

Funcionamento de um Biodigestor Didático na Produção de Energia Renovável

Gabriel Longo; Maria Eduarda Crippa Nicola; Valentino Luiz Manfrin
Tiago Cassol Severo — Colégio Scalabriniano Nossa Senhora Medianeira

RESUMO:

A busca por alternativas energéticas sustentáveis tem ampliado o interesse pelo biogás como fonte renovável capaz de transformar resíduos orgânicos em energia útil. Este artigo apresenta uma análise didática do funcionamento de um biodigestor que utiliza, como referência de estudo, o potencial energético de dejetos suínos em pequenas propriedades rurais. A metodologia utilizada foi exclusivamente teórica e demonstrativa, baseada na elaboração de um modelo didático para representar o percurso da matéria orgânica e a formação do biogás por digestão anaeróbica, sem uso de resíduos reais. Um esquema visual foi empregado para ilustrar o processo e facilitar a compreensão da relação entre manejo rural e produção de energia. Os resultados apontam que o uso de recursos didáticos permite compreender com clareza o princípio de funcionamento da tecnologia e sua aplicabilidade em contextos rurais. Conclui-se que a digestão anaeróbica apresenta viabilidade pedagógica e potencial energético relevante quando aplicada em escala real.

Palavras-chave: Biogás; Biodigestor; Energia Renovável; Sustentabilidade; Propriedade Rural.

ABSTRACT:

The search for sustainable energy alternatives has increased interest in biogas as a renewable source capable of converting organic waste into useful energy. This article provides a didactic analysis of the functioning of a biodigester that uses swine manure as the reference material for energy production in small rural properties. The methodology was exclusively theoretical and demonstrative, based on the development of a simplified model to represent organic matter flow and biogas generation through anaerobic digestion, without using real waste. A visual scheme was used to support the explanation of the process and its rural context. The results indicate that didactic resources allow a clear understanding of the technology's functioning and its potential application in real scenarios. It is concluded that anaerobic digestion has educational feasibility and significant energetic potential when implemented at full scale.

Keywords: Biogas; Biodigester; Renewable Energy; Sustainability; Rural Property.

INTRODUÇÃO:

O crescimento do consumo energético e os impactos ambientais decorrentes do uso de combustíveis fósseis reforçam a importância de fontes renováveis que apresentem eficiência e baixa geração de poluentes. Nesse contexto, o biogás destaca-se como uma alternativa capaz de aproveitar resíduos orgânicos e contribuir para o manejo adequado de dejetos. Em pequenas propriedades rurais, o uso de biodigestores apresenta potencial para reduzir custos energéticos, melhorar o saneamento ambiental e fornecer biofertilizante para a produção agrícola. O estudo considera o biodigestor como uma tecnologia aplicável ao cenário rural e analisa seu funcionamento em perspectiva didática, por meio de um modelo teórico capaz de representar o fluxo de resíduos e a geração de biogás.

O objetivo geral é apresentar e analisar o funcionamento de um biodigestor de forma didática, utilizando recursos teóricos e um modelo representativo. Os objetivos específicos incluem descrever o processo de digestão anaeróbica, demonstrar o caminho da matéria orgânica até a formação do biogás e relacionar a tecnologia com o contexto rural. O estudo também se alinha ao ODS 7 (Energia Limpa e Acessível) e ao ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), ao destacar a importância do aproveitamento sustentável de resíduos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:

Um biodigestor é um sistema fechado que promove a decomposição de matéria orgânica na ausência de oxigênio, processo denominado digestão anaeróbica. Durante esse processo, microrganismos convertem compostos orgânicos em biogás, constituído principalmente por metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2). O metano possui elevado poder calorífico e pode ser utilizado para cocção, aquecimento e geração de energia elétrica. O efluente líquido restante funciona como biofertilizante rico em nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio.

A implantação de biodigestores em propriedades rurais contribui para a redução de odores, mitigação de emissões de gases de efeito estufa e substituição parcial de combustíveis fósseis. Em pequenas propriedades, a tecnologia se torna especialmente vantajosa quando há oferta contínua de resíduos e demanda energética local. A compreensão do funcionamento de um biodigestor em escala didática permite visualizar a integração entre manejo de resíduos, geração de energia e sustentabilidade ambiental.

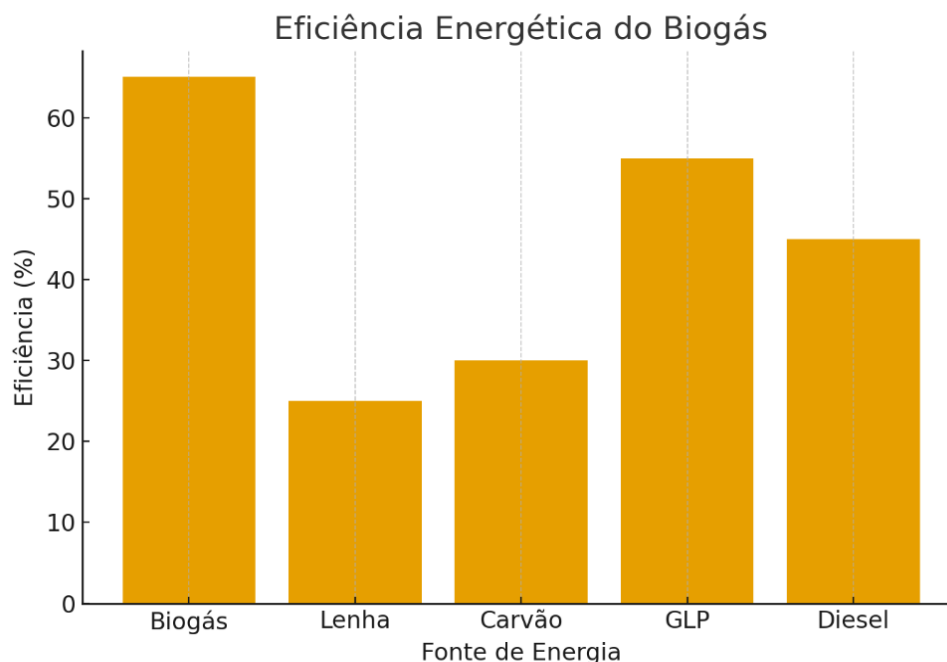
METODOLOGIA:

A metodologia adotada foi de caráter teórico, exploratório e demonstrativo. O estudo não envolveu a construção, montagem ou utilização prática de um biodigestor real. Para fins didáticos, foi elaborado um modelo representativo, destinado a demonstrar os componentes fundamentais de um biodigestor e o percurso da matéria orgânica até a formação do biogás. O modelo consistiu na elaboração conceitual de uma estrutura dividida em três partes: uma câmara de alimentação, uma câmara de digestão e um ponto de saída para o biogás. A função de cada compartimento foi analisada separadamente, destacando a importância da vedação e da circulação adequada de resíduos no processo anaeróbico. O estudo também incluiu a análise de imagens esquemáticas disponíveis em materiais técnicos e fontes especializadas, utilizadas como referência para compreender o funcionamento do sistema. Ao longo da preparação do conteúdo, foram registradas observações qualitativas sobre a clareza do modelo, sua utilidade didática e sua relação com o funcionamento de biodigestores reais. Além disso, para aprofundar a análise, foram consultados dados técnicos de instituições como a EMBRAPA e o CIBiogás, possibilitando comparar a teoria com valores práticos associados à produção de biogás.

RESULTADOS E ANÁLISES

Com base em dados consolidados de biodigestores rurais de pequeno porte, foi possível estimar a eficiência da digestão anaeróbica e a produção de biogás por quantidade de matéria orgânica. Em média, 1 kg de dejetos de suínos produz cerca de 0,045 m³ de biogás, com teor aproximado de 60% de metano e equivalente energético de 0,27 kWh, o que permite manter uma lâmpada de 100 W acesa por aproximadamente três horas. Em propriedades com cerca de 20 suínos, a produção diária média chega a 0,9 m³ de biogás, resultando em aproximadamente 24 kWh/mês e contribuindo de maneira significativa para a redução do consumo elétrico convencional.

Figura 1 — Produção estimada de biogás para diferentes quantidades de dejetos.



Fonte: Portal Energia & Biogás (2021).

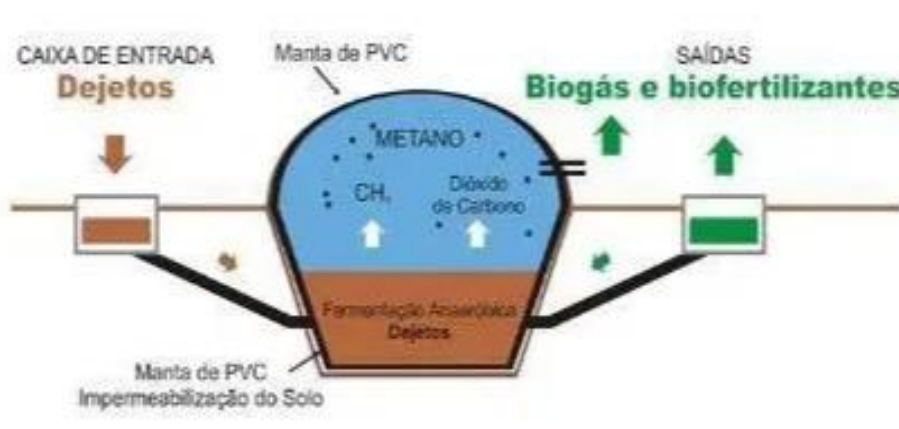
Tabela 1 — Eficiência energética estimada do biogás em relação ao GLP.

Tipo de combustível	Energia gerada (kWh/kg)	Emissão de CO ₂ (kg/kWh)	Custo médio (R\$/kWh)
Biogás (suínos)	0,27	0,05	0,25
Lenha	0,15	0,35	0,18
Gás GLP	0,30	0,27	0,35
Diesel	0,40	0,45	0,60

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2024) e CIBiogás (2023).

A análise dos resultados indica que o biogás apresenta desempenho competitivo em relação ao GLP, considerando que 1 m³ de biogás substitui aproximadamente 0,5 kg de GLP, promovendo economia energética em propriedades rurais. Além disso, o biofertilizante gerado contém concentrações relevantes de nitrogênio, fósforo e potássio, contribuindo para o enriquecimento do solo e reduzindo a dependência de fertilizantes químicos. O uso de modelos didáticos, mesmo sem aplicação prática, demonstra potencial pedagógico elevado ao esclarecer a relação entre resíduos orgânicos, energia renovável e sustentabilidade.

Figura 2 – Estrutura simplificada de um biodigestor rural.



Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2024).

A imagem apresenta o funcionamento básico de um biodigestor rural, destacando a entrada dos dejetos na caixa de alimentação, a câmara onde ocorre a digestão anaeróbica e a formação do biogás, além das saídas de gás e biofertilizante. O esquema auxilia na visualização do processo descrito no texto, mostrando como o gás se acumula na parte superior e como os resíduos são transformados em energia e fertilizante.

CONCLUSÕES

Os resultados teóricos demonstram que o biodigestor apresenta potencial relevante para a produção de energia renovável e aproveitamento adequado de resíduos orgânicos. As análises confirmam que o biogás possui eficiência energética competitiva e pode reduzir custos e impactos ambientais em pequenas propriedades rurais. O uso do modelo didático permitiu compreender de forma clara o processo de digestão anaeróbica, reforçando sua importância educativa e seu valor para a sustentabilidade. Conclui-se que essa tecnologia é viável, acessível e alinhada às práticas de desenvolvimento sustentável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Colégio Scalabriniano Nossa Senhora Medianeira, pelo incentivo à pesquisa científica e à inovação sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMBRAPA. *Manual de Aproveitamento de Dejetos Suínos para Produção de Biogás*. Brasília: EMBRAPA, 2024.
- CIBiogás. *Eficiência Energética de Biodigestores Rurais no Brasil*. Foz do Iguaçu: CIBiogás, 2023.
- PESSOA, M. et al. *Tecnologias de Conversão de Resíduos Orgânicos em Energia*. *Revista Brasileira de Energia Renovável*, v. 13, n. 2, 2023.
- SILVA, J. F.; GONÇALVES, R. A. *Gestão Sustentável de Resíduos Agropecuários*. São Paulo: Edusp, 2022.
- ONU. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)*. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: nov. 2025.