REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

EXTRAÇÃO DA GORDURA DE LARVAS DE MOSCA SOLDADO NEGRO: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

EXTRACTION OF BLACK SOLDIER FLY LARVAE FAT: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

EXTRACCIÓN DE GRASA DE LARVAS DE MOSCA SOLDADO NEGRA: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Aimee Leina Matubara Gueshi[1], Guilherme Yudi Suguiyama de Oliveira[1], Paulo Sérgio Barbosa Santos[2]

e696758
https://doi.org/10.47820/recima21.v6i9.6758

PUBLICADO: 9/2025

RESUMO

Este artigo tem como objetivo avaliar a viabilidade do uso de resíduos alimentares na alimentação das larvas da mosca Soldado-negro (*Hermetia illucens*) para a obtenção de gordura e produção de biodiesel, por meio de uma revisão sistemática da literatura (RSL). Para tal revisão, os artigos extraídos foram analisados e selecionados utilizando o *software* StArt, que facilitou a RSL ao aplicar critérios de inclusão e exclusão, além de auxiliar na triagem dos artigos revisados. A busca inicial foi feita a partir de cinco bases de dados, o que resultou em 677 artigos no total, que foram reduzidos para 17 após a triagem. Os resultados indicaram que os resíduos alimentares são uma fonte viável para a dieta das larvas, e o biodiesel produzido a partir da gordura das larvas pode ser realizada de diversos métodos e apresenta características dentro dos parâmetros comerciais, garantindo um biodiesel de alta qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiesel. Extração de gordura. *Hermetia illucens*. Lipídios. Mosca-soldado-negra.

ABSTRACT

This article aims to evaluate the feasibility of using food waste to feed black soldier fly (Hermetia illucens) larvae to obtain fat and produce biodiesel, through a systematic literature review (SLR). For this review, the extracted articles were analyzed and selected using StArt software, which facilitated the SLR by applying inclusion and exclusion criteria and assisted in screening the reviewed articles. The initial search was conducted using five databases, resulting in a total of 677 articles, which were reduced to 17 after screening. The results indicated that food waste is a viable source for larval diet, and biodiesel produced from larval fat can be produced using various methods and presents characteristics within commercial parameters, ensuring high-quality biodiesel.

KEYWORDS: *Biodiesel. Fat extraction. Hermetia illucens. Lipid. Black soldier fly.*

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo evaluar la viabilidad de utilizar residuos de alimentos para alimentar larvas de mosca soldado negra (Hermetia illucens) para obtener grasa y producir biodiésel, a través de una revisión sistemática de la literatura (SLR). Para esta revisión, los artículos extraídos fueron analizados y seleccionados utilizando el software StArt, que facilitó la SLR mediante la aplicación de criterios de inclusión y exclusión y ayudó en la selección de los artículos revisados. La búsqueda inicial se realizó utilizando cinco bases de datos, resultando en un total de 677 artículos, que se redujeron a 17 después de la selección. Los resultados indicaron que los residuos de alimentos son

[1] IFSP - Campus Avançado Tupã.
[2] UNESP - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho".

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

una fuente viable para la dieta larvaria, y el biodiésel producido a partir de grasa larvaria se puede producir mediante diversos métodos y presenta características dentro de los parámetros comerciales, lo que garantiza un biodiésel de alta calidad.

***PALABRAS CLAVE**: Biodiesel. Extracción de grasas. Hermetia illucens. Lípidos. Mosca Soldado Negra.*

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, a importância de um futuro sustentável é imprescindível para a sociedade, principalmente quando se pensa sobre o aquecimento global, a degradação do meio ambiente e a poluição atmosférica. Nesse sentido, a degradação do meio ambiente é um tema recorrente na vida dos seres humanos, visto que, segundo o relatório de síntese de 2023, feito pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) confirmam que as atividades humanas, especialmente a queima de combustíveis fósseis, são inequivocamente responsáveis pelo aquecimento global (IPCC, 2023). Como complemento, é comprovado através de uma publicação feita pela *Environmental Protection Agency* (EPA), que somente um veículo de passageiros emite cerca de 4,6 toneladas métricas de CO_2 por ano (United States Environmental Protection Agency, 2025).

Além disso, outro dilema árduo a solucionar é a quantidade exorbitante de desperdício de alimento. Segundo a FAO (2023) (*The Food and Agriculture Organization*), estima-se que cerca de 13% dos alimentos que produzidos são desperdiçados antes de chegarem para o comércio, tal porcentagem equivale a 1,25 bilhões de toneladas de alimentos. Assim, conforme o desperdício de alimentos e a emissão de gases estufa na atmosfera, o objetivo desse artigo é realizar uma revisão sistemática de literatura para identificar estudos recentes sobre a produção do biodiesel a partir da gordura da larva da mosca *Hermetia illucens* (*Black Soldier Fly* - BSF) que se alimenta de resíduos alimentares, avaliando seu potencial como alternativa sustentável à matriz energética atual.

Sendo assim, o biodiesel produzido a partir da gordura da larva da mosca soldado negro (*Black Soldier Fly Larvae* - BSFL) se apresenta como uma ótima alternativa, visto que é possível conciliar as duas problemáticas. A BSFL é conhecida pela eficiente capacidade de bioconversão, um processo de conversão que consiste em utilizar seres vivos para produzir fontes de energia a partir de resíduos orgânicos (MT Soluções Ambientais, 2025), assim a BSFL cumpre esse requisito, pois ao se alimentar de resíduos alimentares em sua fase larval, elas absorvem os nutrientes e se torna rica em proteínas e lipídios. Com isso, os resíduos alimentares que antes não tinham função e que seriam descartados, passam a participar da alimentação da BSFL e é reduzida pela metabolização do organismo da larva e promove uma reciclagem desse lixo orgânico. E, em conjunto, é feito um biocombustível a partir da larva BSF por conta do seu alto índice de gordura capaz de gerar o biodiesel.

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

Portanto, a BSFL se torna um grande aliado que é capaz de contribuir para um futuro sustentável. Por isso, destaca-se a importância de uma revisão sistemática de literatura diante desse assunto, sendo necessária a busca por novas possibilidades de fontes de energias limpas e a necessidade do reuso de alimentos desperdiçados. Toda essa premissa é justificada pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela ONU, que representam um apelo global que busca um mundo com diversos avanços nos setores ambiental, educacional, social e econômico, que são fundamentais para um futuro ecológico, igualitário e com melhor educação (ONU, 2015).

Nesse sentido, a ODS 4 (Educação de qualidade) tem relação direta com o tema pesquisado, visto que foi produzido um material baseado em artigos científicos com difícil acesso, além de divulgar conhecimentos sustentáveis, nesse caso sendo os diversos artigos revisados. Além disso, contribui para o alcance da meta 7.2 que busca aumentar o uso de energia renovável, pois esse estudo gera um combustível sustentável e limpo, o biodiesel. O artigo também se enquadra no objetivo 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), mais especificamente na meta 11.6, que enfatiza a necessidade de reduzir os resíduos sólidos e melhorar a qualidade do ar, tarefas que a BSFL cumpre eficientemente, por ser alimentada por resíduos, ou seja, não sendo descartados e evitando a decomposição do lixo doméstico e o aterramento dele, além do biodiesel emitir menos carbono na atmosfera, melhorando na qualidade do ar. Ademais, na ODS 12 (Consumo e produção responsáveis), na meta 12.3, deseja promover uma redução do desperdício de alimentos, tanto no varejo, quanto no consumidor e, em conjunto com esse objetivo, a 12.5 também se relaciona pelo propósito de reduzir a geração de resíduos por meio de reuso, buscando exatamente isso quando se cultiva a BSFL. Por fim, a meta 13 (Ação contra a mudança global do clima), que procura tomar medidas para a resiliência, como reduzir a emissão de gases estufas, conscientização das pessoas, além de colocar em prática o uso do biodiesel a partir do lipídio da larva.

Para que o objetivo fosse concluído, como método foi utilizado o *software* StArt (*State of the Art through Systematic Review*) que trouxe praticidade e rapidez na revisão sistemática, assim possibilitando a análise de um maior número de artigos sobre a BSFL em um menor tempo. Antes de utilizar o *software*, foi feita uma pesquisa teórica com uma *string* definida em cinco bases de dados, sendo elas a IEEE, Science Direct, Scielo, Scopus e a Web of Science adicionando filtros para detectar os artigos feitos nos últimos cinco anos, se há acesso à internet e se é original. Contudo, com a pesquisa feita a partir da *string* foram apurados 1557 artigos no total, nos quais 1016 foram publicados desde 2020, conforme os filtros adicionados, além de somente 677 serem originais. Dessa forma, apenas 677 foram para o StArt e, após a seleção criteriosa e manual de cada artigo, foram selecionados 17 artigos científicos pertinentes.

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

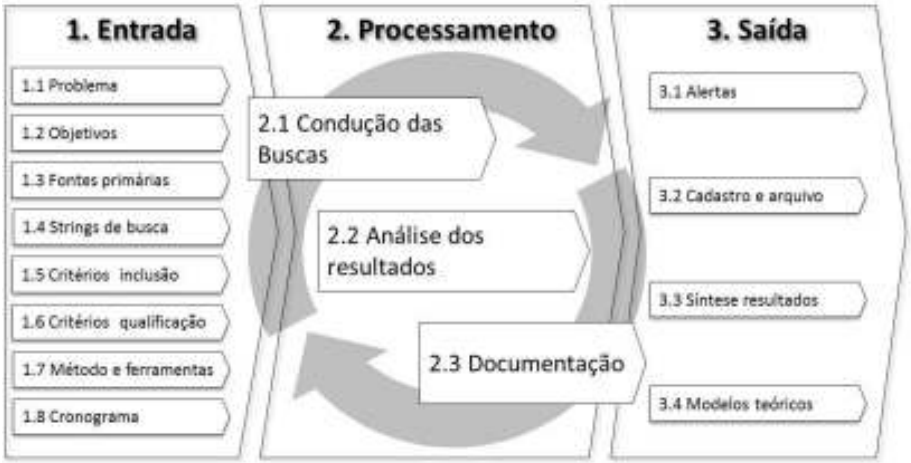
2. MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com as informações exibidas no decorrer do trabalho, é incontestável o fato de que a implementação da BSF no mundo atual é extremamente benéfica, referente aos comprimentos de várias ODS's. Assim, faz-se necessária a busca de artigos pertinentes de acordo com o tema, sendo utilizado como base inicial para a pesquisa uma *string* definida: (*Black Soldier Fly OR Hermetia illucens) AND (fat extraction OR lipid extraction*). E para maior eficiência e praticidade no processo de busca desses artigos, foi realizada a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) para encontrar os melhores artigos que se encaixam na temática.

2.1. Revisão Sistemática da Literatura

A RSL é um método de pesquisa crucial para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos (Galvão; Ricarte, 2020), que visa identificar, selecionar e analisar os artigos que são condizentes com a *string*, além de auxiliar o autor a analisar e sintetizar uma quantidade de informações maiores contidas nas pesquisas. Assim como propõem Conforto, Amaral e Silva (2011), eles adaptam um tipo de RBS já existente, feito por Elly e Evis (2006), assim surgindo o RBS *Roadmap* constituída por seguintes 15 etapas divididas por 3 fases, como mostra a Figura 1.

Figura 1. Etapas necessárias para o RBS *Roadmap*



Fonte: Conforto, Amaral e Silva (2011)

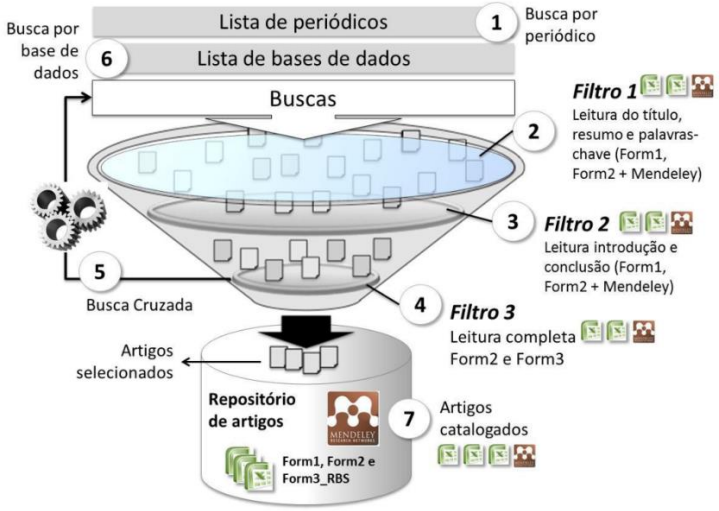
A primeira fase Entrada serve para definir o ponto de partida da revisão, como a definição do problema, os objetivos, qual fonte primária utilizar (como periódicos e bases de dados), a *string* de busca, os critérios de inclusão e de qualificação, métodos e ferramentas para a condução das buscas e, por fim, a realização de um cronograma para planejar qual *software* utilizar durante esse processo. Na segunda fase, chamada de Processamento, começando pela busca individual em cada base de dados, em seguida a leitura sucinta dos resumos dos artigos, depois se aprofundando

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

cada vez mais em cada artigo, como mostra o quarto passo, que solicita a leitura completa, além de documentar quantos artigos estão sendo excluídos, tal etapa é exemplificada na Figura 2.

E, na Saída, fase final da RBS *Roadmap*, consiste na inserção de "alertas" nos principais periódicos identificados durante a RBS caso haja futuras edições, também deve cadastrar os artigos para serem armazenados em um *software* que gerencia referências. Os autores Amaral e Silva (2011) sugerem o *software Mendeley* para essa tarefa, que pode ser baixado gratuitamente, tal sistema é elaborado um relatório que teria as informações sintetizadas da biografia estudada.

Figura 2. Segunda etapa da revisão



Fonte: Conforto, Amaral e Silva (2011)

Nesse sentido, após a explicação sobre tal revisão, para que ela seja feita foi necessário a busca individual em diferentes bases de dados que são restritas, no entanto são acessíveis mediante ao convênio institucional disponibilizado pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), na Faculdade de Ciências e Engenharia de Tupã. Por isso, as bases de dados utilizadas para essa revisão foram: *Scielo, Scopus, Science Direct, Web of Science* e IEEE, todas encontradas no Portal de Periódicos CAPES e, com a *string* (*Black Soldier Fly OR Hermetia illucens) AND (fat extraction OR lipid extraction*). Após a pesquisa, foram filtrados os artigos que foram feitos desde 2020 (nos últimos cinco anos), se tem acesso online e se eram artigos originais, adiante todos foram exportados em formato *bibtex* ou *ris* para um *software* que otimiza a metodologia da revisão, o StArt.

2.2. Revisão Sistemática da Literatura com o Software StArt

O *software* StArt *(State of the Art through Systematic Review)* foi desenvolvido pelo LaPES (Laboratório de pesquisa em Engenharia de Software Experimental), na universidade UFSCar (Universidade Federal de São Carlos), e está disponível para baixar gratuitamente e, a versão

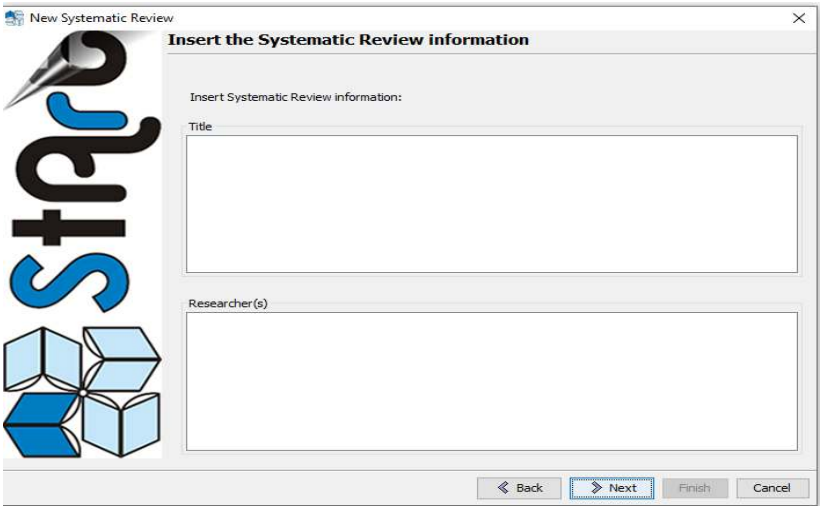
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

utilizada para esse estudo foi a 3.3 BETA 03. Esse sistema operacional teve como objetivo inicial dinamizar as extensas etapas que a RSL necessita, como visto na revisão estabelecida por Amaral e Silva, assim o StArt traz ferramentas que auxiliam na condução da RSL (LaPES, 2025). Tais ferramentas como a triagem dos estudos, que mostra o título, resumo e o texto já no programa, foram cruciais para a seleção dos estudos e a leitura dos resumos pelo próprio sistema, além de registrar critérios de inclusão e exclusão e gerar gráficos para melhor visualização.

Primeiramente, foi aberto o StArt, *software* utilizado para o RSL. Em seguida, foi criado um arquivo e, posteriormente, selecionada a opção "*Next*" para dar continuidade ao procedimento. Na sequência, foi exibida uma tela solicitando o título da pesquisa e os nomes dos autores, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3. Página que se adiciona o título e os autores do artigo

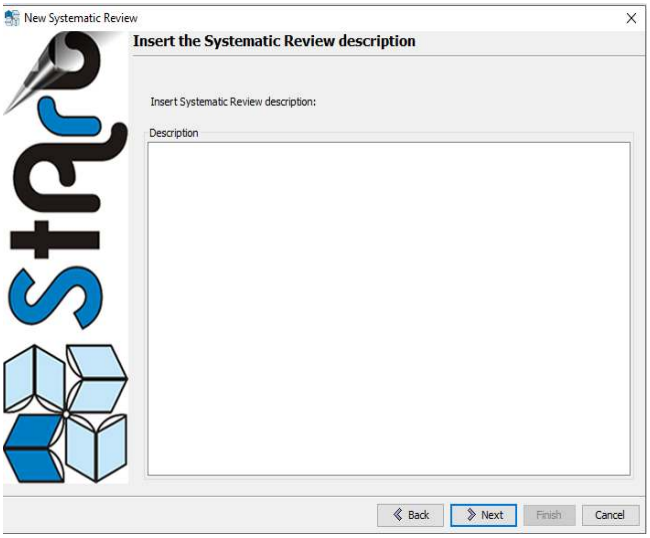


Fonte: Autor, 2025

Após a inserção de todas as informações, foi selecionada a opção "*Next*" e, em seguida, foi solicitada uma breve descrição sobre a pesquisa, conforme apresentado na Figura 4.

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

Figura 4. Página para adicionar uma breve descrição

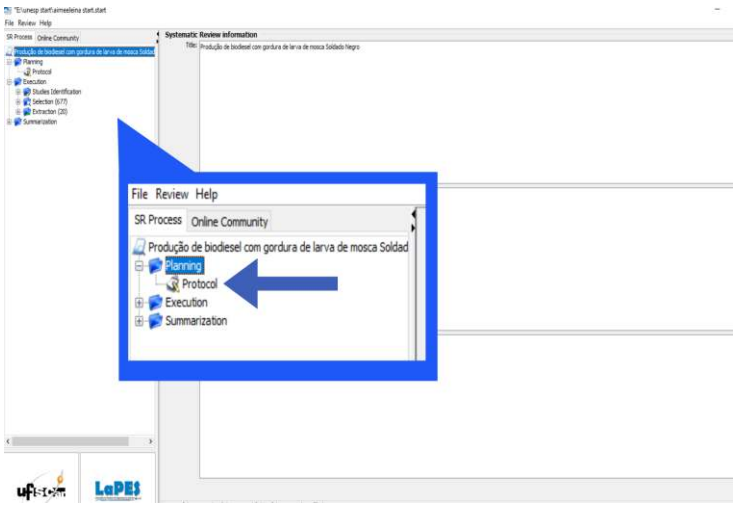


Fonte: Autor, 2025

2.3. Protocolo da RSL

O preenchimento do protocolo foi de extrema importância, pois continha as informações necessárias para a seleção dos artigos. Seguindo os passos, após a adição da descrição e a seleção da opção "*Finish*", foi direcionada a tela principal, onde, no canto superior direito, foi indicado um menu que direcionava para o preenchimento do protocolo. Inicialmente, clicou-se duas vezes em "*Planning*", o que abriu uma pequena extensão abaixo desse tópico, intitulada "*Protocol*" (Figura 5).

Figura 5. Como acessar a página "protocolo".



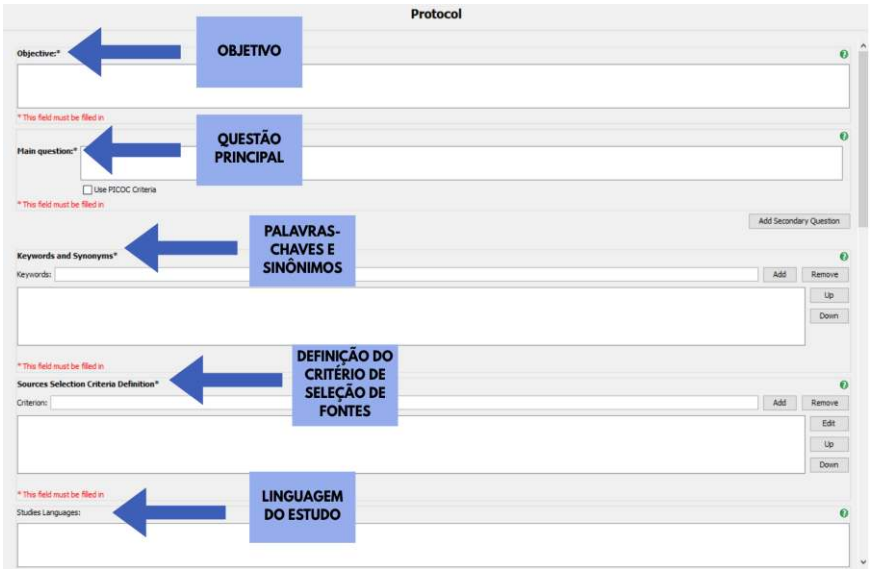
Fonte: Autor, 2025

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

Assim que selecionada a opção, pode ser vista uma página com todos os requisitos escritos em vermelho, significando assim, a obrigatoriedade de preenchimento desse campo, que deve ser escrito cada informação coerente no que é pedido, referente a cada campo obrigatório. Logo abaixo, o campo "*Main Question*" deve conter a principal pergunta que o artigo deseja responder, depois o campo de palavras-chave e sinônimos (*Keywords and synonyms*) ligados à *string*. Sequencialmente, tem o campo para definir os critérios de seleção de fonte e o idioma dos artigos. Todos esses dados são utilizados para auxiliar na classificação dos artigos exportados (Figura 6).

Após a metodologia do preenchimento do protocolo, segue o Quadro 1, onde constam os parâmetros utilizados para a seleção de dados do artigo, contendo informações baseadas na *string* de busca da pesquisa usada em cada base de dados. Respectivamente, as respostas dos campos: objetivo, questão principal, a *string* utilizada em cada base de dados, palavras-chaves e sinônimos.

Figura 6. Página do protocolo



Fonte: Autor, 2025

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

Quadro 1. Parâmetros para a RSL

Objetivo da pesquisa	Produzir larvas de mosca soldado negro com resíduos alimentares, com posterior processo de desidratação e extração de gordura para uso como matéria-prima na produção de biodiesel; produzir biodiesel, por transesterificação, com gordura de larvas BSF *(Hermetia illucens).*
Questão principal	Como utilizar os resíduos alimentares para alimentar as larvas do Soldado Negro e ter a matéria-prima para produzir biodiesel?
String de busca	*(Black Soldier Fly OR Hermetia illucens) AND (fat extraction OR lipid extraction)*
Palavras chaves e sinônimos	BIODIESEL, *BIODIESEL PRODUCTION, BIOFUEL PRODUCTION, BLACK SOLDIER FLIES, BLACK SOLDIER FLY, BLACK SOLDIER FLY (HERMETIA ILLUCENS), BLACK SOLDIER FLY (BSFF), BLACK SOLDIER FLY LARVA, BLACK SOLDIER FLY LARVAE, BLACK SOLDIER FLY LARVAE (BSFL), BLACK SOLDIER FLY LARVAE OIL, BLACK SOLDIER FLY OIL, BLACK SOLDIER FLY OIL (BSFO), BLACK SOLDIER FLY PULP, FAT EXTRACTION, HERMETIA ILLUCENS, INSECT BIODIESEL, LIPIDS EXTRACTION, OIL EXTRACTED FROM THE BLACK SOLDIER FLY LARVAE, OIL EXTRACTION METHOD, LIPID.*

Fonte: Autor, 2025

Por conseguinte, foram preenchidos os campos obrigatórios, sendo eles os critérios de inclusão e exclusão e os idiomas dos estudos para serem apurados. Essa etapa garante com que os critérios de exclusão e inclusão sejam deferidos e bem definidos:

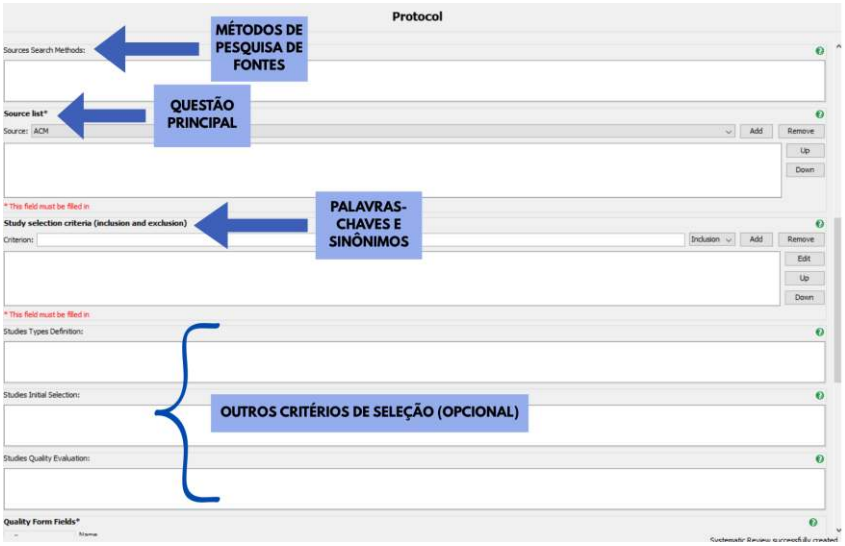
- Inclusão:
  - Trabalhos com produção de biodiesel
  - Texto em português e em inglês
  - Trabalhos relacionados a extração de gordura da larva
  - Trabalhos publicados e disponíveis integralmente nas bases científicas buscadas
- Exclusão:
  - Sem acesso ao texto na íntegra
  - Trabalhos com baixa correlação com a *string* de busca

A partir dessas informações decretadas, elas também precisam ser inseridas no *software*, na área "*Protocol*" para ser realizada a apuração dos artigos. Para preencher esses campos na mesma página de protocolo, porém abaixo, ainda há mais alguns campos a serem preenchidos, como os métodos de pesquisa de fontes, lista de fonte dos artigos, critérios de seleção dos estudos podendo ser inclusão ou exclusão, fundamentais para saber se tal artigo se enquadra no que está sendo buscado, conforme Figuras 7 e 8.

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

Figura 7. Continuação da página do protocolo



Fonte: Autor, 2025

Figura 8 - Continuação da página do protocolo



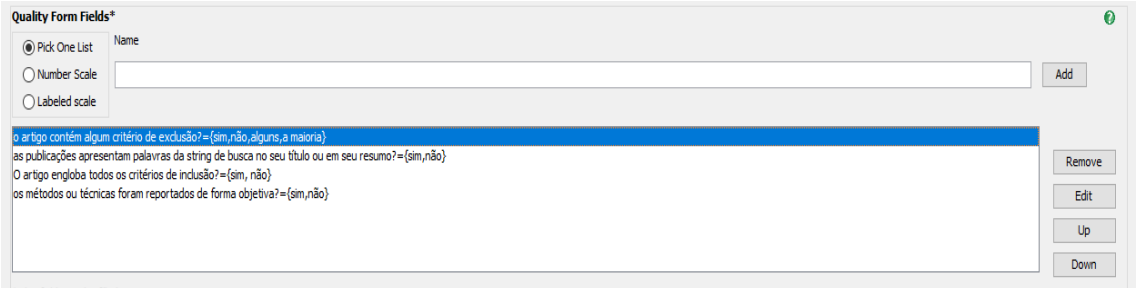
Fonte: Autor, 2025

Para finalizar o preenchimento total do protocolo, foi registrado um campo destinado a classificar os artigos por meio de perguntas e respostas adicionadas, por exemplo: “O artigo contém algum critério de exclusão?”, como sendo a pergunta, e a resposta seguida de “=” e as opções que respondem à questão: “sim, não, alguns, a maioria”; assim resultando em um registro de dados demonstrado na Figura 9.

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 9. Campo para colocar as perguntas e respostas



Fonte: Autor, 2025

E outro campo para registrar informações importantes de algum artigo que interessa e tem relevância para o artigo em questão. Foi adicionado nesta parte perguntas para serem respondidas a partir dos artigos na RSL: “O que foi feito na pesquisa”, “Como foi feito?” e “Quais foram os resultados do artigo?”, conforme Figura 10.

Figura 10. Campo para colocar as informações diante dos artigos



Fonte: Autor, 2025

2.4. Processamento dos artigos

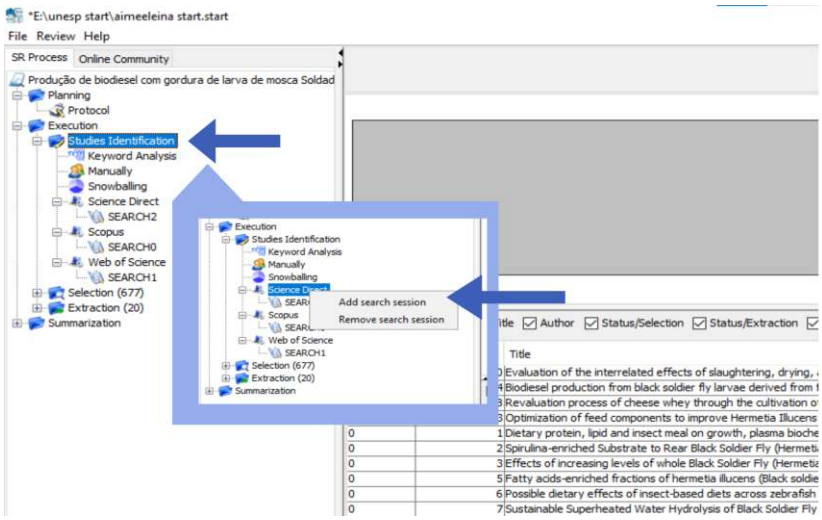
A partir da *string* de busca definida, foi realizada uma pesquisa nas bases de dados que são disponibilizadas no site Portal de Periódicos CAPES, cujo acesso restrito foi viabilizado com o convênio fornecido pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, além do acesso à rede “Eduroam”, artigos e revistas que são de acesso exclusivo somente para os assinantes.

Em seguida, após a pesquisa em cada base de dados, são exportados os artigos em formato de documento *.bib* ou *.ris*, que será inserido no StArt. A adição desses documentos no *software* foi feita na aba “*Execution*”, e “*Studies Identification*” com as opções de bases de dados adicionadas no protocolo. Depois em “*Add search session*” para acessar a próxima página, depois foi escrever a *string* de busca do estudo. Depois desse procedimento, para colocar o arquivo, foi selecionado o formato e inseridos os artigos (Figura 11).

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

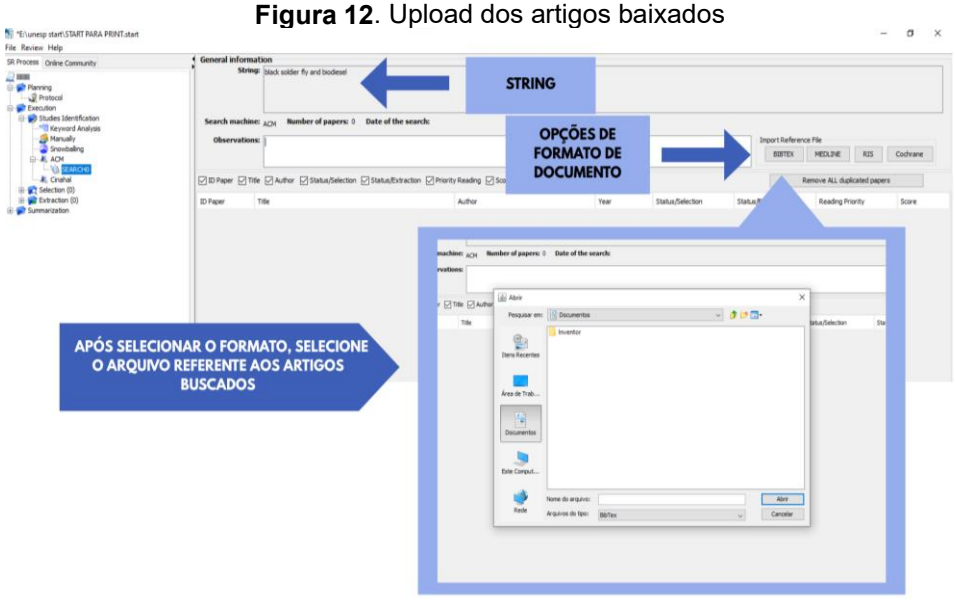
Figura 11. *Upload* dos artigos para o *software*



Fonte: Autor, 2025

Em "*Add search session*" para acessar a próxima página, depois foi escrever a *string* de busca do estudo. Depois desse procedimento, para colocar o arquivo, foi selecionado o formato e inseridos os artigos (Figura 12).

Figura 12. Upload dos artigos baixados



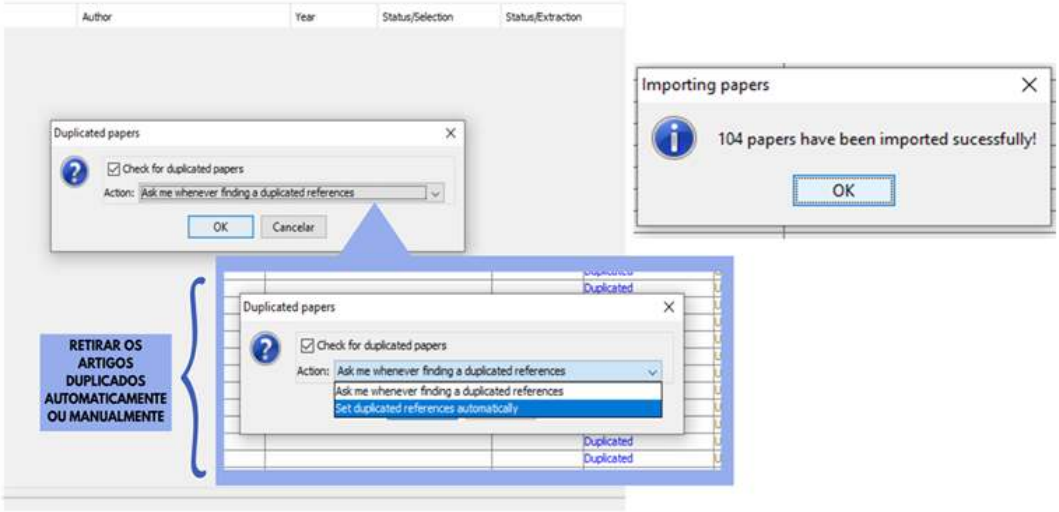
Fonte: Autor, 2025

O próximo passo foi aprovar ou não a retirada dos artigos duplicados, com a opção da eliminação automática em "*Set duplicated references automatically*". Com essa escolha feita, o processo da inserção dos artigos ficou completo (Figura 13).

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

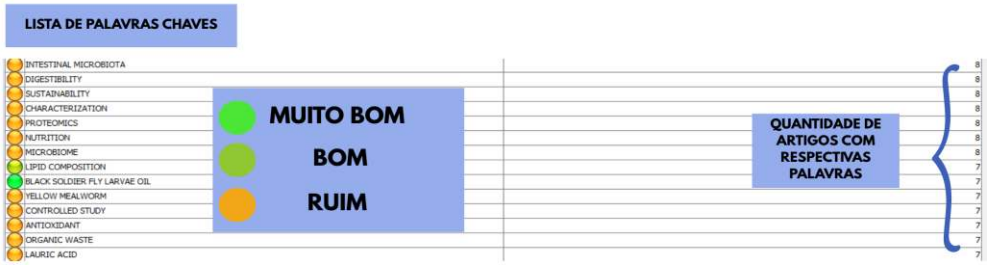
Figura 13. Exclusão dos artigos duplicados



Fonte: Autor, 2025

Com esse passo concluído e feito com todos os artigos buscados em diferentes bases de dados, pode-se observar quais palavras aparece com mais frequência, sendo sinalizado com diferentes cores: verde significando boa relação com as palavras-chaves colocadas no protocolo, amarelado sendo uma razoável correlação e o laranja, com maior disparidade no assunto estudado (Figura 14).

Figura 14. Análise de palavras-chave



Fonte: Autor, 2025

Deve expor, de forma ordenada, toda a fundamentação teórica que possibilitou realizar a experimentação ou o estudo de caso, bem como a metodologia aplicada para a coleta e obtenção dos dados da pesquisa, por meio de citações (para esse artigo serão aceitos somente citações indiretas).

Para realizar a seleção dos numerosos artigos exportados, há uma ferramenta que auxilia esse processo que é extremamente trabalhoso e minucioso. Tal ferramenta chamada "*SCAS Generate Quadrants*" permite que haja um filtro a partir dos dados adicionados no protocolo, classificando os artigos por quadrantes numerados de 4 a 0, quanto mais perto do 4, melhor o artigo

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

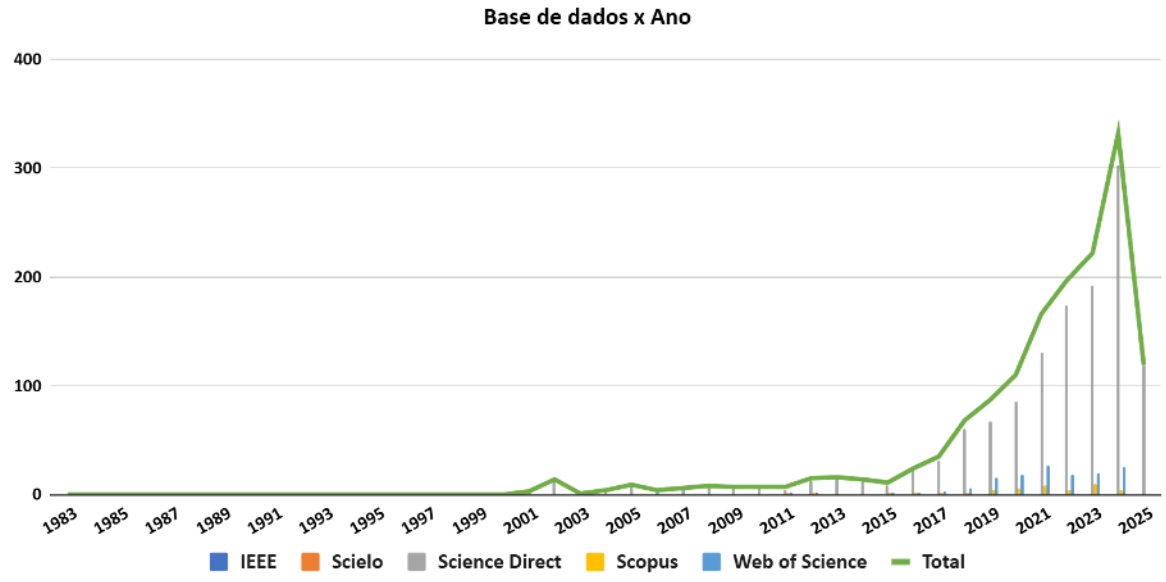
em específico tem devido aos critérios colocados na página do protocolo. E então, caso haja artigos no quadrante 0, ele já demonstra não ter aderência com os critérios sugeridos, podendo assim ser excluído/rejeitado.

Seguindo essa dinâmica, ao ter todos os artigos categorizados nesses quadrantes, é importante que todos sejam lidos pelo menos o resumo, que fica disponível no próprio StArt quando clicado duas vezes em cima do artigo desejado. Enquanto é feita essa leitura, deve ser classificado em duas condições: se o artigo se mostra relevante à pesquisa, é aceito, se não, deve ser rejeitado. Assim, é feito uma filtragem dos numerosos artigos exportados que são separados na aba "*Accepted Papers*" ou "*Rejected Papers*".

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados gerados foram obtidos a partir das informações da busca por meio das bases de dados preferidas e com a conclusão de etapas realizadas no StArt. Portanto, graças a esses materiais, foi possível elaborar gráficos que facilitam a percepção de quantidades de artigos conforme ao decorrer dos anos, vale ressaltar que esse tema sobre a produção de biodiesel a partir da gordura da BSF se tornou mais explorado nas pesquisas a partir de 2018, assim como pode ser observado na Figura 15.

Figura 15. Gráfico Base de dados x Ano



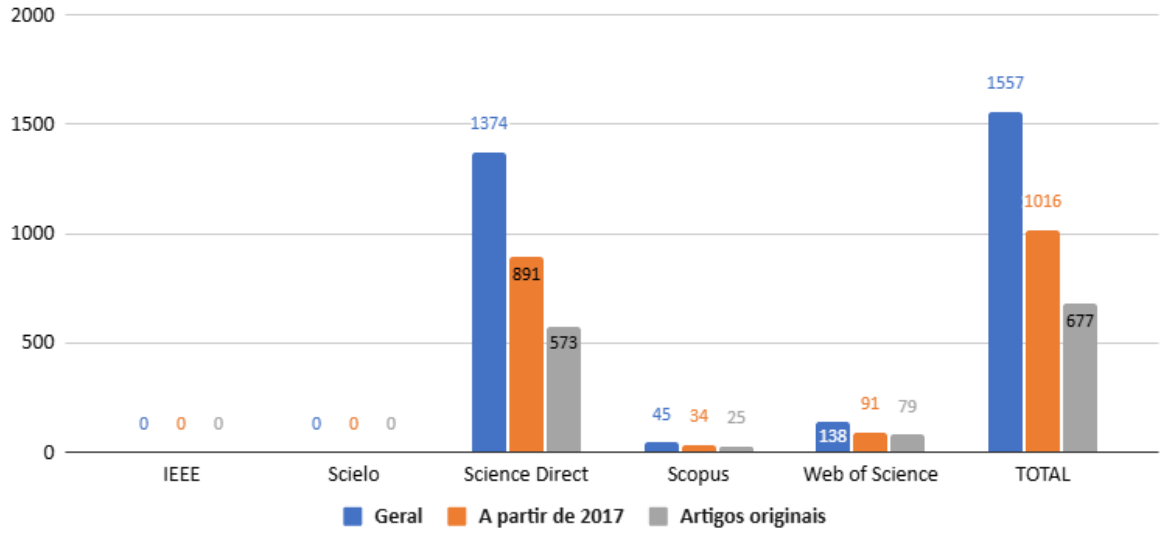
Fonte: Autor, 2025

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

Em seguida, também foi gerado um gráfico que demonstra as respectivas quantidades de artigos conforme as bases de dados pesquisadas, sendo possível notar uma incomparável quantia que pertence ao Science Direct para as demais, principalmente a Scielo e o IEEE (Figura 16).

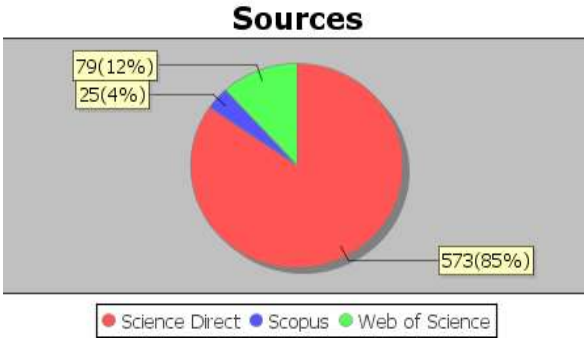
Figura 16. Gráfico sobre as bases de dados



Fonte: Autor, 2025

Em seguida, esses gráficos foram gerados a partir do StArt, que possibilita exibir, de maneira clara, a maior participação de uma base de dados, sendo essa a Science Direct, logo a Web of Science e por fim o Scopus (Figura 17).

Figura 17. Gráfico sobre as bases de dados



Fonte: Autor, 2025

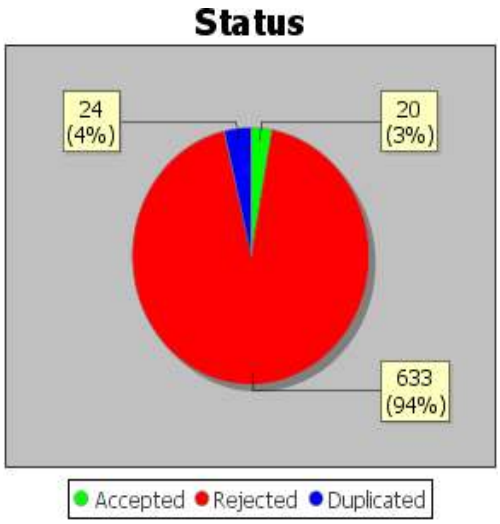
Na Figura 18 tem-se o gráfico, que expõe qual foi a divisão dos artigos, separando em três opções:

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

- "*Accepted*" (aceito) em verde representa os artigos que foram aceitos, ou seja, mostraram serem pertinentes para a pesquisa;
- "*Rejected*" (rejeitado) em vermelho representa os artigos que não foram aceitos e impertinentes com o tema da pesquisa.
- "*Duplicated*" (duplicado) em azul representa os artigos que estavam duplicados.

Figura 18. Gráfico sobre as bases de dados



Fonte: Autor, 2025

A seguir, na Figura 19 apresenta as palavras chaves que mais apareceram durante a pesquisa, destacando principalmente a palavra *"Black Soldier Fly", "Edible Insects", "Insect Meal", "Hermetia Illucens", "Growth Performance",* "Biodiesel" e *"Food Waste".*

Figura 19. Gráfico sobre as bases de dados



Fonte: Autor, 2025

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

O Quadro 2, em sequência, contém informações retiradas pelos artigos revisados durante o processo de aprovação no *software*. Nesse sentido, esse Quadro consta com o ano de publicação, o (s) autor(res), o título da pesquisa e algumas perguntas a serem respondidas, as respostas sendo baseadas no próprio artigo. Tais perguntas são: O que foi feito, como foi feito e quais os resultados obtidos, que são para compreender qual a finalidade, os métodos adotados e os resultados.

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

Quadro 2. Informações sobre os artigos

N°	Ano	Autor (es)	Título	O que foi feito?	Como foi feito?	Resultados obtidos
1	2021	Lee, K.-S. ; Yun, E.-Y. ; Goo, T.-W.	*Optimization of feed components to improve Hermetia Illucens growth and development of oil extractor to produce biodiesel*	Foi desenvolvido uma alternativa sustentável e econômica para a produção de biodiesel a partir de larvas de BSF utilizando resíduos orgânicos como fonte de alimentação.	A extração do óleo foi feita por prensa a quente e por solvente, dentre eles, a prensa se sobressaiu com melhor eficiência e sustentabilidade.	Os resultados do estudo indicaram que a composição de ração FT-1-2 foi a mais eficaz para o cultivo de *Hermetia illucens* visando a produção de biodiesel. Essa ração proporcionou o melhor desempenho em termos de ganho de peso das larvas e maior teor de gordura (33,87%). E foi observada mais eficiência na extração de óleo por prensagem a quente ao invés da extração por solvente.
2	2021	Feng, WL ; Wang, SF ; Duan, XL ; Wang, WG ; Yang, F ; Xiong, J ; Wang, TL ; Wang, CW	*A novel approach for enhancing lipid recovery for biodiesel production from wet energy biomass using surfactants-assisted extraction*	Este estudo focou em desenvolver um método inovador para extrair lipídios da biomassa úmida da larva da mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) com menor uso de solventes orgânicos. A proposta envolve o uso de surfactantes e sais assistidos por homogeneizador de alta velocidade. O trabalho também propõe um possível mecanismo de extração e modela a cinética do processo.	O estudo extraiu lipídios de larvas úmidas usando surfactantes em um processo “one-pot”. As larvas foram congeladas, misturadas com acetato de etila, água e surfactantes, homogeneizadas e centrifugadas. Os lipídios foram secos a 80 °C e comparados à extração por Soxhlet. Também foram feitos estudos cinéticos e análise dos ácidos graxos por GC-MS.	No fim do estudo, foi proposto o uso de surfactantes para extrair lipídios de biomassa úmida (larvas da mosca-soldado-negra) visando a produção de biodiesel. Utilizando solventes com água, surfactante a 0,5%, 60 °C e 60 segundos de extração, foi possível recuperar até 78,99% dos lipídios, com pureza superior a 80%. O processo é rápido, eficiente e mantém a qualidade dos lipídios para biodiesel.

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.

3	2021	Fredsgaard, Malthe ; Hulkko, Laura Sini Sofia ; Chaturvedi, Tanmay ; Thomsen, Mette Hedegaard	*Process simulation and techno-economic assessment of Salicornia sp. based jet fuel refinery through Hermetia illucens sugars-to-lipids conversion and HEFA route*	O estudo explora como aumentar a produção de biocombustíveis sustentáveis para a aviação, utilizando biomassa de segunda geração e resíduos orgânicos. Ele também destaca o uso da BSF para transformar resíduos em lípidos e proteínas.	O estudo simula, usando o software SuperPro Designer, a conversão da biomassa de *Salicornia sp.* em HEFA-SPK e outros produtos. A biomassa é separada em frações líquidas e sólidas, com extração de lipídios, que são usados para gerar biocombustíveis através de processos como hidrogenação e destilação. A análise técnico-econômica calcula os custos com insumos e otimiza o fluxo de entrada de biomassa.	O estudo desenvolveu um processo de biorrefinaria para converter *Salicornia sp.* em combustível de aviação (HEFA-SPK). A biomassa foi fracionada em lipídios, fitoquímicos e resíduos, que passaram por fermentação e criação de larvas. Os lipídios das larvas foram transformados em biocombustíveis, e coprodutos como proteínas e extratos de etanol ajudaram na viabilidade econômica. A simulação indicou que o processo é lucrativo, mas precisa de validação.
4	2022	Jung, S. ; Jung, J.-M. ; Tsang, Y.F. ; Bhatnagar, A. ; Chen, W.-H. ; Lin, K.-Y.A. ; Kwon, E.E.	*Biodiesel production from black soldier fly larvae derived from food waste by non-catalytic transesterification*	O estudo teve como objetivo desenvolver um processo eficiente para a produção de biodiesel a partir da gordura das larvas de *Hermetia illucens* (BSFL), alimentadas com resíduos alimentares. O foco foi superar as limitações dos métodos convencionais, como a extração de lipídios e o uso de catalisadores ácidos/base, utilizando transesterificação não catalítica	O processo foi realizado em várias etapas: ovos de BSFL foram incubados e as larvas alimentadas com resíduos alimentares. Após 15 dias, as larvas foram secas, e a extração de lipídios foi feita com n-hexano. A produção de biodiesel foi realizada utilizando tanto transesterificação catalítica com KOH quanto transesterificação não catalítica, que envolveu aquecer as larvas ou extrato	Os resultados mostraram que a transesterificação não catalítica foi mais eficiente, alcançando um rendimento de 94,1% após 1 minuto de reação a 390°C, sem a necessidade de extração de lipídios das larvas, assim se tornando uma alternativa promissora para a conversão de resíduos alimentares em biodiesel. Além disso, o biodiesel obtido atendeu aos padrões de qualidade da Coreia e da União Europeia.

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

					de BSFL com metanol em um reator de batelada.	
5	2022	Mahmoud, AH ; Hussein, MY ; Ibrahim, HM ; Hanafy, MH ; Salah, SM ; El-Bassiony, GM ; Abdelfattah, EA	*Mixed microalgae-food waste cake for feeding of Hermetia illucens larvae in characterizing the produced biodiesel*	O estudo avaliou o efeito da adição da microalga *Chlorella vulgaris* à dieta de larvas da mosca soldado-negra (*Hermetia illucens*) alimentadas com resíduos orgânicos para melhorar a produção e qualidade do biodiesel.	As larvas foram divididas em dois grupos com dietas diferentes, cultivadas por 14 dias. Após a extração lipídica, o biodiesel foi produzido e caracterizado. Antioxidantes foram adicionados e a estabilidade foi avaliada com testes estatísticos.	A adição de *Chlorella vulgaris* aumentou o rendimento do biodiesel em 1,4 vezes. O grupo com microalgas teve maior diversidade de FAMEs e melhor perfil de ácidos graxos. Os antioxidantes melhoraram a estabilidade oxidativa do biodiesel.
6	2022	Jing Lim, Jia ; Seng Liew, Chin ; Raksasat, Ratchaprapa ; Merican, Zulkifli M.A. ; Kiatkittipong, Kunlanan ; Alaaeldin Abdelfattah, Eman ; Mohamad, Mardawani ; Bashir, Mohammed J.K. ; Karabo Obed Ntwampe, Seteno ; Lim, Jun Wei	*Cellulase pretreated palm decanter cake for feeding of black soldier fly larvae in triggering bioaccumulation of protein and lipid into biodiesel productions*	O estudo avaliou o uso do resíduo da indústria de óleo de palma (*palm decanter cake* – PDC) como alimento para larvas da mosca soldado-negra (BSFL) visando a produção de biodiesel.	O óleo de palma foi pré-tratado com a enzima celulase para torná-lo mais digerível. Em seguida, as larvas foram alimentadas com esse material por 16 dias. O crescimento foi monitorado e, ao final, foram extraídos os lipídios e proteínas. Os lipídios foram convertidos em biodiesel por transesterificação, permitindo avaliar o efeito do pré-tratamento no desempenho das larvas e na produção de biodiesel.	O pré-tratamento enzimático com celulase no *palm decanter cake* (PDC) aumentou a glicose disponível, atingindo 102,48 mg/g com 1,0% de celulase em 72 horas. Isso levou a uma redução no teor de proteínas (22,3-27,8%) e aumento dos lipídios (64,6-70%) nas larvas da mosca soldado-negra. O biodiesel produzido teve alta concentração de ácidos graxos saturados, como o ácido láurico, garantindo boa estabilidade e qualidade. Assim, o pré-tratamento melhorou o crescimento das

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

						larvas e a produção de biodiesel eficiente e de alta qualidade.
7	2023	Hurtado-Ribeira, R. ; Villanueva-Bermejo, D. ; GarcÃa-Risco, M.R. ; HernÃ¡ndez, M.D. ; SÃ¡nchez-Muros, M.J. ; Fornari, T. ; VÃ¡zquez, L. ; Martin, D.	*Evaluation of the interrelated effects of slaughtering, drying, and defatting methods on the composition and properties of black soldier fly (Hermetia illucens) larvae fat*	O estudo avaliou como diferentes métodos de processamento — abate (branqueamento ou congelamento), secagem (forno ou liofilização) e desengorduramento (prensagem mecânica ou extração por CO_2 supercrítico) — afetam a composição e propriedades da gordura de larvas de mosca-soldado-negra (BSFL). Foram examinados rendimentos, composição lipídica, teor de umidade e propriedades térmicas.	As larvas foram abatidas por branqueamento ou congelamento, secas em forno ou por liofilização e, em seguida, a gordura foi extraída por prensagem mecânica ou CO_2 supercrítico. Após o processamento, foram analisados o rendimento de extração, teor de umidade, composição lipídica e propriedades térmicas da gordura, com o objetivo de entender como essas etapas influenciam a qualidade do produto.	Os resultados mostraram que os métodos de processamento influenciam significativamente a gordura extraída das larvas. A extração com CO_2 supercrítico teve maior eficiência que a prensagem mecânica. O branqueamento seguido de secagem em forno preservou melhor a qualidade da gordura, com menor teor de ácidos graxos livres. Já a liofilização aumentou a umidade e reduziu a estabilidade térmica da gordura.
8	2023	Liew, CS ; Mong, GR ; Lim, JW ; Raksasat, R ; Rawindran, H ; Leong, WH ; Manogaran, MD ; Chai, YH ; Ho, YC ; Rahmah, AU ; Lin, CX ; Khoo, KS ; Kiatkittipong, W	*Life cycle assessment: Sustainability of biodiesel production from black soldier fly larvae feeding on thermally pre-treated sewage sludge under a tropical country setting*	O estudo avalia os impactos ambientais da produção de biodiesel a partir de larvas da mosca soldado-negra alimentadas com lodo de esgoto tratado termicamente. A pesquisa utilizou Avaliação do Ciclo de Vida (LCA) para analisar a sustentabilidade do processo e comparou seus impactos com outros tipos de	Realizou uma abordagem "*cradle-to-gate*" para avaliar os impactos da produção de 1 kg de biodiesel a partir de larvas de mosca soldado-negra alimentadas com lodo de esgoto termicamente tratado. A alocação dos impactos foi feita com base no valor econômico, usando dados experimentais,	O estudo analisou a produção de biodiesel a partir de larvas da mosca soldado-negra alimentadas com lodo de esgoto tratado termicamente. Avaliou-se o impacto ambiental de cada etapa do processo, destacando o alto consumo de energia no pré-tratamento e o uso de químicos na

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 e com o descarte convencional do lodo em aterros.	bibliográficos e do banco Ecoinvent, com o software SimaPro, método ReCiPe 2016, considerando efeitos em saúde humana, ecossistemas e uso de recursos.	transesterificação. Também foram testadas alternativas para tornar o processo mais sustentável.
9	2023	Almutairi, AW ; Abomohra, A ; Elsayed, M	*A closed-loop approach for enhanced biodiesel recovery from rapeseed biodiesel-based byproducts through integrated glycerol recycling by black soldier fly larvae*	O estudo investigou uma abordagem de sistema fechado para recuperar biodiesel usando subprodutos da indústria de biodiesel de colza (*rapeseed*), por meio de larvas da mosca-soldado-negra (BSFL) que reciclam glicerol residual.	Foi formulada uma dieta com bolo de colza desengordurado suplementado com diferentes concentrações de glicerina (0%, 2%, 5% e 10%). Após o ciclo de criação, os lipídios das larvas foram extraídos e convertidos em biodiesel por transesterificação. Em seguida, analisaram a composição dos ácidos graxos e rendimento.	A adição de 5% de glicerol resultou no melhor desempenho larval, com maior peso, taxa de sobrevivência, conversão de biomassa e acúmulo de lipídios. Isso se deve à fácil digestão do glicerol e sua ação sobre a estrutura do substrato. O biodiesel obtido das larvas atendeu aos padrões internacionais, com excelente qualidade.
10	2023	Zhu, Junyu ; Liu, Xiangjie ; Zhang, Xin ; Deng, Bo ; Xu, Chao ; Zhang, Congcong ; Yuan, Qiaoxia	*Experimental study on black soldier fly (Hermetia illucens L.) larvae hydrothermal liquefaction in methanol-water Co-solvent: Bio-oil yields and properties*	O estudo investigou o uso de liquefação hidrotérmica com co-solvente metanol-água para extrair óleo biológico de larvas da mosca soldado negra (BSFL), visando melhorar a produção de biodiesel.Também Investigou o impacto da temperatura de reação e da proporção metanol-água na distribuição dos produtos e nas propriedades do bio-óleo.	As larvas secas da mosca soldado-negra foram moídas e submetidas à liquefação hidrotérmica usando uma mistura de metanol e água como co-solvente. Os experimentos foram feitos em um reator de 250 mL, variando a temperatura entre 200 e 290°C e a proporção metanol-água de 0:1 a 1:0, sob pressão de nitrogênio	Os resultados mostraram que a melhor condição para a liquefação hidrotérmica das larvas foi a 260°C com uma proporção metanol-água de 4:1, atingindo um rendimento de bio-óleo de 68,23%. A análise química revelou que o bio-óleo continha principalmente ésteres e hidrocarbonetos, com baixo teor de amidas (1,92%), tornando-o similar ao

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

					para evitar ebulição. Após a reação, os produtos foram separados por filtração e extraídos com diclorometano (DCM). O bio-óleo foi obtido pela evaporação do DCM.	biodiesel. O metanol ajudou a promover reações de esterificação e alcoólise, melhorando a produção e qualidade do bio-óleo.
11	2023	Okoro, Oseweuba Valentine ; Preat, Victor ; Karimi, Keikhosro ; Nie, Lei ; Debaste, Frederic ; Shavandi, Amin	*Optimizing the subcritical water valorization of insect (Hermetia illucens l.) farming waste for biodiesel production*	O estudo investigou a valorização do resíduo da criação de larvas da mosca soldado-negra (*Hermetia illucens*) por meio de liquefação em água subcrítica para produção de biodiesel. Com o objetivo de transformar esses resíduos em uma fonte eficiente para a produção de biodiesel.	Os resíduos da criação das larvas da mosca soldado-negra foram processados por liquefação hidrotérmica em água subcrítica. O procedimento envolveu submeter a biomassa a altas temperaturas (entre 200°C e 300°C) sob pressão para manter a água em estado subcrítico. Foram variáveis os parâmetros como temperatura, tempo de reação e concentração da biomassa na água para identificar as condições ideais para extração máxima de lipídios. Após a reação, os lipídios foram separados e quantificados para avaliação do rendimento e da qualidade, visando sua conversão em biodiesel.	A melhor condição foi 260°C com metanol-água 4:1, produzindo 68% de bio-óleo com alto valor energético e composição similar ao biodiesel.Além disso, o metanol atuou eficazmente como co-solvente, promovendo reações de esterificação e alcoólise que melhoraram a qualidade e o rendimento do bio-óleo. Esses resultados demonstram o potencial do processo para conversão eficiente de biomassa de larvas em combustível renovável de alta qualidade.

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

12	2024	Caltzontzin-Rabell, V. ; Escobar-Ortiz, A. ; GutiÃ©rrez-Antonio, C. ; Feregrino-PÃ©rez, A.A. ; GarcÃa-Trejo, J.F.	*Revaluation process of cheese whey through the cultivation of black soldier fly larvae (Hermetia illucens)*	O estudo buscou avaliar o cultivo da mosca soldado negro (BSFL) utilizando o soro de leite de queijo, que é um resíduo gerado pela produção de queijo. A pesquisa buscou explorar a utilização das larvas dessa mosca para converter o soro em biomassa de valor agregado, como proteínas e lipídios, além de reduzir os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado do resíduo.	As larvas de BSF foram alimentadas que contém 70% soro de leite de queijo e o restante por dieta padrão, durante 11 dias, em um ambiente a 32°C. O soro foi analisado a partir de parâmetros como gordura, proteína, lactose e pH. As larvas e o resíduo (FRASS) gerado durante o processo foram analisados quanto a umidade, lipídios, proteínas e calorias. A conversão do soro em biomassa de larvas foi avaliada por meio de índices de redução de resíduos e eficiência de conversão de digerido. Além das análises de ácidos graxos foram realizadas usando cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (GC-MS).	Os resultados mostraram que o soro de leite de queijo utilizado no estudo apresentou características de soro doce, com pH de 6,14 e acidez de 1,25 g/L. Continha 0,95% de gordura, 9,38% de sólidos não gordurosos e 3,49% de proteína. As larvas de mosca soldado negra se desenvolveram bem com esse soro, especialmente com pH de 6,0, o que favoreceu o crescimento das larvas. As propriedades físico-químicas indicaram que o soro vinha de vacas saudáveis, e era adequado para o cultivo das larvas, permitindo a conversão eficiente do resíduo em biomassa de larvas com alto valor agregado.
13	2024	Lee, JE ; Jang, HS ; Yun, YJ ; Han, GB ; Park, YK ; Yang, YC ; Jang, JH	*Application of the Hydrodeoxygenation of Black Soldier Fly Larvae Lipids in Green Diesel Production*	O estudo buscou otimizar a produção de lipídios das larvas de *Hermetia illucens* por meio de melhores condições de cultivo, maximizar sua extração e avaliar a conversão catalítica desses lipídios em diesel verde. Para isso, foram testadas condições que pudessem	Foram testadas condições controladas que pudessem aumentar o teor de lipídios nas larvas, com dietas variando entre milho, resíduos alimentares e subprodutos de carne. Após a extração de lipídios feita usando o método Soxhlet.	O estudo otimizou a produção de lipídios em *Hermetia illucens* (BSFL) com diferentes dietas, temperaturas e métodos de secagem. A dieta G teve o maior conteúdo de lipídios (30,55%), e a temperatura de 38°C reduziu o tempo 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

				aumentar o teor de lipídios nas larvas. Após a extração de lipídios em condições específicas, foram submetidos à conversão para ésteres metílicos para a produção de diesel verde via conversão catalítica.	Os lipídios extraídos foram analisados por cromatografia gasosa após conversão em ésteres metílicos de ácidos graxos (FAME).	criação para 7 dias. A secagem por micro-ondas foi a mais eficiente para extrair lipídios (67,7%). A hidrodesoxigenação dos lipídios reduziu o oxigênio para 0,30%, e o óleo resultante teve características similares ao diesel, com predominância de alcanos normais, o C17.
14	2024	Kim, Jee Young ; Park, Gyeongnam ; Choi, Youngjun ; Park, Won-Kun ; Koo, Bonwoo ; Park, Kwanho ; Tsang, Yiu Fai ; Kwon, Eilhann E	*Strategic approach for converting fat-rich food waste into high-quality biodiesel using black soldier fly larvae for sustainable bioenergy*	O estudo explora como transformar resíduos alimentares ricos em gorduras (lipídios) em biodiesel de alta qualidade, por meio da bioconversão realizada por larvas da mosca-soldado-negra (BSFL – *Hermetia illucens*). A proposta envolve não apenas o tratamento de resíduos, mas também a geração de energia renovável e combustível sustentável.	Larvas da mosca-soldado-negra foram alimentadas com resíduos alimentares ricos em gordura. Após o crescimento, os lipídios foram extraídos das larvas e dos resíduos restantes. A conversão em biodiesel foi realizada por transesterificação, com melhor rendimento no método não catalítico. O biodiesel final, resultante da mistura das duas fontes, teve suas propriedades avaliadas quanto à qualidade e eficiência.	As larvas consumiram cerca de 81% dos carboidratos e proteínas dos resíduos, mas menos de 50% dos lipídios, acumulando aproximadamente 48% de gordura em peso seco. A transesterificação não catalítica apresentou rendimento superior a 92%. A mistura dos biodieseis (das larvas e dos resíduos) resultou em um combustível com boas propriedades físico-químicas e maior estabilidade. Além disso, o processo reduziu em cerca de 90% o volume dos resíduos alimentares.

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

15	2024	KoyunoÄŸlu, Cemil	*Biofuel production utilizing black soldier fly (Hermetia illucens): a sustainable approach for organic waste management*	Esse estudo investiga o uso das larvas da mosca Soldado Negro como uma alternativa sustentável para a produção de biodiesel. Dessa forma, o objetivo deste estudo é avaliar a viabilidade técnica e econômica do uso das larvas como matéria-prima para a produção de biodiesel, além de demonstrar a sua contribuição para a economia circular e a redução da carga nos sistemas tradicionais de gerenciamento de resíduos, oferecendo uma abordagem inovadora para a produção de energia renovável.	A metodologia utilizada para produção de biodiesel a partir de larvas de mosca soldado negra (BSF) envolve a escolha de um local adequado, cultivo controlado das larvas com resíduos orgânicos, colheita no estágio pré-pupal, extração de lipídios (via extração com solvente) e transesterificação para produção de biodiesel. O processo inclui também purificação, armazenamento do biodiesel e manejo sustentável dos resíduos gerados. Estudos de caso foram utilizados para avaliar a viabilidade econômica e o impacto ambiental em diferentes escalas de operação.	O estudo analisou três cenários de produção de biodiesel a partir de larvas de mosca soldado negra, com base em diferentes escalas operacionais. No caso pequeno (1 tonelada/dia), obteve-se 200 litros de biodiesel por dia, com lucro anual de $18.250 e *payback* em 5,5 anos. No cenário médio (10 toneladas/dia), a produção foi de 2.000 litros diários, lucro de $182.500/ano e *payback* em 5,5 anos. Já na planta industrial (100 toneladas/dia), a produção diária chegou a 20.000 litros, com lucro anual de $1.825.000 e retorno do investimento em pouco mais de 2 anos.
16	2024	Young Kim, Jee ; Park, Won-Kun ; Park, Gyeongnam ; Choi, Youngjun ; Kwon, Eilhann E.	*Feed-shifting strategy for increasing biodiesel production from black soldier fly larvae*	Neste estudo, foi desenvolvida e avaliada uma estratégia de alimentação em duas fases (*feed-shifting*) para aumentar a produção de biodiesel a partir das larvas da mosca-soldado-negra (*Hermetia illucens*).	A metodologia consistiu na aplicação de uma estratégia de alimentação em duas fases para as larvas da mosca-soldado-negra (*Hermetia illucens*). Na primeira fase, as larvas foram alimentadas com um substrato de baixo teor lipídico, visando promover o crescimento e o aumento da	A estratégia de alimentação em duas fases resultou em um aumento de aproximadamente 16% na biomassa seca das larvas e cerca de 20% na produção de biodiesel, em comparação à alimentação única. O teor de lipídios foi significativamente maior, e o biodiesel produzido apresentou rendimento

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

					biomassa. Após determinado período, as larvas foram transferidas para um substrato rico em gordura, com o objetivo de estimular o acúmulo de lipídios em seus tecidos. Durante o experimento, foram monitorados o ganho de massa das larvas e o teor de lipídios acumulados. Ao final do processo, os lipídios foram extraídos das larvas e convertidos em biodiesel por meio de transesterificação.	elevado e qualidade compatível com os padrões técnicos.
17	2024	Ni, Xiangxiang ; Chen, Chengcheng ; Li, Ruixi ; Liu, Qiwei ; Duan, Chaoyi ; Wang, Xiu ; Xu, Mingfeng	*Effects of ultrasonic treatment on the structure and functional characteristics of myofibrillar proteins from black soldier fly*	Os autores investigaram como diferentes níveis de potência ultrassônica (300, 500, 700 e 900 W) afetam a estrutura e as propriedades funcionais das proteínas miofibrilares extraídas da mosca soldado-negra (*Black Soldier Fly* – BSF).	As proteínas miofibrilares foram extraídas de larvas da mosca soldado-negra e submetidas a tratamento ultrassônico em quatro potências diferentes (300, 500, 700 e 900 W). Após os tratamentos, as amostras foram analisadas quanto à estrutura (por FTIR, fluorescência e microscopia eletrônica) e às propriedades funcionais, como turbidez, emulsificação e digestibilidade in vitro. O objetivo foi avaliar como o ultrassom afeta a estrutura e	O tratamento ultrassônico alterou significativamente a estrutura e funcionalidade das proteínas miofibrilares da mosca soldado-negra. Houve redução da turbidez e aumento da digestibilidade, além de mudanças estruturais detectadas por FTIR e microscopia. A potência de 500 W apresentou os melhores resultados, promovendo maior estabilidade de emulsão e melhor desempenho funcional sem degradar excessivamente a proteína.

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

					a funcionalidade dessas proteínas.	

Fonte: Autor, 2025.

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

4. CONSIDERAÇÕES

A partir de uma pesquisa minuciosa sobre o uso de resíduos alimentares na alimentação das larvas de mosca soldado negro (BSF), que consequentemente contribuem para a formação de lipídios — matéria-prima essencial para a produção de biodiesel —, foi possível reunir um conjunto significativo de artigos científicos relacionados ao tema. Essa coletânea permitiu identificar a viabilidade técnica e sustentável de produzir biodiesel a partir da gordura das larvas alimentadas com resíduos alimentares, com destaque para resíduos sólidos comuns. Também foram encontrados estudos que utilizaram outros resíduos orgânicos, como soro de leite descartado na produção de queijos, bolo de colza, lodo de esgoto tratado, óleo de palma e até a adição da microalga *Chlorella vulgaris* na dieta das larvas.

Observou-se entre os artigos um ponto em comum: a recorrente tentativa de reaproveitar resíduos sólidos ou alimentares, associada à busca por métodos de produção de biodiesel com maior rendimento. Nessa perspectiva, a transesterificação é o método mais empregado. Além disso, identificou-se a preocupação em aprimorar as técnicas de extração de lipídios, utilizando métodos como extração com n-hexano, liquefação hidrotérmica com cossolvente metanol-água, extração com éter de petróleo, solvente misto, prensa quente e o método Soxhlet. De forma semelhante, os artigos também investigam o método mais adequado para o abate das larvas, sendo o branqueamento o mais utilizado, seguido do congelamento.

Em síntese, a análise dessa coletânea de artigos, refinada por meio da Revisão Sistemática de Literatura, evidencia uma disparidade na abordagem dos temas: alguns são amplamente discutidos, enquanto outros permanecem pouco explorados. Um exemplo é o estudo sobre o uso de resíduos alimentares descartados como fonte de nutrição para as larvas — questão central deste trabalho —, que aparece com menor frequência nas publicações, sendo mais comuns pesquisas voltadas para métodos de extração de lipídios e produção de biodiesel. Embora esses métodos sejam de extrema importância, sua predominância sugere que o potencial de aproveitamento de resíduos alimentares ainda é subestimado. Por fim, as pesquisas analisadas reforçam o valor tanto comercial quanto ambiental do uso das larvas BSF, visto que possibilitam a redução do volume de resíduos gerados pela humanidade e a produção de biodiesel de alta qualidade.

REFERÊNCIAS

ALMUTAIRI, Adel W.; ABOMOHRA, Abdelfatah; ELSAYED, Mahdy. A closed-loop approach for enhanced biodiesel recovery from rapeseed biodiesel-based byproducts through integrated glycerol recycling by black soldier fly larvae. **Journal Of Cleaner Production**, *[S. L.],* v. 409, n. [], p. 1-11, jul. 2023. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137236.

CALTZONTZIN-RABELL, Valeria; ESCOBAR-ORTIZ, Alexandro; GUTIÉRREZ-ANTONIO, Claudia; FEREGRINO-PÉREZ, Ana Angélica; GARCÍA-TREJO, Juan Fernando. Revaluation process of cheese whey through the cultivation of black soldier fly larvae (Hermetia illucens). **Engineering Reports**, Querétaro, v. 6, n. 7, p. 1-12, 28 jan. 2024. http://dx.doi.org/10.1002/eng2.12853.

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

CONFORTO, Edivandro Carlos; AMARAL, Daniel Capaldo; SILVA, Sérgio Luis da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *In:* Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto – CBGDP. **Anais** [...] Porto Alegre, RS: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2011.

EMBRAPA. Desperdício e clima. **Notícias Embrapa**, 22 jun. 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br/minibibliotecas/busca-de-noticias/-/noticia/93791692/artigo-desperdicio-e-clima. Acesso em: 1 ago. 2025.

FENG, Weiliang; WANG, Sunfei; DUAN, Xiaoling; WANG, Weiguo; YANG, Fang; XIONG, Jing; WANG, Teilin; WANG, Cunwen. A novel approach for enhancing lipid recovery for biodiesel production from wet energy biomass using surfactants-assisted extraction. Renewable Energy, *[S. L.],* v. 170, p. 462-470, jun. 2021. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2020.12.033.

FREDSGAARD, Malthe et al. Process simulation and techno-economic assessment of Salicornia sp. based jet fuel refinery through Hermetia illucens sugars-to-lipids conversion and HEFA route. **Biomass and Bioenergy**, *[S. L.],* v. 150, p. 1-16, jul. 2021. http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106142.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 57-73, set. 2019 / fev. 2020. DOI: 10.21728/logeion.2019v6n1.p57-73.

HURTADO-RIBEIRA, Raúl; VILLANUEVA-BERMEJO, David; GARCÍA-RISCO, Mónica R.; HERNÁNDEZ, M. Dolores; SÁNCHEZ-MUROS, María José; FORNARI, Tiziana; VÁZQUEZ, Luis; MARTIN, Diana. Evaluation of the interrelated effects of slaughtering, drying, and defatting methods on the composition and properties of black soldier fly (Hermetia illucens) larvae fat. **Current Research in Food Science**, *[S. L.],* v. 7, p. 1-13, 2023. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100633.

JUNG, Sungyup; JUNG, Jong-Min; TSANG, Yiu Fai; BHATNAGAR, Amit; CHEN, Wei-Hsin; LIN, Kun-Yi Andrew; KWON, Eilhann E. Biodiesel production from black soldier fly larvae derived from food waste by non-catalytic transesterification. **Energy**, *[S. L.],* v. 238, n. [], p. 1-8, jan. 2022. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2021.121700.

KIM, Jee Young et al. Strategic approach for converting fat-rich food waste into high-quality biodiesel using black soldier fly larvae for sustainable bioenergy. **Science of The Total Environment**, *[S. L.],* v. 951, p. 1-9, nov. 2024. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175651.

KIM, Jee Young; PARK, Won-Kun; PARK, Gyeongnam; CHOI, Youngjun; KWON, Eilhann E. Feed-shifting strategy for increasing biodiesel production from black soldier fly larvae. **Bioresource Technology**, Seoul, v. 414, p. 1-8, dez. 2024. http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2024.131633.

KOYUNOğLU, Cemil. Biofuel production utilizing black soldier fly (Hermetia illucens): a sustainable approach for organic waste management. International Journal Of Thermofluids, Yalova, v. 23, p. 1-14, ago. 2024. http://dx.doi.org/10.1016/j.ijft.2024.100754.

LAPES (LABORATÓRIO DE PESQUISA EM ENGENHARIA DE SOFTWARE). **StArt (State of the Art through Systematic Review)**. São Carlos: UFSCar, 2025. Disponível em: https://www.lapes.ufscar.br/resources/tools-1/start-1. Acesso em: 18 set. 2025.

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

LEE, Ji Eun; JANG, Hyun Sung; YUN, Yeo Jin; HAN, Gi Bo; PARK, Young Kyu; YANG, Young Cheol; JANG, Jung Hee. Application of the Hydrodeoxygenation of Black Soldier Fly Larvae Lipids in Green Diesel Production. **Sustainability**, *[S. L.],* v. 16, n. 2, p. 1-12, 9 jan. 2024. http://dx.doi.org/10.3390/su16020584.

LEE, Kyu-Shik; YUN, Eun-Young; GOO, Tae-Won. Optimization of Feed Components to Improve Hermetia illucens Growth and Development of Oil Extractor to Produce Biodiesel. **Animals**, *[S. L.],* v. 11, n. 9, p. 1-13, 1 set. 2021. http://dx.doi.org/10.3390/ani11092573.

LEVY, Yair; ELLIS, Timothy J. A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science: The International Journal of an Emerging Transdiscipline**, v. 9, p. 181–212, 2006. Disponível em: https://doi.org/10.28945/479.

LIEW, Chin Seng et al. Life cycle assessment: sustainability of biodiesel production from black soldier fly larvae feeding on thermally pre-treated sewage sludge under a tropical country setting. Waste Management, *[S. L.],* v. 164, n. [], p. 238-249, jun. 2023. http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2023.04.013.

LIM, Jia Jing et al. Cellulase pretreated palm decanter cake for feeding of black soldier fly larvae in triggering bioaccumulation of protein and lipid into biodiesel productions. **Sustainable Energy Technologies And Assessments**, *[S. L.],* v. 53, p. 1-7, out. 2022. http://dx.doi.org/10.1016/j.seta.2022.102485.

MAHMOUD, Aya Hamdy et al. Mixed microalgae-food waste cake for feeding of Hermetia illucens larvae in characterizing the produced biodiesel. **Biomass And Bioenergy**, *[S. L.],* v. 165, p. 1-7, out. 2022. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2022.106586.

MT SOLUÇÕES AMBIENTAIS. **O que é Bioconversão?** [S. l.]: MT soluções Ambientais, s. d. Disponível em: https://mtsolucoes.ind.br/glossario/o-que-e-bioconversao/. Acesso em: 5 set. 2025.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. [S. l.]: ONU, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 5 set. 2025.

NI, Xiangxiang et al. Effects of ultrasonic treatment on the structure and functional characteristics of myofibrillar proteins from black soldier fly. **International Journal of Biological Macromolecules**, *[S. L.],* v. 278, p. 1-12, out. 2024. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.135057.

OKORO, Oseweuba Valentine et al. Optimizing the subcritical water valorization of insect (Hermetia illucens l.) farming waste for biodiesel production. Chemical Engineering Research And Design, *[S. L.],* v. 196, p. 413-426, ago. 2023. http://dx.doi.org/10.1016/j.cherd.2023.06.043.

ORIGO ENERGIA. O que é biodiesel e quais são as suas vantagens e desvantagens. **Blog Origo Energia,** 22 dez. 2022. Disponível em: https://origoenergia.com.br/blog/energia/o-que-e-biodiesel-e-quais-sao-as-suas-vantagens-e-desvantagens/. Acesso em: 31 jul. 2025.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Greenhouse gas emissions from a typical passenger vehicle**. US: EPA, 2025. Disponível em: https://www.epa.gov/greenvehicles/greenhouse-gas-emissions-typical-passenger-vehicle\. Acesso em: 1 ago. 2025.

ZHU, Junyu et al. Experimental study on black soldier fly (Hermetia illucens L.) larvae hydrothermal liquefaction in methanol-water Co-solvent: bio-oil yields and properties. **Renewable Energy**, *[S. L.],* v. 218, p. 1-10, dez. 2023. http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2023.119345.

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