

## **AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DO TRATAMENTO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA**

**DENIS LEOCÁDIO TEIXEIRA<sup>1</sup>, PATRÍCIA CARVALHO BARBOSA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Eng. Agrícola e Ambiental, Prof. Adjunto Doutor, Instituto de Ciências Agrárias, ICA/UFVJM, Unaí - MG, denis.teixeira@ufvjm.edu.br

<sup>2</sup> Engenheira Agrícola e Ambiental, Unaí - MG

Apresentado no  
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024  
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

**RESUMO:** O aproveitamento energético do biogás é uma forma sustentável de utilizar os resíduos da produção suinícola. Deste modo, este trabalho teve como objetivo determinar a viabilidade técnico-econômica do uso da água residuária da suinocultura para a produção de biogás. A avaliação foi realizada a partir do dimensionamento de um biodigestor modelo canadense, para uma suinocultura no município de Unaí-MG, contendo 2.395 cabeças em diferentes fases. Foram levantados os custos de instalação do biodigestor, custos para escavação e aquisição do motogerador. A viabilidade econômica do projeto foi positiva em todos os quesitos avaliados, sendo o valor presente líquido (VPL) positivo, taxas internas de retorno (TIR), acima da taxa mínima de atratividade (TMA) e o payback simples abaixo do horizonte de 12 anos, relativo à vida útil do sistema. O empreendimento avaliado apresentou autossuficiência energética através do biogás gerado no biodigestor, podendo não apenas suprir suas próprias necessidades internas, mas também gerar excedentes de energia elétrica. Portanto, a produção de biogás a partir do tratamento da água residuária da suinocultura apresentou uma excelente viabilidade técnico-econômica.

**PALAVRAS-CHAVE:** meio ambiente, recuperação de recursos, economia circular

### **TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF BIOGAS PRODUCTION FROM THE PIGGERY WASTEWATER TREATMENT**

**ABSTRACT:** The biogas energy use is a sustainable way of using waste from pig production. Therefore, this work aimed to determine the technical-economic feasibility of using wastewater from pig farming to produce biogas. The evaluation was carried out based on the dimensioning of a canadian model biodigester, for a pig farm in the municipality of Unaí-MG, containing 2,395 heads in different phases. Biodigester installation costs, excavation costs and generator acquisition costs were considered. The economic viability of the project was positive in all aspects evaluated, with the net present value being positive, internal rates of return, above the minimum attractiveness rate and the simple payback below the 12-year horizon, relative to the useful life of the system. The evaluated enterprise presented energy self-sufficiency through the biogas generated in the biodigester, being able not only to meet its own internal needs, but also to generate surplus electricity. Therefore, the production of biogas from the treatment of wastewater from pig farming presented excellent technical-economic viability.

**KEYWORDS:** environment, resource recovery, circular economy

**INTRODUÇÃO:** A produção suinícola no Brasil desempenha um papel fundamental na economia do país. No entanto, essa atividade gera uma quantidade significativa de resíduos, como a água residuária e os resíduos sólidos, que podem ser transformados em uma fonte de energia renovável altamente promissora por meio do uso de biodigestores. A utilização dos biodigestores para tratamento da água residuária da suinocultura (ARS) visa a redução dos poluentes que podem ser liberados para o meio ambiente, além de possibilitar a recuperação energética com a produção do biogás (DALMAZO *et al.*, 2009). De acordo com LIMA (2021), os biodigestores com maior utilização no Brasil são os de fluxo hidráulico contínuo, do tipo lagoa coberta, conhecido também como modelo canadense. Segundo SERAFIM E GUIMARÃES FILHO (2012), para cada m<sup>3</sup> de ARS é possível gerar de 0,35 a 0,60 m<sup>3</sup> de biogás, e a cada 1 m<sup>3</sup> de biogás, pode-se gerar de 1,25 a 1,43 kWh de eletricidade. Considerando a importância do biogás como fonte renovável de energia, este trabalho teve como objetivo determinar a viabilidade técnica-econômica do uso da água residuária da suinocultura para a produção de biogás, em uma propriedade de pequeno-médio porte.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A suinocultura utilizada neste trabalho está localizada no município de Unaí-MG, e conta com aproximadamente 2.395 suínos. As principais demandas energéticas da propriedade são: 7 motores para processamento das matérias primas, motores para transporte da ração para os silos e para as baias, e para o bombeamento de água para abastecimento dos animais. O consumo médio de eletricidade foi obtido através da conta de energia da propriedade, a qual possuía o histórico de consumo dos últimos 12 meses. Os meses com o maior consumo energético foram: março, abril, maio, junho e julho, com consumos de 903, 806, 806, 844 e 800 kWh, respectivamente. O levantamento do volume de água residuária gerada na suinocultura, foi realizado por meio de medições diretas de vazão, em triplicata, sendo obtido o valor médio diário. O dimensionamento do biodigestor baseou-se em parâmetros geométricos de seção transversal trapezoidal, sendo estas: a) relação comprimento x largura mínima de (2 x 1); b) profundidade (3 a 4,5 m); e c) inclinação do talude de 45°, conforme recomendações de KUNZ (2019). Através do tempo de retenção hidráulica (TRH) de 45 dias e do volume de 22,75 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup> de ARS, o volume do biodigestor obtido para tratamento do efluente foi de 1.126,12 m<sup>3</sup>. As dimensões calculadas para o biodigestor e gasômetro foram de: largura maior 12,5 m x comprimento maior 17 m; largura menor 5 m x comprimento menor 9,5 m; profundidade de 4 m; inclinação de 45° com uma área superficial de 212,5 m<sup>2</sup>. As dimensões do gasômetro foram de: comprimento de 17,67 m; raio de 8,83 m e altura de 2,60 m. A estimativa de produção de metano foi realizada considerando a metodologia apresentada por MITO *et al.* (2018). O cálculo da energia elétrica gerada a partir da produção do biogás foi determinada a partir da equação proposta por CAROLINA (2012). Para análise da viabilidade econômica do projeto, foram utilizadas ferramentas e metodologias provenientes da matemática financeira, tais como o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o Payback simples. Essas ferramentas possibilitaram a avaliação da viabilidade do investimento.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A estimativa da produção de biogás do biodigestor a ser implantado no empreendimento, obtidas a partir das quatro metodologias apresentadas por MITO *et al.* (2018), foram de 167,91; 196,90; 214,23 e 289,49 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup> de CH<sub>4</sub>. De acordo com o autor, a capacidade de produção de biogás (B<sub>0</sub>) compreende a máxima produção de metano possível a partir de determinada biomassa. Este parâmetro é obtido através da análise laboratorial da biomassa, porém, há na literatura alguns autores que delimitam valores para a capacidade máxima de produção de biogás. Estudos realizados por LUCAS JR. (1994), OLIVEIRA (2004) e MILANEZ *et al.* (2021), constatam que os sólidos voláteis também desempenham um papel fundamental na produção de biogás. Esses autores destacam que

quanto maior a quantidade de sólidos voláteis presentes na alimentação do biodigestor, maior será a sua capacidade de gerar biogás. Neste trabalho foi utilizado como valor padrão a concentração mínima de sólidos voláteis presentes na ARS, a fim de se ter uma margem de segurança na produção de biogás. Considerando a energia térmica do biogás estimou-se a energia elétrica gerada em 181,46 kWh d<sup>-1</sup>, considerando a menor produção de biogás, e 312,86 kWh d<sup>-1</sup>, para a maior produção (Tabela 1).

TABELA 1. Valores mínimos e máximos de energia elétrica gerada no projeto.

Energia do CH <sub>4</sub> (Kcal d <sup>-1</sup> )	Potência Elétrica (kW)	Energia Elétrica gerada (kWh d <sup>-1</sup> )	Potência do Moto gerador (kVA)	Valor Economizado (R\$ ano <sup>-1</sup> )
1.427.204,19	18,15	181,46	226,82	44.087,85
2.460.696,88	31,29	312,86	391,07	76.013,54

Considerando o máximo consumo mensal de energia do empreendimento, os valores encontrados de geração de energia elétrica, variando de 181,46 kWh d<sup>-1</sup> a 312,86 kWh d<sup>-1</sup>, excedem as expectativas, evidenciando uma autossuficiência energética da propriedade. O biodigestor além de deixar a propriedade ambientalmente correta, ainda propicia a produção de energia elétrica de forma sustentável. Do ponto de vista econômico, a análise de viabilidade financeira evidenciou que o projeto é rentável, com um tempo de retorno do investimento considerado satisfatório, mesmo quando considerado a produção mínima de metano (Tabela 2).

TABELA 2. Resultados da viabilidade econômica considerando produção mínima e máxima de biogás.

Moto gerador (kVA)	Total Investido (R\$)	VPL (R\$)	TIR (%)	IL - Índice Lucratividade	Payback Simples (anos)	TMA (%)
250	300.989,74	49.186,22	9,96	1,16	6,83	7,0
500	541.408,74	62.342,96	9,11	1,12	7,12	7,0

De acordo com os resultados obtidos, considerando o investimento inicial e benefícios anuais gerados através da energia elétrica, os indicadores de viabilidade econômica apresentaram resultados economicamente viáveis de investimento. JUNGES *et al.* (2009), através de estudo em duas propriedades sobre a análise econômico-financeira da implantação de diferentes modelos de biodigestores, apontaram que a implantação de biodigestores para uma propriedade que produz grande volume de ARS, traz a possibilidade de obtenção de maior economia no que se relaciona a produção de biogás e geração de energia elétrica. A implementação do biodigestor na propriedade rural representa uma fonte alternativa viável para a geração de energia elétrica. Sob a perspectiva socioambiental, a utilização do biogás como combustível, reduz as emissões de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, além de proporcionar uma destinação adequada aos resíduos animais, contribuindo diretamente para a redução dos GEE. Considerando o consumo de energia elétrica mensal máxima no ano pela propriedade de 903 kWh, e a produção mínima de energia mensal obtida através do moto gerador de 5.443,8 kWh, pode se chegar na conclusão de que a suinicultura avaliada

possui uma considerável capacidade de autossuficiência energética, podendo não apenas suprir suas próprias necessidades, mas também gerar excedentes. Isso resultaria em lucros adicionais para o produtor, além de atender à demanda energética da propriedade.

**CONCLUSÕES:** A partir dos resultados obtidos, pode-se constatar que a suinocultura apresenta uma produção mínima de metano de 167,91 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup> e máxima de 289,49 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup>, com geração de energia elétrica de 181,46 kWh d<sup>-1</sup> e 312,86 kWh d<sup>-1</sup>, respectivamente. Do ponto de vista econômico, a análise de viabilidade financeira evidenciou que o projeto é viável, apresentando todos os indicadores positivos, tanto para a mínima produção, quanto para a máxima produção de metano.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem às seguintes instituições e programas: CNPq e UFVJM pelo auxílio financeiro.

**REFERÊNCIAS:** CAROLINA, A. G; FERNANDA, C. P. **Avaliação do potencial energético do biogás produzido no reator uasb da ETE-UFES.** Projeto de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2012.

DALMAZO, G. S.; BAZI, S. M.; OLIVEIRA, P. A. V. **Biodigestores.** in *Claudio Rocha de Miranda (org).* Dia de Campo: suinocultura e meio ambiente: termo de ajuste de condutas da suinocultura. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2009.

JUNGES, D. M.; KLEINSCHMITT, S. C.; SHIKIDA, P. F. A., SILVA, J. R. Análise econômico-financeira da implantação do sistema de biodigestores no Município de Toledo (PR). **Revista de Economia**, v.35, n.1, p.7-30, 2009.

LIMA, H. Q. **Biodigestor: modelos e configurações.** 2021. Disponível em: <https://energiaebiogas.com.br/biodigestor-modelos-e-configuracoes>. Acesso em: 12 de novembro de 2023.

LUCAS JR, J. **Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios.** Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 1994. 113p.

MILANEZ, A. Y.; MAIA, G. B. D. S.; GUIMARÃES, D. D. **Biogás: Evolução recente e potencial de uma nova fronteira de energia renovável para o Brasil.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, v. 27, n. 47, p. 177-216, 2021.

MITO, J. Y.; KERKHOFF, S.; SILVA, J. L.; VENDRAME, M. G.; STEINMETZ, R. L.; KUNZ, A. **Metodologia para estimar o potencial de biogás e biometano a partir de plantéis suínos e bovinos no Brasil.** Documentos Embrapa nº 196. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2018.

OLIVEIRA, P. A. V. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. PNMA II – Programa Nacional do Meio Ambiente, 2004. 109p.

SERAFIM, G. B.; FILHO, L. P. G. Estudo sobre o reaproveitamento dos dejetos suínos na Bacia do Rio Sangão. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.5, n. Edição Especial, p. 151-174, out. 2012.