

## PONTO DE EQUILÍBRIO FINANCEIRO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM GRUPO GERADOR À BIOGÁS DIANTE DO NOVO SISTEMA DE BANDEIRAS TARIFÁRIAS

**Tatiana C. R. Bueno<sup>1</sup>, Ricardo G. Cervi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Graduanda em Tecnologia do Agronegócio na Faculdade de Tecnologia de Botucatu, [tatiana\\_rbueno@hotmail.com](mailto:tatiana_rbueno@hotmail.com).

<sup>2</sup>Prof. Dr. Curso de Tecnologia do Agronegócio na Faculdade de Tecnologia de Botucatu.

### 1 INTRODUÇÃO

Sistemas biointegrados, especificamente com aproveitamento de biomassa para fins energéticos, podem ser um meio facilitador para atingir a sustentabilidade da produção em função da disponibilidade de biomassa nas propriedades agrícolas, por apresentar baixo custo de oportunidade dos resíduos da produção e grande potencial de geração de energia (ANGONESE et al., 2006). Souza et al. (2013) destaca que o principal gargalo para a produção suínica encontra-se na etapa da engorda onde a quantidade de dejetos produzidos sofre um aumento exponencial.

Neste sentido, encontra-se como alternativa viável, dentro dos princípios ambientais e de produção eficiente de animais, a implantação de sistemas de biodigestores, os quais permitem reaproveitar dejetos transformando-os em recursos renováveis (CERVI et al., apud Souza, 2013). O biodigestor gera como principal produto o biogás. Martinez et al. (2013) coloca que o biogás proveniente da biodigestão é um combustível gasoso com elevado potencial energético semelhante ao do gás natural, podendo ser usado para geração de energia elétrica.

Martins e Oliveira (2011) em análise econômica da geração de energia elétrica a partir do biogás na suinocultura, concluíram que é viável e vantajoso economicamente o uso desta alternativa na propriedade rural. O dimensionamento dos sistemas energéticos e os custos são fundamentais para a tomada de decisões em projetos de energização rural, considerando-se os critérios técnicos e econômicos. Martins (2001) conclui que a análise do ponto de equilíbrio pode ser vista como uma análise de custo-volume-lucro, onde se determina o volume de produção onde a receita se iguala ao custo total, ou seja, onde o lucro é igual a zero.

Este trabalho buscou identificar os custos e benefícios de um biodigestor abastecido com dejetos de suínos para produção de biogás e conversão deste em energia elétrica, e, com estas informações, teve como objetivo apresentar o ponto de equilíbrio financeiro, ou seja, o consumo mínimo necessário de energia para que os benefícios desta atividade sejam equivalentes aos custos de operação, levando em consideração o novo sistema de cobrança da tarifa de energia elétrica no Brasil.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado por meio de uma análise dos dados descritos por Cervi (2009), o qual analisou um biodigestor tubular, operação contínua, com volume útil de 496 m<sup>3</sup>, calha de água em alvenaria, com uma manta plástica como gasômetro e tempo de retenção hidráulica de 30 dias. Dessa maneira, os custos da produção de biogás foram deflacionados com base no IGP-M (ago/94=100) no período de agosto de 2008 até agosto de 2015, com índices de 406,13 e 588,04, respectivamente (IPEADATA, 2015).

Assim, os valores nominais dos custos em 2008, período de realização das cotações, foram transformados em valores reajustados para agosto de 2015. A propriedade analisada apresenta um plantel de 2.300 suínos em fase de terminação, localizada no município de São Manuel-SP. Santos (2000) destacou que cada suíno em fase de terminação produz 0,799 m<sup>3</sup> diários de biogás. Oliveira (1993) que determinou que para suínos em fase de terminação com peso entre 25 e 100 kg são produzidos, em média, 7 L. dia<sup>-1</sup> de dejetos líquidos.

Na propriedade encontra-se instalado um gerador de energia elétrica acoplado a um motor de 2000 CC, de 4 cilindros, adaptado para uso com biogás. O consumo específico de biogás pelo grupo gerador foi estimado em 22 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>, relação fornecida pelo fabricante do motor-gerador, dada pelo volume de biogás consumido pelo grupo gerador e a energia elétrica gerada. O gerador é trifásico, 220/380 VCA, 3.600 RPM, 60 Hz, com capacidade nominal de geração de 50kVA. Conforme a norma NBR 5410 da Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT (2004), para cálculos de geração de energia elétrica em baixa tensão, para um fator de potência médio da carga de 0,8 (COSØ), a geração máxima de energia é de 40kW. A avaliação econômica do sistema foi composta por 3 etapas, conforme descrito a seguir:

1ª Etapa – Os benefícios foram estimados a partir da produção de energia elétrica gerada no sistema e consumida na propriedade, ou seja, é a renda que se deixa de transferir para a concessionária de energia elétrica ao deixar de adquirir energia externa à propriedade.

Desde janeiro de 2015 entrou em vigor um novo sistema de cobrança de tarifas estabelecido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), o Sistema de Bandeiras Tarifárias. Esse novo sistema sinaliza mensalmente através de bandeiras nas cores verde, amarela e vermelha, na conta do consumidor, a tarifa a ser cobrada pela geração de energia no país. Em bandeira verde não há alteração no valor da tarifa de energia, em amarela ocorre um aumento de R\$ 1,50 a cada 100 kWh e em bandeira vermelha R\$ 3,00 a cada 100 kWh (COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ, 2015).

Dessa maneira, o benefício é dado pela quantidade de energia elétrica produzida pelo sistema e consumida na propriedade em função do tempo de operação da planta e da tarifa de

energia elétrica paga pelo proprietário.

2ª Etapa – Os custos deflacionados foram estimados em função dos custos fixos decorrentes do investimento inicial e dos custos variáveis de manutenção do sistema. O investimento inicial é classificado como o gasto necessário para a implantação das instalações e aquisição dos materiais e equipamentos. A imobilização de capital para o investimento inicial incorre em custos ao longo da vida útil do sistema, que podem ser alocados anualmente. Estes custos fixos implicam na depreciação e juros sobre capital investido.

O custo de depreciação foi estimado pelo método da depreciação linear, já o custo de oportunidade do capital foi determinado em relação ao capital médio durante a vida útil dos bens a uma taxa de juros anual de aproximadamente 5,64% ao ano, conforme o rendimento anual da caderneta de poupança, uma aplicação de baixo risco que equivale a uma taxa de juros compostos de 0,5% ao mês, aplicada sobre os valores atualizados pela Taxa Referencial (TR) (BRASIL, 2015).

Os custos de manutenção são custos variáveis decorrentes da manutenção do grupo gerador e os gastos referentes à mão-de-obra para operar o sistema. Para estimar o custo de manutenção do grupo gerador foi considerado o intervalo de manutenção dos componentes como troca de óleo, lubrificação entre outros, conforme o manual do equipamento fornecido pelo fabricante, em função do tempo de operação grupo gerador.

A operação do grupo gerador é diária e exige a presença de uma pessoa responsável pela ignição do motor, limpeza e zelo das instalações. O custo da mão-de-obra para manter o biodigestor em operação é muito baixo devido à simplicidade do sistema. Faz-se necessária apenas uma limpeza para a remoção do lodo precipitado no biodigestor e da crosta que se forma na superfície. Assim, para a estimativa do custo da mão-de-obra necessária para a manutenção foi considerado o tempo de operação exigido em função do salário pago. Os benefícios do sistema de conversão de biogás e os custos são dados anualmente e podem ser comparados entre si.

3ª Etapa – Análise Econômica: Estabelecido o levantamento dos custos fixos e variáveis e dos benefícios do sistema foi determinado o ponto de equilíbrio financeiro. Bruni (2006) aponta que o ponto de equilíbrio financeiro representa o faturamento que determinado empreendimento precisa obter para cobrir todos os seus custos. O autor diz que, para ser calculado, devem-se, basicamente, subtrair os gastos não desembolsáveis, como a depreciação, do total de gastos fixos. Também aponta que no ponto de equilíbrio o lucro é nulo, uma vez que no ponto de equilíbrio a receita total é igual ao gasto total. O ponto de equilíbrio financeiro expresso em unidades monetárias (PEF\$) é representado algebricamente pela Equação 1:

$$PEF\$ = \frac{(GF - D) \times P}{P - GVU} \times T \quad (1)$$

Onde:

PEF\$	=	ponto de equilíbrio em unidades monetárias	(R\$.ano <sup>-1</sup> )
GF	=	gasto fixo	(R\$.ano <sup>-1</sup> )
P	=	preço da tarifa de energia elétrica	(R\$. kW <sup>-1</sup> )
D	=	depreciação	(R\$.ano <sup>-1</sup> )
T	=	tempo de operação	(horas.ano <sup>-1</sup> )

O Gasto Variável Unitário foi obtido pela equação 2:

$$GVU = \frac{GVOM}{CAE} \quad (2)$$

Onde:

GVU	=	gasto variável unitário	(R\$.kW <sup>-1</sup> )
GVOM	=	custo variável com operação e manutenção	(R\$.ano <sup>-1</sup> )
CAE	=	consumo anual de energia elétrica	(kW.ano <sup>-1</sup> )

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

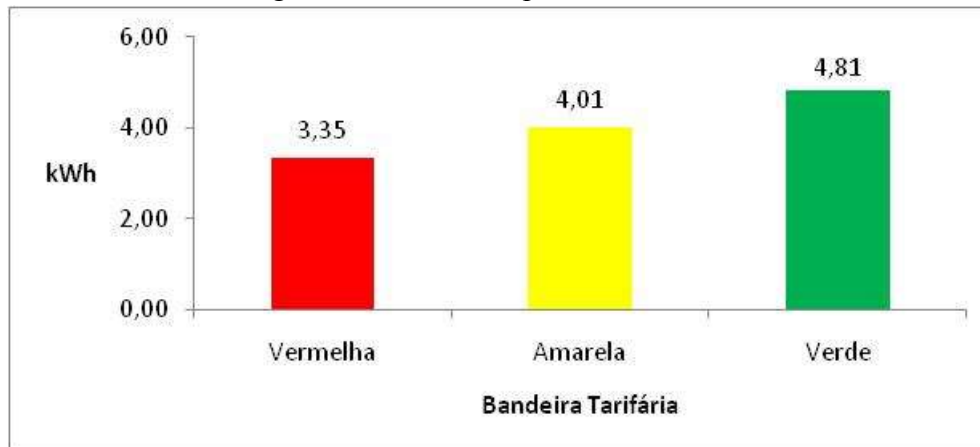
Estima-se que 2.300 suínos em terminação produzam aproximadamente 16,10 m<sup>3</sup> de dejetos por dia, com uma produção diária de 1.837,7m<sup>3</sup> de biogás. Para um consumo de energia elétrica de 56.019,60 kW.ano<sup>-1</sup>, ou seja, 17,1kW gerados durante 3.276 horas de utilização por ano, com aproximadamente 10 horas de operação diária, obteve-se um gasto total de R\$ 16.601,02 ano<sup>-1</sup>. O investimento inicial totalizou R\$ 74.622,03 sendo considerados valores de aquisição, construção e implantação do sistema gerador de energia elétrica.

O custo com a depreciação anual dos ativos depreciables foi estimado em R\$ 6.356,98 por ano. Os juros sobre o capital investidos foram de R\$ 1.978,99 anualmente. Já os gastos com a manutenção do grupo gerador à biogás, bem como a mão-de-obra necessária para operação e manutenção apresentou um total de R\$ 8.265,05 por ano, o que representou um gasto variável unitário de 0,1475 kW/h. Os valores do preço da tarifa de energia elétrica foram de R\$ 0,27 kW/h em bandeira verde, R\$ 0,30 kW/h para bandeira amarela e R\$ 0,33 kW/h para bandeira vermelha, valores obtidos por meio de consultas às contas de energia elétrica de produtores rurais na região analisada.

Identificou-se que a quantidade mínima de energia elétrica que deve ser gerada é inversamente proporcional ao aumento da tarifa de energia elétrica conforme as

condições do sistema de bandeiras tarifárias (Figura 1).

Figura 1 - Ponto de equilíbrio financeiro



Através do cálculo de ponto de equilíbrio financeiro observou-se que a quantidade mínima de energia a ser produzida pelo grupo gerador para que o custo de produção se equipare ao preço de aquisição de energia da concessionária em épocas em que as bandeiras amarela e vermelha estejam acionadas devem ser respectivamente 4,01 e 3,35 kW/h. Dessa maneira, a partir do ponto de equilíbrio já se pode destacar um ganho econômico com o sistema de geração de energia elétrica à biogás.

#### 4 CONCLUSÕES

A construção e aquisição de um sistema biointegrado de produção de energia a partir da biodigestão anaeróbica faz-se vantajosa em momentos em que o país passa por dificuldades na geração de energia elétrica, devido a escassez dos recursos hídricos, e portanto, encarece os valores a serem pagos pelos usuários do sistema. Através dos resultados obtidos pelo presente estudo conclui-se que é viável a produção de energia proveniente do biogás em substituição da energia fornecida pela concessionária principalmente em épocas em que as tarifas adicionais são impostas pelo novo sistema de bandeiras tarifárias, pois conforme as taxas crescem o ponto de equilíbrio diminui.

#### 5 REFERÊNCIAS

ABNT NBR5410: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **Instalações elétricas de baixa tensão**. São Paulo. Disponível em: < [http://www.ufjf.br/manuel\\_rendon/files/2012/11/NBR\\_5410-2004\\_-Instala%C3%A7%C3%B5es-El%C3%A9tricas-de-Baixa-Tens%C3%A3o.pdf](http://www.ufjf.br/manuel_rendon/files/2012/11/NBR_5410-2004_-Instala%C3%A7%C3%B5es-El%C3%A9tricas-de-Baixa-Tens%C3%A3o.pdf)>. Acesso em: 31 ago. 2015.

ANGONESE, A.; CAMPOS, A. T.; ZACARKIM, C. E. Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. Revista **Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**. 10(3), 745-

750, Campina Grande, 2006. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbeaa/v10n3/v10n3a30.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2015.

BRASIL. Banco Central do Brasil. **Remuneração dos depósitos de poupança**. Brasília, 2013. Disponível em:<<http://www4.bcb.gov.br/pec/poupanca/poupanca.asp>>. Acesso em: 02 set. 2015.

BRUNI, A. L. **Administração de custos, preços e lucros. Série desvendando as finanças**. v.5. 68-88, Atlas, São Paulo, 2006.

CERVI, R. G. **Avaliação econômica do aproveitamento do biogás e biofertilizante produzido por biodigestão anaeróbia: estudo de caso em unidade biointegrada**. 2009. 67 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009. Disponível em:< <http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0412.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2015.

COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ - CPFL. Taxas e tarifas. 2015. Disponível em:<<http://servicosonline.cpfl.com.br/servicosonline/taxasetarifas/taxasetarifas.aspx>>. Acesso em 01 set. 2015

IPEADATA. Séries mais usadas: IGP-M - geral - índice (ago. 1994 = 100). Disponível em: < <http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em 02 set. 2015.

MARTINEZ, DAIANA G. et al. GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO BIOGÁS/ELECTRICITY GENERATION FROM BIOGAS. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas/Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 7, n. 1, p. 45-54, 2014. Disponível em:< <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/133/129>>. Acesso em: 31 ago. 2015.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 8.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MARTINS, F. M.; OLIVEIRA, P. A. V de. Análise econômica da geração de energia elétrica a partir do biogás na suinocultura. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 3, p. 477-486, 2011. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v31n3/a08v31n3>>. Acesso em: 30 ago. 2015.

OLIVEIRA, P. A. V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. 188p. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro Nacional Suínos e Aves, Concórdia, Brasil, 1993.

SANTOS, P. **Guia técnico de biogás**. 117 p. Centro para Conservação de Energia, Espinho, Portugal, 2000.

SOUZA, S. N. M. et al. Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura. **Acta Scientiarum**. (26) 1, 127-133, Maringá, Brasil, 2004.

SOUZA, J. K S. et al. **ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE IMPLANTAÇÃO DE UM BIODIGESTOR NA UNIDADE DE CONFINAMENTO DE SUÍNOS DA UFV FLORESTAL**. Disponível em:< <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/X-002.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2015.