



ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE PARÂMETROS OPERACIONAIS E BALANÇO DE MASSA NA GERAÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DEJETOS BOVINOS E SUÍNOS

CASE STUDY: ANALYSIS OF OPERATIONAL PARAMETERS AND MASS BALANCE IN BIOGAS GENERATION FROM BOVINE AND SWINE WASTE

DOI: 10.5281/zenodo.20741151



Magno Fernandes Reis Silva¹

Raiene Bárbara de Matos²

Vinícius Novaes Park³

Paulo Santos Assis⁴

RESUMO

A pesquisa investiga a geração de biogás por meio da análise de balanço de massa e demonstra os resultados da produção a partir da biodigestão anaeróbia de dejetos bovinos como solução sustentável para a gestão de resíduos e geração de energia em pequenas propriedades rurais. Contudo, o estudo foca na simplificação da tecnologia de biodigestores caseiros para permitir o aproveitamento do biogás por pequenos produtores. Foram realizados experimentos com biodigestores de 20 e 200 litros, considerando parâmetros operacionais como teor de sólidos, temperatura e composição do substrato. Os resultados indicam que a estabilidade do processo está diretamente associada ao controle da concentração de sólidos e à manutenção da temperatura na faixa mesofílica. A utilização de co-digestão com dejetos suínos favoreceu a atividade microbiana, elevando a produção de biogás. Portanto, o balanço de massa é uma ferramenta eficaz para análise e otimização de sistemas de

1 Graduanda em Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Brasil. E-mail: raiene.matos@aluno.ufop.edu.br

2 Engenheiro Metalúrgico / M.Sc / Pesquisador, Rede Temática em Engenharia de Materiais (REDEMAT), Brasil. E-mail: magno.reis@aluno.ufop.edu.br

3 Graduando em Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Brasil. E-mail: vinicius.novaes1@aluno.ufop.edu.br

4 Doutor em Metalurgia, Universidade Federal de Ouro Preto, UFOP, Brasil. E-mail: assis@ufop.edu.br





biodigestão anaeróbia, reforçando o potencial energético e ambiental do aproveitamento de resíduos agropecuários.

Palavras-chave: Biodigestão anaeróbia; Balanço de massa; Produção de Biogás e Dejetos bovinos

ABSTRACT

The research investigates biogas generation through mass balance analysis and demonstrates the production results obtained from the anaerobic biodigestion of cattle manure as a sustainable solution for waste management and energy generation in small rural properties. However, the study focuses on simplifying homemade biodigester technology to enable small-scale farmers to utilize biogas efficiently. Experiments were carried out using 20- and 200-liter biodigesters, considering operational parameters such as solids content, temperature, and substrate composition. The results indicate that process stability is directly associated with controlling solids concentration and maintaining temperature within the mesophilic range. The use of co-digestion with swine manure enhanced microbiological activity, increasing biogas production. Therefore, mass balance proves to be an effective tool for the analysis and optimization of anaerobic biodigestion systems, reinforcing the energy and environmental potential of utilizing agricultural waste.

Keywords: Anaerobic biodigestion; Mass balance; Biogas production and Bovine manure.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da demanda energética mundial e a necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa têm impulsionado o desenvolvimento de fontes renováveis de energia. O biogás, produzido pela decomposição anaeróbia da matéria orgânica, é composto majoritariamente por metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) (WEILAND, 2010). Além da geração de eletricidade e calor, esse gás pode ser purificado para a obtenção de biometano, que possui características similares às do gás natural (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2011; STEINSBERGER; SHIH, 1984)

No cenário brasileiro, a expressiva atividade agropecuária, especialmente na bovinocultura, apresenta um elevado potencial para a produção de biogás, com rebanhos atingindo valores recordes (IBGE, 2023). Contudo, o descarte inadequado desses resíduos pode causar graves danos ambientais, incluindo a contaminação de solos e recursos hídricos,





além da emissão de odores e metano na atmosfera (MARTINEZ-ALMELA; BARRERA, 2005).

A digestão anaeróbia surge como uma alternativa eficiente para converter esses passivos ambientais em biogás e biofertilizante (SOUZA et al., 2004). O processo ocorre em quatro etapas: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese (MÁXIMO, 2017). Para garantir o rendimento, é fundamental o controle de variáveis como pH, temperatura e composição do substrato (MATA-ALVAREZ et al., 2000).

Nesse contexto, os biodigestores de pequena escala destacam-se pela simplicidade e baixo custo, favorecendo o aproveitamento local dos resíduos e melhorando as condições sanitárias rurais (ARRUDA et al., 2002; MUTZ et al., 2017). Diante dessa realidade, o presente trabalho realiza um estudo de caso fundamentado na dissertação de Silva (2025), visando investigar o balanço de massa e validar a produção de biogás sob condições controladas (SILVA, 2025).

2. OBJETIVOS

O presente artigo tem como objetivos principais investigar a geração de biogás produzido através de balanço de massa e demonstrar os resultados da produção de biogás.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Para execução dos experimentos e controle do balanço de massa, foram utilizados os seguintes materiais:

- 1 bombona plástica de 200 L

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





- 3 m de cano PVC (100 mm)
- 1 flange (50 mm)
- 1 registro (50 mm)
- 2 curvas 90° (50 mm)
- 1 m cano PVC (50 mm)
- 1 Cap (50 mm)
- 1 Cap branco rosca (50 mm)
- 1 adaptador cola/rosca (50 mm)
- 2 torneiras de jardim ½
- 1 frascos de vidro 3 L
- 4 nipples (20 mm)
- 4 luvas brancas de rosca (20 mm)
- 5 m de mangueira de jardim
- 1 câmara de ar grande para armazenamento do gás
- 4 bicos de mangueira ou 4 engate rápido macho/fêmea
- 6 abraçadeiras se for usar o bico de mangueira ou 2 abraçadeiras
- 1 tubo de veda calha (280 g)
- 1 tubo de cola para cano (175 g)
- 1 lixa massa
- 1 serrinha
- 1 furadeira
- 1 serra copo de 100 mm
- 1 serra copo de 50 mm
- 1 serra copo de 25 mm
- 1 serra copo de 20 mm
- 1 alicate
- 1 chave philips
- 3 galões de 20 litros cada com tampa rosqueável adaptada para saída de gás
- Mini aquecedor elétrico 110v
- Forno microondas

Como apresentado anteriormente os materiais utilizados, podemos observar na Figura 1 que em (A), (B) e (C) é a separação dos materiais, já em (D) é a montagem do biodigestor.





Figura 1: Materiais adquiridos para confecção do biodigestor



Fonte: Silva (2025)

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





3.2 Métodos

3.2.1 Configuração Experimental

Os experimentos foram realizados com biodigestores de pequena escala, construídos com materiais de baixo custo, visando à aplicação em propriedades rurais. O sistema incluiu bombonas plásticas, tubulações de PVC e reservatórios flexíveis para armazenamento do biogás.

O biodigestor de 200 L foi carregado com 70 kg de dejetos bovinos e 70 L de água, enquanto o reator de 20 L operou com controle térmico, mantendo a temperatura na faixa mesofílica (35–40 °C), considerada ideal para a atividade microbológica.

3.2.2 Análise de Balanço de Massa:

O balanço de massa foi aplicado para avaliar a eficiência da conversão da matéria orgânica em biogás, considerando as entradas (substrato) e saídas (biogás e digestato) do sistema.

A caracterização do substrato indicou teor médio de umidade de 46,95%, obtido por secagem controlada. A alimentação foi ajustada para manter concentração de sólidos entre 8% e 10%, condição considerada adequada para a digestão anaeróbia e para a manutenção da atividade das bactérias metanogênicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Geração de Biogás via Balanço de Massa





A análise de balanço de massa evidenciou que a eficiência do processo está diretamente relacionada à qualidade do substrato e às condições operacionais. Observou-se que a conversão da matéria orgânica em biogás não é completa, devido a limitações inerentes ao processo biológico, como perdas energéticas e formação de subprodutos.

A presença de resíduos químicos, como a ivermectina, impactou negativamente o desempenho do sistema, uma vez que essa substância é excretada em grande proporção nas fezes e pode inibir a atividade dos microrganismos responsáveis pela digestão anaeróbia.

4.2 Resultados da Produção de Biogás

A produção de biogás foi inicialmente limitada quando utilizado exclusivamente de dejetos bovinos, sendo necessária a adoção de estratégias para estabilização do processo.

A co-digestão com dejetos suínos mostrou-se eficaz, promovendo a introdução de microrganismos ativos e melhorando a relação carbono/nitrogênio (C/N), fator essencial para o equilíbrio do sistema e aumento da produção de biogás.

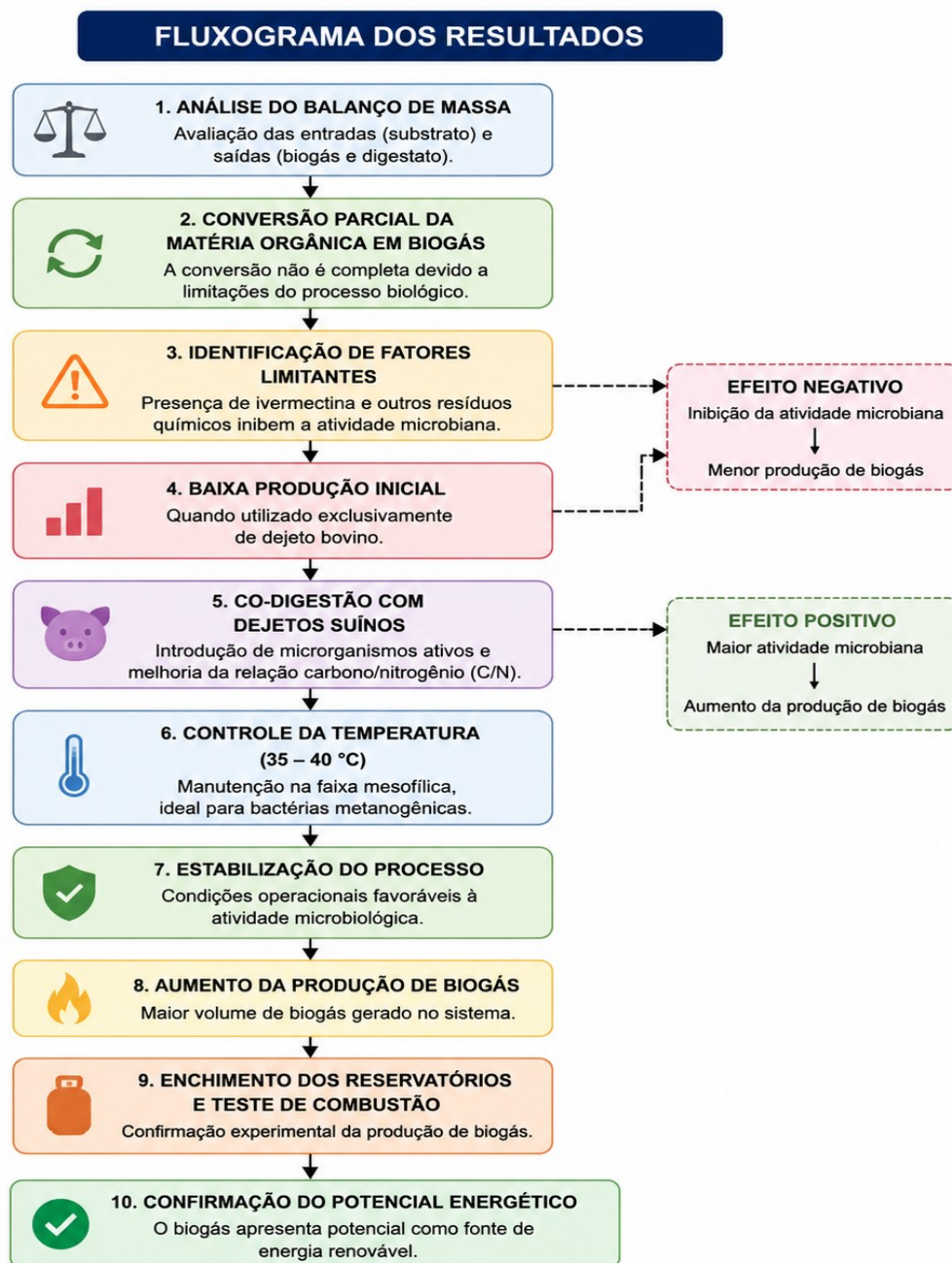
Além disso, o controle da temperatura na faixa mesofílica foi determinante para a estabilidade do processo, garantindo condições favoráveis à atividade das bactérias metanogênicas.

A produção de biogás foi confirmada experimentalmente por meio do enchimento dos reservatórios e da combustão do gás, evidenciando seu potencial energético. Esse resultado está alinhado com estudos que indicam que o biogás pode representar uma importante fonte de energia renovável, com potencial de atender parcela significativa da demanda energética.





Figura 2: Fluxograma dos resultados



Fonte: Os Autores



5. CONCLUSÃO

A investigação da geração de biogás por meio do balanço de massa demonstrou ser uma abordagem eficaz para análise e otimização do processo de digestão anaeróbia.

Os resultados evidenciam que a produção de biogás depende diretamente da composição do substrato, do controle de parâmetros operacionais e da atividade microbológica no sistema. A co-digestão mostrou-se uma estratégia eficiente para aumentar a produção e garantir a estabilidade do processo.

Dessa forma, conclui-se que a biodigestão anaeróbia de dejetos animais apresenta elevado potencial para geração de energia e redução de impactos ambientais, sendo uma alternativa viável para aplicação em pequenas propriedades rurais.

6. REFERÊNCIAS

1. SILVA, M. F. R. Geração de biogás através de dejetos de animais quadrúpedes. 2025. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Rede Temática em Engenharia de Materiais, Ouro Preto, 2025.
2. WEILAND, P. Biogas production: current state and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 85, n. 4, p. 849-860, 2010.
3. DEUBLEIN, D.; STEINHAUSER, A. Biogas from waste and renewable resources: an introduction. 2. ed. Deggendorf: John Wiley & Sons, 2011.
4. STEINSBERGER, S. C.; SHIH, J. C. The construction and operation of a low-cost poultry waste digesters. *Biotechnology and Bioengineering*, v. 26, p. 537-543, 1984.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa da Pecuária Municipal 2023: efetivo dos rebanhos bovinos. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 28 abr. 2026.
6. MARTINEZ-ALMELA, J.; BARRERA, J. M. SELCO. Ecopurin pig slurry treatment system. *Bioresource Technology*, v. 96, n. 2, p. 223-228, 2005.





7. SOUZA, S. N. M.; PEREIRA, W. C.; NOGUEIRA, C. C.; PAVAN, A. A. C. Custo da eletricidade gerada em conjunto motor-gerador utilizando biogás da suinocultura. *Acta Scientiarum. Technology*, v. 26, n. 2, p. 127-133, 2004.
8. MÁXIMO, E. M. Potencial de utilização do biogás como combustível auxiliar em altos-fornos brasileiros. 2017. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Rede Temática em Engenharia de Materiais, Ouro Preto, 2017.
9. MATA-ALVAREZ, J.; MACE, S.; LLABRES, P. Anaerobic digestion of organic solid wastes: an overview of research achievements and perspectives. *Bioresource Technology*, v. 74, n. 1, p. 3-16, ago. 2000.
10. ARRUDA, M. H.; AMARAL, L. P.; PIRES, O. P. J.; BARUFI, C. R. V. Dimensionamento de biodigestor para geração de energia alternativa. *Revista Científica de Agronomia*, v. 1, n. 2, 2002.
11. MUTZ, D.; HENGVOSS, D.; HUGI, C.; GROSS, T. Waste-to-energy options in municipal solid waste management: a guide for decision makers in developing and emerging countries. Eschborn: GIZ, 2017.

Recebido em: 30/04/2026

Aprovado em: 22/05/2026

Publicado em: 18/06/2026

**Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social**

***A Revista OWL Journal está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição
(CC BY)***

