

## **SISTEMA INTEGRADO DE BIOCONVERSÃO COM INSETOS E BIODIGESTÃO: BIOGÁS DE LARVAS DE MOSCAS BSF**

**Jerlane Sousa Oliveira<sup>1</sup>, Neli Lima Coelho<sup>2</sup>, Daphne Morais Sousa<sup>3</sup>, Geovania Figueredo da Silva<sup>4</sup>, Luciana Barboza Silva<sup>5</sup>**

### **Introdução**

Inovação no processo energético e sustentável é uma das temáticas da atualidade bastante discutida, é com essa perspectiva que surgiu o trabalho de pesquisar, analisar e redirecionar a elaboração de um biogás, por meio do processo digestivo e microbiológico proveniente das larvas de moscas soldado negro, BSF de nome científico *Hermetia illucens* usado como matéria prima e de fácil elaboração. Diante disso, surgiu da necessidade de inovação e direcionamento do uso residual dos compostos voláteis elaborado pelo processo digestivo, provenientes das larvas de mosca soldado negro.

Assim, essa dinâmica de “elaboração” do biogás é um processo natural de fermentação do substrato, que ao ser digerido pelas larvas, ocasionam um produto interessante, denominado de biogás, podendo ser utilizado em demais processos industriais. Com essa perspectiva, esse estudo é algo ainda experimental, e inicial, apenas para analisar o processo de compostagem e do resultado desse gás produzido. O sistema associa a bioconversão realizada pelas larvas da mosca BSF à digestão anaeróbia dos resíduos remanescentes, na qual possibilita maior eficiência no aproveitamento da matéria orgânica e redução dos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de resíduos agroindustriais e urbanos.

Desenvolver um sistema de aproveitamento dos resíduos de alimentos orgânicos, provenientes da merenda escolar, fazer uso e direcionamento de cascas de frutas, e demais vegetais, para a degradação das larvas de BSF, que em associação a esta atividade contribui para a elaboração de um biogás proveniente de processos biológicos, bem como a condução de uma criação de insetos, com base na nutrição de ração de bovinos e aves. Esse trabalho visou comparar os melhores sistemas de bioconversão e elaboração do biogás, considerando sua maior produtividade, fazendo uso da

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Piauí - UFPI.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Piauí - UFPI.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Piauí - UFPI.

<sup>4</sup> Universidade Federal de Piauí - UFPI.

<sup>5</sup> Universidade Federal de Piauí - UFPI.

literatura e trabalhos que discutem a temática, no qual fez o comparativo e análise dos diferentes substratos ministrados, como: a degradação de matéria orgânicas, ração de aves e ração de bovinos.

O questionamento que guiou esta pesquisa, foi a busca em compreender se é possível a produção, processamento e direcionamento do biogás produzido no processo digestório das larvas de moscas BSF para a finalidade energeticos no meio agrícola?

## **Objetivos**

Desenvolver um sistema de “mini” criação de larvas de BSF, testando diferentes substratos para o processamento e direcionamento do biogás, testando assim diferentes substratos que possibilitem um biogás interessante para os processos tecnológicos e energéticos.

## **Referencial Teórico**

O processo de produção de biogás relacionado à BSF inicia-se com a utilização de resíduos orgânicos como substrato alimentar das larvas. Esses resíduos podem incluir esterco animal, resíduos alimentares, restos agrícolas e subprodutos agroindustriais. Segundo Diener *et al.*, (2011), as larvas de BSF apresentam elevada capacidade de conversão de matéria orgânica, reduzindo significativamente o volume dos resíduos e transformando-os em biomassa rica em proteínas e lipídios, (Tariq *et al.*, 2025).

Durante o consumo do substrato, ocorre intensa degradação da matéria orgânica facilmente assimilável, bem como a elaboração de um biogás, proveniente da degradação desses substratos que nutrem essas larvas. A digestão anaeróbia é um processo microbiológico realizado na ausência de oxigênio, no qual microrganismos convertem compostos orgânicos originários da matéria orgânico, complexos em metano (CH<sub>4</sub>), com 50 a 75%, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), com a composição de 25 a 45 %, apresentando uma quantidade de vapor de água de 2 a 7 % e traços de nitrogênio (N<sub>2</sub>), hidrogênio (H<sub>2</sub>) e gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), (FNR, 2009). As larvas de moscas BSF, conseguem degradar essas substâncias e converter de forma significativa essas composições.

De acordo com Müller (2017), esse processo ocorre em quatro etapas principais: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Na hidrólise, moléculas complexas como proteínas, carboidratos e lipídios são degradadas em compostos menores; posteriormente, bactérias fermentativas convertem esses compostos em ácidos orgânicos; na acetogênese ocorre a formação de acetato, hidrogênio e CO<sub>2</sub>; finalmente, arqueias metanogênicas produzem o metano, esses compostos estão presentes no substrato umidificado, que é utilizada para a nutrição das larvas de moscas, sendo convertido pelas larvas.

As larvas de BSF nos resíduos alimentares causa mudanças físicas e bioquímicas no processo de degradação, alterando a comunidade microbiana e a composição de odores presentes nos substratos, na qual as larvas se alimentam, a presença de *Lactobacillus* e *Leuconostoc* nesse processo é evidente, e que estão presentes em compostos com presença de carnes e vegetais, (Michishita, *et al.*, 2023) aumentado o teor de odor, gás. Com essa perspectiva, é evidente que as larvas possuem alta capacidade de degradação e conversão de resíduos orgânicos, (Tariq *et al.*, 2025). Assim, Mendonça, *et al.*, (2025), menciona que acontece de forma significativa e expressiva a emissão de metano (CH<sub>4</sub>) originado por meio da fermentação do alimento que faz parte da nutrição do bovino, e que a composição desse composto usado na nutrição é rica em processos fermentativos.

Entretanto o biogás e seu processamento apresentam limitações, que estão relacionadas à corrosão e o forte mau cheiro, podendo ser tóxico, principalmente em caso de elevadas concentrações e contato diário, apresentando o gás sulfídrico elevado. Segundo Lalander *et al.* (2019), resíduos tratados previamente por BSF podem apresentar menor potencial bioquímico de metano quando comparados ao resíduo original, devido à remoção desses compostos energéticos pelas larvas, que ao se nutrir do substrato com a presença desses compostos consegue converter tais tóxicos, contribuem em associação com a redução do efeito estufa.

Conforme relatado por Lalander *et al.* (2019), o tratamento de resíduos orgânicos utilizando BSF reduz emissões de metano e amônia quando comparado ao armazenamento convencional de resíduos. A integração com biodigestores potencializa esse benefício, pois o metano produzido na “sopa” de substrato é capturado e utilizado como fonte energética, pelas larvas de BSF, assim evitando sua liberação direta na atmosfera. Uma questão problema é a relação de bioacumulação pelas larvas de BSF, aspectos esse ainda a ser estudado, mas em relação ao seu processamento nutricional e em relação ao biogás, mostra-se que é interessante para questões energéticas.

O biogás produzido pode ser utilizado para geração de eletricidade, aquecimento ou combustível veicular após purificação. Sua composição geralmente contém entre 50% e 70% de metano, além de CO<sub>2</sub> e pequenas quantidades de sulfeto de hidrogênio e vapor d’água. Segundo Food and Agriculture Organization (2021), sistemas integrados de insetos e biodigestão representam alternativas promissoras para manejo sustentável de resíduos em propriedades rurais e centros urbanos, especialmente em países em desenvolvimento. Com isso essa é uma proposta que pode auxiliar nessa questão energética, da sustentabilidade e da economia circular.

## **Metodologia**

Os materiais utilizados, foram: EPI de segurança, (máscara, luvas, óculos); 3 garrafas pest, (galão de água de 5L); 3 pinos de bicicleta; água, (para a umidade de cada substrato); vedantes (silicone ou fita); cola superbonder; três bexiga de festinha; ração de bovinos (A), ração de aves (B) e restos de frutas (C), (foram utilizados: cascas de banana, melão, melancia, cenoura, pedaços de batata doce, laranja); (500g de cada substrato). Após a separação dos materiais, foi lavado os galões, e colocada a ração de bovinos (A), ração de aves (B) e a mistura de frutas (C), em cada respectivo galão, sendo acrescentada 200 larvas em cada galão, assim foi lacrado com fita, e depois colocado a bexiga na parte superior de cada galão. Dando sequência, passando-se por um processo, em que as larvas se alimentassem por 24 horas, provocando a produção do biogás, fazendo com o que a bexiga enchesse de ar. O acompanhamento foi realizado após as 24 horas.

## Resultados e Discussão

O processo inicial partiu da criação de larvas de moscas BSF, pelo grupo de estudos e pesquisa EPMIP, na Universidade Federal do Piauí *Campus* Cinobelina Elvas, Bom Jesus/PI. Assim, foi separada as larvas que nasceram no dia 15 de maio de 2026, e colocadas em três bandejas, em que cada bandeja se separou 200 larvas, com 100g de ração de aves inicial, sendo analisadas todos os dias o seu crescimento, no dia 22 de maio, após uma semana de sobrevivência dessas larvas foi realizado a troca de ração, com 200g de ração nas três bandejas com larvas, no dia 29, forão trocadas as rações novamente, com 200g de ração em cada. Com isso, as larvas foram retiradas do substrato, no dia 30 e 31, passando por 24 horas sem dieta, e no dia 1 de junho, foram introduzidas dentro de cada galão as larvas e seus respectivo substrato, (ração de bovinos (A), ração de aves (B) e restos de frutas(C)), como mostra a figura 01.

**Figura 01:** teste de biogás em diferentes substratos



**Fonte:** Elaborado pelos autores, (2026).

Nesse sentido, o balão que ficou preenchido com ar, biogás foi o que continha a ração de bovinos, por conta da quantidade de substâncias fermentativas, em comparação com o galão com ração de aves, e o com cascas de frutas. Essa sequência experimental foi realizada 3 vezes seguindo

com as mesmas condições, sendo observado, que a ração de bovino possui maior odor característico, em comparação com os demais. Assim, Mendonça, *et al.*, (2025), menciona que o processo de fermentação do alimento que faz parte da nutrição do bovino e sua composição é rica em processos fermentativos.

## Conclusões

A ração de bovinos, foi a que mais apresentou acúmulo de biogás, com odor muito forte, fazendo o balão inflar, os demais apresentaram baixo odor, e baixo acúmulo de biogás. O processo de degradação da ração por parte das larvas, mostrou-se eficiente com uso de ração de bovinos em comparação com a ração de aves e de restos de frutas. Pelo processo de elaboração do biogás, e pela composição da ração de bovinos, os compostos fermentativos aumentam a composição gasosa ao ser digeridas no sistema digestório das larvas.

## Referências bibliográficas

DIENER, S.; ZURBRÜGG, C.; TOCKNER, K. *Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates*. Waste Management & Research, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). *Insects as sustainable feed and energy resources*. Rome, 2021.

FNR Department of Public Relations. *Biogas – an introduction*. Gülzow: GmbH, 2nd ed., 2009. 25p.

LALANDER C, DIENER S, ZURBRÜGG C, VINNERÅS B. *Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (Hermetia illucens)*. Journal of Cleaner Production 208, 211–219. doi:10.1016/j.jclepro.2018.10.017. 2019.

MÜLLER, J. *Anaerobic digestion and biogas production: fundamentals and applications*. Renewable Energy Journal, 2017.

TARIQ, M.R.; LIU, S.; WANG, F.; WANG, H.; MO, Q.; ZHUANG, Z.; ZHENG, C.; LIANG, Y.; LIU, Y.; UR REHMAN, K.; ET AL. *Black Soldier Fly: A Keystone Species for the Future of Sustainable Waste Management and Nutritional Resource Development: A Review*. Insects 2025, 16, 750. <https://doi.org/10.3390/insects16080750>.

MENDONÇA, F.C.; MAZZINGHY, C. L.; NEVES, F.L.A.; BARROS, K.B.B.; SANTOS, W.B.A.; CAMARGO, A.S.S.; SANTOS, J.S.; PINTO, M.L. *bovinos e a emissão de gases de efeito estufa: revisão de literatura*. v. 1, n. 66 (2025) JNT - Facit Business and Technology Journal. ISSN 2526-4281. 2025.

MICHISHITA, R.; SHIMODA, M.; FURUKAWA, S.; UEHARA, T. *Inoculation with black soldier fly larvae alters the microbiome and volatile organic compound profile of decomposing food waste*. Scientific Reports | (2023) 13:4297. | <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31388-z>.

