeneizada em alta velocidade a uma temperatura seletiva para tempos específicos. A frequência de homogeneização foi constante em 10.000 rpm, a camada líquida foi extraída por centrifugação em 1 min, a camada obtida higienizada com 100 mL de água deiônica. O solvente foi removido da camada líquida obtida. Os lipídios brutos de insetos foram aquecidos em forno de cozimento a 80 °C até atingir peso constante (Weiliang, 2021).

As BSF foram homogeneizadas e secas a 60 Celsius até o peso obstinado. O farelo de larvas secas obtidas foi usado como matéria-prima lipídica nos experimentos de extração por solvente assistida por micro-ondas. Foram misturados com vários solventes em suportes de Teflon de 250 ml com agitadores magnéticos 10 g de pó de insetos secos. Esta mistura foi tratada em micro-ondas a diferentes temperaturas (30 – 60 °C) para o tempo de extração desejado. As matérias sólidas e líquidas foram separadas por centrifugação. Um evaporador rotativo foi usado para separar o lipídio larval bruto e o solvente (Weiliang, 2018).

Foi misturado a 20 ml de éter de petróleo 0,1 de pó de *Black Soldier*, foram agitadas por 24 h usando um agitador magnético e filtrado em papel *whatman*. O produto obtido foi novamente misturado com 20 ml de éter de petróleo, os resultados foram misturados e secos utilizando um evaporador rotativo. A gordura das larvas foi novamente seca em forno a 105 °C por 1 h com o objetivo de remover o conteúdo de água. O lipídio BSFL seco foi resfriado em um dessecador (Wong, 2020).

Nas alimentações testes de frangos, as dietas foram substituídas por larvas desidratadas e secas a 70 – 80 °C por 30 min usando um forno de secagem em micro-ondas, foram desengordurados por prensa a 45 - 48 °C usando máquina de prensa a frio. As proteínas brutas,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

extrato de éter, NDF, ADF, Proteína ligada a ADF e Cinzas, encontradas na matéria seca das BSF foram superiores a refeições de grãos de soja (Kim, 2021).

As BSF foram criadas em uma bacia na primavera de 2019. A extração de gordura se iniciou com um agitador de tecidos, onde foram colocados 25 g de larvas frescas juntamente com solventes na proporção de 1:4. A mistura foi homogeneizada e agitada a 30°C por 1 h. Após o desengorduramento as amostras foram filtradas por sucção, o excesso de solvente foi submetido a evaporação rotativa. As partes desengorduradas foram guardadas sob refrigeração até a análise (Wang, 2019).

As BSFLs foram criadas por uma empresa comercial *(Shandong Wooneng Agricultural Science and Technology Co*., Ltd., Liaocheng, (China). Endereço da empresa. As larvas foram colocadas em uma mistura de farinha (35 %) e água (65 %) por 5 dias. Foram criadas em substrato de resíduos vegetais dos 5 aos 15 dias de idade. BSFM gordo passou pelo método de secagem por micro-ondas e armazenado. A composição nutricional integral é: 92,22 %; proteína bruta, 34,97 %; extrato etéreo, 35,49 % (porcento); Ca, 4,39 % (porcento); P, 0,83 % (porcento); quitina, 4,65 % (porcento); DL -metionina, 0,50 % (porcento); e L - lisina, 2, 10 % (porcento) (Chu, 2020).

As larvas foram criadas com restos de comida por 14 dias. As BSFL foram cultivadas em 1 m / quadrado, o peso das BSFL cultivadas foi de 5 kg por m / quadrado. Foram secas a 60 °C em forno transportador. A gordura foi extraída das larvas secas com hexano usando um método de extração líquido-líquido. Gorduras extraídas foram centrifugadas a 600 rpm por 10 min com o intuito de separar o lipídio das partes sólidas residuais e hexano descomprimido. As quantias de proteína bruta e lipídios passaram por análise utilizando determinação de nitrogênio e hidrólise ácida (Park, 2021).

As BSFL foram secas em 110 °C por 1 hora e depois a 80 °C por 23 h até ser obtido um peso constante, um secador de fluxo de ar de câmara para produzir farinha de BSF com gordura total. A Farinha integral, depois de seca, foi desengordurada por prensa de óleo, para produzir farinha desengordurada, foram desquitinizadas mecanicamente por processador de dupla rosca tipo prensa de alimentos com tela de 0,3 mm de diâmetro (Weththasinghe, 2022).

As BSFL foram criadas em subprodutos agrícolas, transformadas em farinha de larvas desengorduradas por prensa. Depois de higienizadas, foram secas, moídas e prensadas para extração de gordura. Para remover a gordura o PDBM foi suspenso com um volume 4 vezes maior de hexano e depois incubado durante a noite em temperatura ambiente com agitação suave ocasional. O sobrenadante foi removido usando filtração. O resíduo foi aquecido a 60 °C por 1 dia, até ser conseguida a farinha de larvas de BSF completamente desengordurada (Ido, 2021).

As larvas foram alimentadas com resíduos de restaurante, óleo bruto de larva foi obtido das BSF por: reator de Teflon selado de 250 ml, com um agitador magnético e um sensor de

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

temperatura embutido. Dez gramas de BSF secos foram colocados no reator, com 150mL de éter de petróleo. Foi exposta a secagem por micro-ondas a 60 °C por 50 min. O óleo bruto foi conseguido por evaporação do solvente em evaporador rotativo (Xiong, 2020).

Larvas foram adquiridas do *Livestock Research Institute* e mantidas por mais de 10 gerações, até serem usadas. Para fazer biomassa, as larvas foram colocadas em farelo de trigo fermentado (1200 larvas / kg de substrato) e incubadas a 30 °C e 65 % de umidade relativa. Após 20 dias, foram retiradas do resíduo e higienizadas com água purificada. Foram mortas a 105°C por 10 min, secos em 60 °C por 2 dias e armazenados a 4 °C. Para investigar o teor de gordura da BSFL, seca foi extraída usando n-hexano conforme o método relatado pelo pesquisador Nguyen *et al.* O nível de gordura obtido da BSFL foi de 30,2 %, indicando um alto teor de lipídios (Nguyen, 2018).

As BSF frescas foram criadas em uma mistura de resíduos contendo: frutas e vegetais. As BFL foram lavadas com água corrente, branqueadas a vapor em um fogão a 95 °C por 5 minutos e mandadas para uma prensa de suco, o líquido passou por um homogeneizador de alta velocidade e após, foi centrifugado. Renderam quatro frações distintas, fração de gordura, fração creme, fração aquosa e fração sólida, o conteúdo de gordura bruta das larvas secas foi estimado com base nos rendimentos da extração *Soxhlet* para os quais o hexano foi solvente (Ravi, 2021).

O 5º estágio larval foi colhido e higienizado em três repetições com água purificada. As larvas foram abatidas por congelamento em 10 min, secas a 50 °C por 24 h e armazenadas a 4 °C. Foram moídas usando argamassa com 30 *Strikes* em 10s. Foram adicionados 10mg de pó foram a 600 µL de solvente (clorofórmio: metanol, 2:1). Foram agitadas por 2 min e centrifugadas em 13.000 rpm por 15 min. As amostras de saída foram secas a 50 °C (Mahmoud, 2022).

Larvas criadas em substratos de resíduos orgânicos foram coletadas das lixeiras municipais, as pré-pupas de *Black Soldier* passaram por congelamento e armazenadas. As amostras congeladas passaram à temperatura ambiente, em seguida, higienizadas com água deionizada para remover impurezas. Foram então secos em estufa a 70 °C por 48 h. As amostras secas foram pulverizadas em um almofariz de quartzo com um pilão. Um aparelho *soxhlet* foi usado para a determinação do teor de gordura (Ferdousi, 2022).

A biomassa larval moída foi gentilmente fornecida pela *Guangzhou Fishtech Technology* Co. Ltda; foi colocada em um saco de filtro e encharcada em éter de petróleo por 48 h duas vezes em temperatura ambiente. Lipase Eversa Transform 2, sozinha ou em combinação com lipases SMG1 foram usadas como catalisadores para transesterificação de lipídios. Os efeitos da proporção molar de lipídios BSFL para metanol (e temperatura de reação no rendimento de biodiesel foram investigados (He, 2022).

Larvas secas de BSFL foram adquiridas de distribuidores *online*. Os insetos passaram pelo moinho de facas e armazenados à temperatura ambiente em sacos selados protegidos da

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

luz. A extração sólido-líquido convencional, foi feita com hexano 95% na proporção amostra/solvente de 1:5 (p/v) em um Ultraturrax (11.000 rpm) por 5 min. Ao decorrer, a mistura passou por um centrifugador a 4500 rotações por minuto durante 10 min a 20 °C. Ao fim o sobrenadante foi descartado. A amostra final do precipitado, obtido com o mesmo processo, foi completamente seca por lavagem com gás nitrogênio por 5 min e aquecida em 30°Celsius durante 10 min em uma incubadora orbital, a fim de eliminar os resíduos de hexano (Hierro, 2021).

Os BSF foram secos em micro-ondas de 700 W por 8,5 min para extrair o óleo bruto, que foi conseguido usando uma prensa expeller. Para extrair a gordura bruta usando a prensa do expeller, as larvas secas foram prensadas a 120 °C. O óleo foi coletado bruto, que foi então filtrado para remover a biomassa. Na extração com solvente, Black Soldier secos foram misturados com volumes de hexano, agitados por 12 h a 50 °C e depois filtrados. O hexano foi eliminado usando um evaporador rotativo (Lee, 2021).

As larvas foram criadas com subprodutos agrícolas, lavadas, secas, moídas e prensadas para extração dos lipídios. Para remover a fração de gordura do PDBM foi usado hexano, o PDBM foi suspenso com um volume 4 vezes maior de hexano, foi encubado ao decorrer da noite em temperatura ambiente com agitação suave ocasional. O sobrenadante foi removido com filtração, o resíduo foi aquecido a 60 °C por 1 dia para obter farinha de larvas seca e completamente desengordurada (Ido, 2021).

As larvas foram criadas em massa, colocadas em uma dieta composta por: frutas e vegetais, no final do ciclo larval, os BSFL foram coletados. As larvas foram secas a 70 °C e prensadas, três réplicas de 10 g foram extraídas com solventes em 100 mL de éter, em temperatura ambiente, durante 30 min, sob agitador magnético. Em seguida, a mistura farelo/solvente foi transferida para um funil de separação com 2 ml de solução de NaCl a 20 %. Após a eliminação da fase aquosa, os lipofílicos foram centrifugados durante 20min em 15.000 rpm a 4 °C. Os extratos de éter foram reunidos, evaporados até a secura a 30 °C usando um evaporador rotativo (Saviane, 2021).

Depois de limpas, as larvas foram desidratadas e secas a 70 – 80 °C por 30 min usando um forno de secagem por micro-ondas; por fim, eles foram desengordurados por prensagem a 45 – 48 °C por máquina de prensagem a frio. A gordura obtida continha: 61,24 % de proteína bruta, 5,70 % de Quitina, entre outros (Kim, 2021).

As larvas maduras foram coletadas por separação individual da alimentação residual, higienizadas por água purificada, e abatida em freezer a - 20 °C por 10 min, posteriormente foi seca em estufa a 65 °C até peso constante. Foram trituradas até obterem uma forma homogeneizada. Uma quantidade de 100 mg de larvas trituradas fora depositada em um frasco cilíndrico de vidro, com diâmetro de 23 mm e altura de 96 mm 20 ml de éter de petróleo foi adicionado ao mesmo frasco. As substâncias foram misturadas em um agitador orbital a 300 rpm

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

por 24 h. A mistura passou por filtro de papel. O éter de petróleo foi evaporado do usando sopro de ar comprimido. A gordura obtida foi introduzida em um forno a 105 °C por 30 min para que a umidade restante fosse evaporada (Raksasat, 2021).

Larvas de 1 dia de idade foram adquiridas de fontes comerciais e alimentadas com: farelo de trigo, cenoura, repolho, batata. Após 13 dias, as larvas foram colhidas, lavadas, secas e congeladas a - 80 ºC. O óleo de larva foi obtido usando CO supercrítico2extração. Os insetos foram enxutos ao ar em uma estrutura de estufa por 24 h a 50 °C. Os seguintes parâmetros foram usados para a extração: pressão 300 bar, temperatura 40 °C. Para a coleta dos extratos, foi utilizado o CO2 fluxo ajustado para 110,4 kg / h (Kierończyk, 2020).

A empresa AmiRoy forneceu larvas de *Black Soldier*. A solução para um decompositor biológico para separar lipídios de insetos sem prensagem ou aquecimento também foi fornecida pela empresa AmiRoy. Todos os insetos vivos ficaram em jejum por cerca de 24 h. Após esse período, os insetos foram armazenados por 24 h a – 80 C. Foram moídos 100 g de larvas congeladas por pelo menos 5 min. Os ácidos graxos totais foram analisados com base em Blondelle *et al*., (2017). (Rabani, 2019).

Como dito no trabalho citado anteriormente, as larvas foram criadas em subprodutos agrícolas, ou seja, um agente capaz de decompor matéria orgânica que seria jogada fora, como forma de atingir as ODS da agenda de 2030, a implementação da mosca soldado negro no processamento de resíduos orgânicos seria uma possível atitude para reduzir o desperdício de alimentos; que por fim geraria um rica biomassa animal servindo como insumo para alimentação de culturas animais e/ou uma provável fonte de lipídeos para produção de biocombustíveis.

Os métodos referenciados acima estão presentes nos artigos processados e selecionados para essa RSL, após a análise dos trabalhos, as extrações mecânicas são de certa forma mais baratas quando comparadas com as químicas, para a indústria de produção de ração e farelo para animais ela se encontra como um processo mais vantajoso, garantindo teor de nutrientes necessários para eles. Entretanto, para a indústria do biodiesel a extração dos lipídeos por processos químicos garantem um maior teor de lipídios tornando o processo mais rentável já que há maior presença de matéria prima no processo de transesterificação do óleo bruto de larva.

4. CONSIDERAÇÕES

A revisão sistemática da literatura realizada pelos autores trouxe a consciência entre os diferentes métodos de extração do óleo de larvas, o foco principal da pesquisa é classificar qual dos métodos atende quantitativamente o teor de gordura bruta e o volume de biodiesel mais favoráveis.

Houve uma escassez de trabalhos feitos por pesquisadores nacionais, uma forma de melhorar a qualidade das pesquisas seria desenvolver trabalhos voltados para produção de

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

biodiesel com a gordura bruta das larvas de *Hermetia Illucens*. A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) desenvolvida contém também o âmbito de facilitar a desenvoltura de futuras outras pesquisas.

Os textos científicos citados neste trabalho tinham o objetivo de extrair a gordura da biomassa larval, em suma maioria a bsf é mais comum para alimentação animal, os métodos para obter o óleo podem ser usados tanto para o biocombustível quanto para engorda animal. Uma sugestão de possíveis trabalhos futuros seria de desenvolver um ciclo onde BSFs fossem engordadas com resíduos de descarte, seus dejetos fossem utilizados como fonte de biogás, a massa larval depois de abatida fosse destinada para biocombustíveis, com o objetivo de diminuir a exploração de áreas florestais para plantio de insumos para alimentação animal e obter fontes de energia como biogás e biodiesel, utilizando menos derivados de petróleo e minimizando impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

ANANKWARE, J. P. The Nutritional Profiles of Five Important Edible Insect Species From West Africa-An Analytical and Literature Synthesis. **Frontiers**, 2021. doi:10.3389/fnut.2021.792941

BACHIEGA, C. **Produção e caracterização de biodiesel a partir do óleo de LARVAS DE MOSCA SOLDADO NEGRO (Hermetia illucens).** 2021. TCC (Bacharel em Engenharia de Biossistemas) - IFSP - Campus Avaré, Avaré, 2021. Disponível em https://avr.ifsp.edu.br/images/pdf/Eng_Biossistemas/banco_tcc/2023/TCC_Cassiano_corrigido.pdf. Acesso em: 8 ago. 2025

BIOCHEMISTRY, J. **Preparation, antioxidant activity evaluation, and identification of antioxidant peptide from black soldier fly (Hermetia illucens L.) larvae.** [S. l.]: Wiley, 2020. doi: https://doi.org/10.1111/jfbc.13186

BRASIL. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável**. Brasilia: Nações Unidas no Brasil, 2025. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11. Acesso em: 8 ago. 2025

CECCOTTI, C. New value from food and industrial wastes - Bioaccumulation of omega-3 fatty acids from an oleaginous microbial biomass paired with a brewery by-product using black soldier fly (Hermetia illucens) larvae. **Waste management** (New York, N.Y.), v. 143, p. 95-104**.** 2022. doi:https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.02.029

CHU, X. Evaluation of the Low Inclusion of Full-Fatted Hermetia illucens Larvae Meal for Layer Chickens: Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Gut Health. **Front. Vet. Sci.**, 26 November 2020. doi:|https://doi.org/10.3389/fvets.2020.585843

EL-DAKAR, M. A. Sustainable management of Se-rich silkworm residuals by black soldier flies larvae to produce a high nutritional value and accumulate ω-3 PUFA. **Waste Management,** v. 124, p. 72-81, 2021. doi: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.01.040

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

FENG, W. Exploring the potential of lipids from black soldier fly: New paradigm for biodiesel production (II)—Extraction kinetics and thermodynamic. **Renewable Energy,** v. 119, p. 12-18, 2018. doi: https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.11.076

FENG, W. A novel approach for enhancing lipid recovery for biodiesel production from wet energy biomass using surfactants-assisted extraction. **Renewable Energy,** v. 170, p. 462-70, 2021. doi: https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.12.033

FERDOUSI, L. Nutrient Profile of Wild Black Soldier Fly (Hermetia illucens) Prepupae Reared on Municipal Dustbin's Organic Waste Substrate. **Heliyon**, v. 9, n. 1, 2022. Link. doi:10.1007/s40011-021-01340-0

HE, S. Transesterification synthesis of high-yield biodiesel from black soldier fly larvae using the combination of Lipase Eversa Transform 2.0 and Lipase SMG1. **Food Sci. Technol**, v. 42, 2022. doi: https://doi.org/10.1590/fst.103221

HIERRO, J. N. Effect of Defatting and Extraction Solvent on the Antioxidant and Pancreatic Lipase Inhibitory Activities of Extracts from Hermetia illucens and Tenebrio molitor. **Insects**, v. 12, n. 9, 2021. doi: https://doi.org/10.3390/insects12090789

IDO, A. Growth of Yellowtail (Seriola quinqueradiata) Fed on a Diet Including Partially or Completely Defatted Black Soldier Fly (Hermetia illucens) Larvae Meal. **Insects**, v. 12, n. 8, 2021. doi: https://doi.org/10.3390/insects12080722

KIEROŃCZYK, B. From Waste to Sustainable Feed Material: The Effect of Hermetia Illucens Oil on the Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Gastrointestinal Tract Morphometry of Broiler Chickens. **Sciendo**, 7 jan. 2020. doi: https://doi.org/10.2478/aoas-2019-0066

KIM, B. Effects of Dietary Inclusion Level of Microwave-Dried and Press-Defatted Black Soldier Fly (Hermetia illucens) Larvae Meal on Carcass Traits and Meat Quality in Broilers. **Animals**, v. 11, n. 3, 2021. doi: https://doi.org/10.3390/ani11030665

LALANDER, C. Efeitos da matéria-prima no desenvolvimento larval e na eficiência do processo de tratamento de resíduos com mosca-soldado-negra (Hermetia illucens). **Journal of Cleaner Production**, v. 208, p. 211-219, 20 jan. 2019. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.017

LEE, K.-S. Optimization of Feed Components to Improve Hermetia illucens Growth and Development of Oil Extractor to Produce Biodiesel. **Animals**, v. 11, n. 9, 2021. doi: https://doi.org/10.3390/ani11092573

MAHMOUD, A. H. Mixed microalgae-food waste cake for feeding of Hermetia illucens larvae in characterizing the produced biodiesel. **Biomass and Bioenergy**, v. 165, 2022. doi: https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2022.106586

MANAN, F. A. Unlocking the potential of black soldier fly frass as a sustainable organic fertilizer: A review of recent studies. **journal of environmental management**, v. 367, 2024. doi: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121997

NGUYEN, H. C. Direct transesterification of black soldier fly larvae (Hermetia illucens) for biodiesel production. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 85, p. 165-169, 2018. doi: https://doi.org/10.1016/j.jtice.2018.01.035

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

PARK, J.-Y. Biodiesel production from the black soldier fly larvae grown on food waste and its fuel property characterization as a potential transportation fuel. **Environmental Engineering Research**, v. 27, n. 3, 200704, 2021. doi: https://doi.org/10.4491/eer.2020.704

RABANI, V. Proteomics and Lipidomics of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) and Blow Fly (Diptera: Calliphoridae) Larvae. **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 3, May 2019. doi: https://doi.org/10.1093/jisesa/iez050

RAKSASAT, R. Blended Sewage Sludge–Palm Kernel Expeller to Enhance the Palatability of Black Soldier Fly Larvae for Biodiesel Production. **Processes**, v. 9, n. 2, 297. 2021. doi: https://doi.org/10.3390/pr9020297

RAVI, H. K. Novel Insights on the Sustainable Wet Mode Fractionation of Black Soldier Fly Larvae (Hermetia illucens) into Lipids, Proteins and Chitin. **Processes**, v. 9, n. 11, 1888, 2021. doi: https://doi.org/10.3390/pr9111888

SAVIANE, A. Mechanical Processing of Hermetia illucens Larvae and Bombyx mori Pupae Produces Oils with Antimicrobial Activity. **Animals**, v. 11, n. 3, 783, 2021. doi: https://doi.org/10.3390/ani11030783

STUMPF, M. T. ***L*ARVAS DE MOSCA SOLDADO NEGRO (HERMETIA ILLUCENS) NA ALIMENTAÇÃO DE GALINHAS**. [S. l.]: Instituto do Bem-Estar, 2022. Disponível em https://ibem.bio.br/larvas-de-mosca-soldado-negro-hermetia-illucens-na-alimentacao-de-galinhas/ Acesso em: 15 ago. 2025

VERHEYEN, G. R. Insects as an Alternative Source for the Production of Fats for Cosmetics. **J Cosmet Sci.**, v. 69, n. 3, p. 187-202, may/jun. 2018. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30052193/ Acesso em: 15 ago. 2025

WANG, T. Aqueous ethyl acetate as a novel solvent for the degreasing of black soldier fly (Hermetia illucens L.) larvae: degreasing rate, nutritional value evaluation of the degreased meal, and thermal properties. **J Sci Food Agric**., v. 100, n. 3, p. 1204–1212, 2019. doi: https://doi.org/10.1002/jsfa.10131

WETHTHASINGHE, P. Modulation of Atlantic salmon (Salmo salar) gut microbiota composition and predicted metabolic capacity by feeding diets with processed black soldier fly (Hermetia illucens) larvae meals and fractions. **anim microbiome,** v. 4, n. 9, 2022. doi: https://doi.org/10.1186/s42523-021-00161-w

WONG, C. Y. n-Situ Yeast Fermentation to Enhance Bioconversion of Coconut Endosperm Waste into Larval Biomass of Hermetia illucens: Statistical Augmentation of Larval Lipid Content. **Sustainability**, v. 12, n. 4, 1558, 2020 doi: https://doi.org/10.3390/su12041558

XIONG, J. Refining and Sulfurization of Oil from Black Soldier Fly and Its Application as Biodegradable Lubricant Additive. **JAOCS**, v. 97, n. 11, 20 nov. 2020. doi: https://doi.org/10.1002/aocs.12403

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.