

Análise e Proposta de um Modelo Matemático para Viabilidade de Instalação de Biodigestores em Propriedades Rurais Destinadas a Ordenha

Celia R. N. Estevam

Giuliano P. Estevam

Amanda A. dos Santos*

Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, FATEC - Araçatuba

16056-045, Araçatuba, SP

E-mail: celia.nugoli@gmail.com

RESUMO

A utilização de energia renovável é hoje tema abordado em todo mundo devido à preocupação com a preservação do meio ambiente, aliado com as recentes crises energéticas. Entre as energias renováveis, a biomassa possui grande destaque por sua disponibilidade. O esterco bovino é uma das mais abundantes e quando fermentado corretamente por meio de biodigestão anaeróbica, tem-se o biogás que possui um alto poder calorífico, pois é composto em sua maior parte por gás metano. A partir da queima do biogás em motores de Ciclo Otto acoplados a geradores, tem-se energia elétrica. Dentro desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso na Fazenda Milk Mel, localizada no município de Araçatuba/SP. No estudo busca-se desenvolver um modelo matemático que avalia a possibilidade de instalação de um sistema para geração de energia elétrica a partir do biogás, visando o aproveitamento dos dejetos bovinos provenientes do confinamento de 170 vacas leiteiras.

Primeiramente fez-se um estudo para verificar se a propriedade poderia gerar energia elétrica suficiente para suprir sua demanda. Para isso, estimou-se a quantidade de dejetos produzidos pelos animais confinados dentro do estábulo. De acordo com Barreira, [1] uma vaca produz em média 1,046 kg de dejetos por hora. Se cada vaca permanecer 15 horas dentro do estábulo, tem-se 15,69 kg de dejetos por dia de cada animal. Para calcular quanto de dejetos se tem no período de um mês, multiplicou-se a quantidade de animais pela quantidade de dejetos produzidos por animais e pelo total de dias, obtendo 80.019,00 kg/mês. Em seguida, estimou-se a quantidade de biogás que pode ser gerada pela propriedade a partir dos estudos de Barreira, [1] que afirma ser necessários 25 kg de esterco fresco de vaca para se produzir um metro cúbico (m³) de biogás. Se a propriedade tem capacidade de produzir 80.019,00 kg/mês de dejetos, isto resultará em 3.200,76 m³/mês de biogás gerado. Com estes resultados, pode-se estimar a quantidade de energia elétrica a ser gerada. Segundo Barreira [1], cada m³ de biogás equivale 6000 kcal, que equivale a 6,96 kWh. A propriedade tem capacidade de gerar 3.200,76 m³/mês; logo, a quantidade de energia gerada será de 22.277,289 kWh/mês.

A propriedade consome atualmente 16.075 kWh/mês, portanto, tem-se um excedente de 6.200,289 kWh/mês. A partir dos cálculos verificou-se que a propriedade pode ser autosuficiente economicamente e diante deste contexto, um modelo matemático foi proposto, com vista a obter resultados que possam servir de apoio à tomada de decisões quanto a implantação de biodigestores em propriedades rurais destinadas à ordenha ([2], [3]).

$$\text{Max } RL = RT - CT \quad (1)$$

Em que:

$$RT = (R_{\text{leite}} + R_{\text{biog}} + R_{\text{biof}}) \cdot x$$

$$CT = G_e + G_f + C_{\text{ger}} + C_{\text{biod}} + C_{\text{lag}}$$

Sujeito a:

$$(C_f + C_a + C_{mi}) \cdot x + C_{\text{ger}} + C_{\text{biod}} + C_{\text{lag}} \leq O_{\text{manut}} \quad (2)$$

$$(P_C + C_I + C_B + C_G + C_L) \cdot x \leq I_I \quad (3)$$

* Bolsista de Iniciação Científica FAPESP

$$E_p \geq E_c \quad (4)$$

$$B_{\text{prod}} \cdot F_{\text{conv}} \cdot CV_{\text{biog}} \cdot T_d \cdot x = E_p \quad (5)$$

$$x \geq 0 \quad x \in \mathbb{N} \quad (6)$$

Sendo: RL : renda líquida gerada; RT : renda total; CT : custo total; R_{leite} : receita com a venda do leite; R_{biog} : receita pela produção de energia utilizando o biogás; R_{biof} : receita pela utilização do biofertilizante; T_h : total de horas do período analisado; V_e : valor de mercado da energia produzida; E_p : energia produzida; G_e : gastos com energia; N_f : número de funcionários; S_f : salário dos funcionários; N_m : número de meses do período; C_{ger} : custo de manutenção do gerador; C_{biog} : custo de manutenção do biodigestor; C_{lag} : custo de manutenção da lagoa; C_f : custo do funcionário por número de cabeças de gado; C_a : custo da alimentação por cabeça de gado; C_{mi} : custo de manutenção da instalação por cabeça de gado; O_{manut} : orçamento disponível para manutenção; P_C : preço por cabeça de gado; C_I : custo do metro da instalação por número de cabeças de gado; C_B : custo do biodigestor por cabeça de gado; C_G : custo do gerador por cabeça de gado; C_L : custo da lagoa por cabeça de gado; I_I : Valor disponível para o investimento inicial; B_{prod} : biogás produzido por cabeça de gado; F_{conv} : fator de conversão de biogás em energia elétrica; CV_{biog} : conversão do biogás em energia elétrica (ciclo Otto) T_d : total de dias analisado; E_p : energia elétrica produzida; E_c : energia elétrica consumida; x : número de gados.

A partir do estudo realizado, em que se pode estimar a quantidade de energia elétrica a ser gerada pela propriedade e comparando com que ela consome atualmente, verificou-se que a mesma pode suprir sua demanda e o excedente de energia elétrica pode ser comercializado junto a concessionárias de energia elétrica. Um modelo matemático foi proposto a fim de realizar uma análise mais aprofundada sobre a viabilidade da implantação de biodigestores, levando em consideração a renda líquida, os custos com implantação e manutenção e o investimento inicial. A proposta do modelo é determinar a quantidade de cabeças de gado que serão necessárias para aumentar a renda líquida gerada pelo projeto. Este modelo de programação linear inteira é relaxado e deve ser resolvido através do método simplex, que é um algoritmo que faz uso de um ferramental baseado em álgebra linear para determinar, através de um processo iterativo, a solução ótima do problema relaxado. A solução inteira do problema deve ser obtida através da técnica de aproximação da solução do problema de programação linear relaxado para a solução inteira mais próxima. Os resultados devem ser obtidos através de implementação da metodologia proposta em linguagem de programação JAVA.

Palavras-chave: *Geração de Energia, Biogás, Otimização linear*

Referências

- [1] BARREIRA, Paulo. Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para zona rural. 3.ed. São Paulo: Ícone, 2011.
- [2] WALKER, E.. Estudo da Viabilidade Econômica na Utilização de Biomassa como Fonte de Energia Renovável na Produção de Biogás em Propriedades Rurais. Dissertação de Mestrado, DeFEM – UNIJUÍ, 2009.
- [3] NOGUEIRA, C. E. C.; ZÜRN, H. H. Modelo de dimensionamento otimizado para sistemas energéticos renováveis em ambientes rurais. Eng. Agríc. Jaboticabal, vol 5, n2 pp. 341-348, mai/ago 2005