

ANÁLISE DE CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE UM MOTO-GERADOR MOVIDO A BIOGÁS – ESTUDO DE CASO

PAULO F. QUINQUIOLO¹, FERNDANDO J. GIZA², EVANDRO M. KOLLING³, GERSON FILIPPINI³

¹Acadêmico, Engenharia Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Toledo-PR, FONE (0xx45) 9994-5124, paulo_quinquilo@hotmail.com. ²Acadêmico, Engenharia Eletrônica, UTFPR, Toledo-PR. ³Professor, Doutor, Coordenação de Engenharia Eletrônica, UTFPR, Toledo-PR.

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015 – São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: A suinocultura regional vem a alguns anos se destacando como uma das principais fontes de renda entre os produtores rurais que utilizam mão de obra familiar. No entanto, a produtividade depende de energia elétrica e gera um passivo ambiental de contaminação muito expressivo. A crescente demanda energética tem levado os produtores à busca de alternativas que fazem frente, também, ao controle da poluição. A adesão a sistemas alternativos de geração de energia a partir da exploração dos dejetos suínos já é uma realidade em algumas propriedades da região Oeste do Paraná. Notoriamente, a aquisição e implantação desses sistemas representa um investimento considerável e um estudo técnico se faz fundamental. Desta forma, o trabalho teve como objetivo analisar a implantação de um conjunto moto-gerador acionado pelo biogás oriundo de biodigestores, em uma propriedade estudo de caso. A propriedade em questão possui plantel de 1500 suínos em regime de engorda, além da produção de aves e leite, consumindo em média 16.000 kW/mês de energia elétrica. Com base no potencial de produção de biogás o trabalho evidencia que o sistema possui alta sustentabilidade energética ao se utilizar o moto-gerador por seis ou mais horas diárias, e viabilidade a partir de quatro horas diárias.

PALAVRAS CHAVE: Biogás, Energia, Sustentabilidade.

ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION COS OF A MOTOR-GERADOR POWERED BY BIOGAS – CASE STUDY.

ABSTRACT: The regional pigs production comes a few years emerging as a major source of income among farmers using family labor. However, the productivity depends on electricity and generates an environmental liability of very expressive contamination. The increasing on energy demand has led producers to seek alternatives that aid also to pollution control. Acceptance of alternative systems of power generation from the exploitation of pig manure is already a reality in some Parana western farms. Obviously, the acquisition and implementation of these systems represents a considerable investment and a technical study is fundamental. Thus, the work aimed to analyze the implantation of a motogenerator powered by biogas in a farm. The farm has 1.500 pigs for fattening, beyond the production of poultry and milk, consuming a mean 16.000 kW/month of electric power. Based on production potential of biogas, the work indicated that the system has high sustainability when using the motor generator for 6 or more hours, and viability from 4 hours daily.

KEYWORDS: biogas, energy, sustainability.

INTRODUÇÃO: Dentre as diversas práticas agropecuárias, a suinocultura apresenta grande impacto socioeconômico e esta implantada a várias décadas no estado do Paraná, constituindo grande importância na economia e cultura do estado (IAPAR, 2000). De acordo com IBGE, censo 2013, a região que mais se destaca na suinocultura brasileira é a região sul do país, responsável por 65,9% dos 9,35 milhões de suínos abatidos no Brasil.

Esta produção proporciona um rendimento econômico significativo para produtores que a utilizam como fonte de renda, entretanto a grande quantidade de dejetos produzidos pode se tornar preocupante, segundo BELLI FILHO et al. (2001), aproximadamente 85% das fontes de água nas regiões produtoras apresentam contaminação por coliformes fecais.

COLDEBELLA et al. (2008), diz que normalmente os suínos são produzidos em grande escala, gerando grande quantidade de biomassa. Esta, por sua vez tem grande potencial energético, que pode ser obtido pela fermentação anaeróbica em biodigestores gerando o biogás, que de modo semelhante ao gás natural, pode ser convertido em energia elétrica através de um motor-gerador.

Esses sistemas vêm ganhando espaço nas propriedades rurais da região com vistas a redução de custos da propriedade. O fator financeiro tem dificultado a implantação destes sistemas, já que estes não recebem financiamentos públicos ou privados e, de modo geral representam um grande investimento por parte dos produtores rurais.

Sendo assim, o trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade de instalação de um conjunto motor-gerador acionado por biogás, com base em estudos técnicos e econômicos relacionados a aquisição, instalação, operação e produtividade do sistema, aplicado a uma propriedade estudo de caso.

MATERIAL E MÉTODOS: Este trabalho consistiu primeiramente em, realizar um levantamento das características socioeconômicas da propriedade do estudo de caso em questão, localizada em Nova Santa Rosa, região oeste do Paraná. Para este levantamento foi considerado a biomassa disponível, assim como, a demanda de energia elétrica pela propriedade, considerando todas as atividades desenvolvidas nesta. Concluída a etapa de coleta das informações junto ao proprietário, foi realizado um estudo sobre a capacidade de geração de biogás. Inicialmente foi necessário determinar a quantidade diária de dejetos produzidos na propriedade, de acordo com OLIVEIRA (1993), um leitão no estágio final de engorda (até 100 kg) produz em média 2,3 kg/dia de esterco e 7 l/dia de dejetos líquidos. Assim é possível estimar a produção média diária de biogás na propriedade. O potencial de produção de biogás a partir dos dejetos é de aproximadamente 0,35 m³/kg segundo COLATTO E LANGER (2012), apud NOGUEIRA (1986). A Equação (1) possibilita determinar o potencial de produção diária média de biogás.

$$BI = R * N * P \quad (1)$$

em que,

BI: quantidade total de biogás produzido, em média, m³/dia,

R: rendimento de produção do dejetos suíno, m³/kg,

N: plantel de suínos disponível na propriedade, e

P: produção média diária de esterco, kg/dia.

A metodologia utilizada para determinar o custo da produção de energia elétrica utilizando biogás é descrita em COLDEBELLA et al., (2008) apud SOUZA et al., (2004). Utilizando 8% de taxa de desconto (taxa de desconto em financiamentos do governo para produtores rurais), e que o custo de organização e manutenção do biodigestor e motor-gerador é de 4% ao ano, assim o custo de produção de energia elétrica via biogás é dado pela equação (3).

$$CE = (CAG + GAB)/PE \quad (3)$$

em que,

CE = Custo de energia elétrica produzida via biogás (R\$/kWh),

GAB = Gasto anual com biogás (R\$/ano),

PE = Produção de eletricidade pela planta de biogás (kWh/ano), e

CAG = Custo anualizado do investimento no conjunto gerador (R\$/ano).

O gasto anual com biogás GAB é obtido a partir do produto do custo do biogás (R\$/ano) multiplicado com o consumo de biogás pelo conjunto motor-gerador, considerando 0,45 (m³/HP/h) (COLDEBELLA, et. al., 2008). A produção de eletricidade da planta de biogás é obtida avaliando a potência nominal desta (kW/h) e a disponibilidade anual da planta (horas/ano). O custo anualizado do

investimento no conjunto motor-gerador é obtido pela equação (4) e o fator de recuperação de capital pela (5).

$$CAG = (CIG * FRC) + (CIG * (COM / 100)) \quad (4)$$

$$FRC = [TD * (1 + TD)^n] / [(1 + TD)^{n-1}] \quad (5)$$

em que,

CIG = Custo do investimento no motor-gerador (R\$),

COM = Custo com organização e manutenção (%/ano),

FRC = Fator de recuperação de Capital.

TD = taxa de desconto (% ano), e

n = anos para amortização do investimento.

Para conferir a viabilidade de geração de energia elétrica determina-se o Tempo de Retorno de Capital (TRC em anos), dado pela equação (6).

$$TRC = [\ln(-k / (TD * k))] / [\ln(1 + TD)] \quad (6)$$

em que,

$k = GA / CI - OM / 100$,

$GA = CI * (FRC + OM / 100)$,

CI = Custo de investimento no sistema biodigestor/motor e gerador (R\$),

GA = Gasto anual com energia elétrica adquirida na rede (R\$/ano), e

OM = Gastos com amortização e manutenção da planta (R\$/ano).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A propriedade em estudo possui cinco alqueires destinados a suinocultura, avicultura e bovinocultura, possuindo 1.500 suínos de 100 kg, 30 vacas leiteiras e cerca de 135.000 frangos em seis aviários. Como os aviários são automatizados, estes são os maiores responsáveis pela grande quantidade de energia elétrica consumida, a qual chega a 16.000 kW/mês em média com um gasto por volta de R\$ 5.500,00 mensais. Com os dados coletados sobre a produção média de dejetos suínos, determinou-se através da Equação (1) que a propriedade é capaz de produzir cerca de 1.207,5 m³/dia de biogás, além disso, a produção total diária de dejetos por suíno pode chegar a 10.500 litros/dia, assim é necessário um tanque biodigestor capaz de suportar este fluxo diário, além respeitar o tempo de retenção necessário da biomassa para uma adequada fermentação anaeróbia, i.e. n dias. Assim o volume total chega a n vezes a produção diária de dejetos.

Para o estudo considerou-se um motor-gerador com 60 kW/h de geração nominal da marca MWM, com 59 HP de potência no valor de R\$ 80.000,00 de aquisição e instalação segundo pesquisa junto a empresários da região, também foi considerado um biodigestor tubular capaz de processar os dejetos gerados na propriedade produzindo o biogás calculado no valor de R\$ 50.000,00, considerando 10 anos de amortização, tempo médio dos financiamentos da região, assim o custo de produção do biogás é obtido a partir do custo anualizado do investimento no biodigestor pela produção anual de biogás, sendo R\$ 8,17/m³, considerando que todo biogás gerado seja destinado ao motor-gerador.

De acordo com a metodologia utilizada, o custo de geração de energia elétrica CE é diretamente relacionado com a produção de biogás da propriedade e ao tempo de operação do gerador, assim como o tempo de amortização da dívida do equipamento, sendo apresentados na tabela 03 os diferentes resultados obtidos.

TABELA 1. Custo da energia elétrica e tempo de retorno de capital em diferentes regimes de trabalho.

Horas de trabalho do gerador	2	3	4	6	8	10	12
Custo de produção (R\$/MWh)	135,2	91,33	69,41	47,48	36,51	29,93	25,55
Tempo de retorno de capital (anos)	19,40	12,13	7,15	3,97	2,76	2,11	1,71

Percebe-se por meio da Tabela 3 e Figura 1 que quando maior o tempo de operação do gerador menor será o custo da produção de energia elétrica utilizando biogás, onde o custo da geração de energia elétrica varia de R\$ 135,20/MWh quando o gerador opera duas horas por dia, até 25,55 R\$/MWh se o gerador operar 12 horas diárias, assim, o tempo de operação do gerador irá refletir diretamente o tempo de retorno do capital, com base em um investimento inicial e a vida útil do conjunto gerador e do biodigestor. Nota-se que se torna inviável utilizar um gerador acionado a biogás operando somente duas horas diárias, pois o tempo de vida útil é demasiado grande, assim, torna-se atrativo o uso a partir de quatro a seis horas diárias, pois o tempo de retorno é menor que o tempo de amortização da dívida.

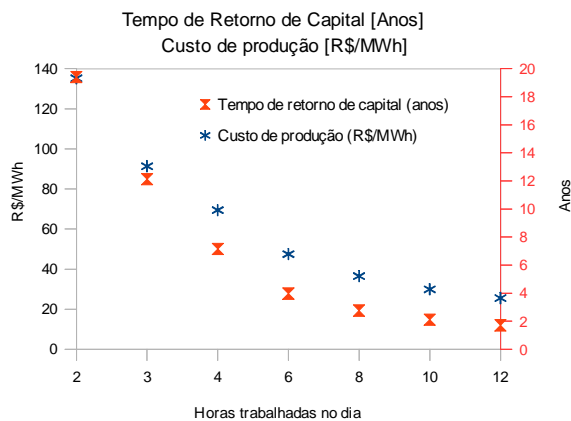


FIGURA 1. Tempo de retorno e custo de produção

CONCLUSÕES: Com base no tempo de retorno de capital, o sistema demonstra viabilidade para a geração de energia elétrica, além de constituir uma forma de tratamento de dejetos. Com base no baixo custo de geração da energia elétrica o elevado tempo de retorno de capital pode ser minimizado fazendo com que o sistema opere por maior tempo possível, podendo ser feito acordos com a concessionária de energia para que a mesma compre o excedente da energia gerada. Assim, a geração de energia elétrica é viável em curto prazo quando o sistema operar por várias horas ao dia, por outro lado, o sistema também oferece resultados em longo prazo ao ser utilizado por poucas horas diárias. Os dados mostram que com oito horas de trabalho diárias já atinge-se um ótimo patamar de baixo tempo de retorno e baixo custo de produção.

AGRADECIMENTOS: A UTFPR pelo incentivo e fomento a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELLI FILHO et al. Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos. **Revista Brasileira Agrícola e Ambiental**. v.5, n.1, p.166-170, 2001.
- COLATTO ,L; LANGER, M. Unoesc & Ciência – ACET, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 119- 128, jul./dez. 2011 Disponível em: <<http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acet/article/view/738>> Acesso dia 06/04/2015 as 16hrs e 19min.
- COLDEBELLA, A., et al., **Viabilidade da geração de energia elétrica através de um gerador utilizando biogás da suinocultura**. 2008. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/viewArticle/2186>> Acesso dia 16/04/2015 as 9hrs e 01min.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=412770&idtema=135&search=para%20toledo|pecuaria-2013>> Acesso dia 30/03/2015 as 8hrs e 56min.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. Agronegócio do Paraná: **Perfil e características das demandas das cadeias produtivas**. Londrina: IAPAR, 2000.
- NOGUEIRA, L. A. **Biodigestão: a alternativa energética**. São Paulo: Nobel, 1986.
- OLIVEIRA, P. A.V. de. (Coord.). Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia: **EMBRAPA/CNPISA**., 1993. 188 p. (EMBRAPA CNPISA. Documento, 27). Disponível em: <http://www.cnpisa.embrapa.br/pnma/pdf_doc/doc_pnma.pdf> Acesso dia 06/04/2015 as 16hrs e 29min.
- SOUZA, S. N. M.; PEREIRA, W. C.; NOGUEIRA, C. E. C.; PAVAN, A. A.; SORDI, A. **Custo da eletricidade gerada em conjunto gerador utilizando biogás da suinocultura**. Acta Scientiarum. Technology, Maringá, v. 26, 2004, p. 127-133.