



ANÁLISE DA VIABILIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA VIA QUEIMA DE BIOGÁS PROVENIENTE DE DEJETOS SUÍNOS PROCESSADOS EM UM BIODIGESTOR

A. F. ALMEIDA¹, A. F. MAIA², A. M. B. SILVA³

^{1,2,3} Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Elétrica

RESUMO – *A procura por novas fontes de energia, alternativas e econômicas, pela sociedade contemporânea tem crescido de forma significativa atualmente. E engloba principalmente as fontes renováveis que estão disponíveis próximas dos consumidores finais. Em fazendas e sítios, na maioria das vezes, a engorda de animais tem gerado um alto índice de dejetos, os quais poderiam ser aproveitados para a geração de energia e além de contribuir para a preservação do meio ambiente em virtude do tratamento adequado que teriam. Entretanto os dejetos têm sido simplesmente descartados na natureza, constituindo-se em desperdício de um recurso energético renovável e também em um agente poluidor. Dentro desse contexto, no presente trabalho, procuramos estudar soluções para que geração energia por meio do biogás seja realizada e que seja economicamente viável para ser implantada por meio de uma estrutura com biodigestor. Os estudos foram realizados em uma fazenda regional, onde pudemos levantar os dados que comprovaram a viabilidade da implantação da estrutura junto com os equipamentos com um retorno financeiro garantido em curto/médio prazo.*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a criação de suínos confinados em granjas tem crescido muito e está se tornando bastante popular, tanto em pequenas propriedades rurais, quanto em propriedades maiores. E dessa maneira, essa atividade agroindustrial (suinocultura confinada) está se configurando em um nicho econômico importante dentro do país. “A importância da suinocultura, no contexto nacional, reside, não só no grande contingente de produtores envolvidos, como também, no volume de empregos diretos e indiretos gerados (2,5 milhões somente na região Sul e nos estados de São Paulo e Minas gerais) e pela capacidade de produzir grande quantidade de proteína de alta qualidade, em reduzido espaço físico e curto espaço de tempo, quando comparada a outras espécies animais de médio e grande porte” (OLIVEIRA, 1993). Mas, com ela chegam novas preocupações com o impacto provocado pelo acúmulo dos dejetos produzidos por esses animais. E dessa forma, soluções para resolver esse problema são requeridas. Dentro desse contexto, “a produção de biogás por meio de biodigestão anaeróbia representa um avanço para equacionar o problema dos dejetos produzidos pela suinocultura e disponibilidade de energia no meio rural” (CERVI, 2010). De fato, “a biodigestão anaeróbica pode ser uma solução efetiva para tratar esse resíduo agrícola, não somente para reduzir o



impacto sobre o meio ambiente, mas também para produzir energia por biogás, que é uma fonte renovável” (Fan et al., 2010). Os mesmos autores completam ainda que, uma planta de geração de energia por de biogás apresenta bons benefícios econômicos, sociais e de economia de energia.

De acordo com a Embrapa (1993), preservar o meio ambiente deve ser uma preocupação básica para qualquer sistema de produção, em especial quando se trata do manejo dos dejetos e rejeitos de animais. E prioritariamente os dejetos devem ser usados como adubo orgânico, respeitando sempre as limitações impostas pelo solo, água e planta. “Quando isso não for possível, há necessidade de tratar os dejetos adequadamente, de maneira que não ofereçam riscos de poluição quando retornarem à natureza” (KUNTZ, 2003).

Em concordância com RIBEIRO (2007) e JUNIOR (2011), com a intensificação dos sistemas de produção animal, a questão de qual deve ser o destino dos rejeitos da atividade acabou tornando-se ponto central de discussões de praticamente toda a cadeia produtiva, tanto em âmbito nacional como internacional. Mas na verdade, para onde estes dejetos são realmente levados? E se descartados, são descartados da maneira correta? Visando diminuir ou caminhando mais além, visando contribuir para sanar este problema ambiental, uma nova alternativa de tratamento de dejetos foi pensada e apresentada, prometendo ser capaz, além de resolver este problema e também ser capaz de gerar energia elétrica, trazendo economia para os produtores que resolvessem optar pela utilização desse sistema de aproveitamento desse recurso energético renovável. Ou seja, utilizar o biogás gerado com dejetos de granjas de porcos, por meio de um biodigestor, para produzir energia elétrica.

“O biogás é composto principalmente do gás metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂)” (GUIMARÃES, 2015). E esse biogás gerado da digestão anaeróbia dos dejetos suínos trás como vantagem, além de uma redução dos níveis de patógenos e da redução de odores, uma capacidade de substituição de uso de combustíveis que agridem a natureza de certa forma, como por exemplo, a lenha que causa o desmatamento, o uso de gás liquefeito de petróleo com sua consequente emissão de gases poluentes e energia elétrica comprada da concessionária local. Podendo, a energia gerada por biogás, ser utilizada de diversas formas, produzindo uma economia para o produtor rural utilizador do sistema de aproveitamento do biogás. O emprego dos dejetos em um biodigestor para produção de biogás, também pode ser utilizada para gerar energia térmica. Ademais, “o biogás apresenta como vantagens, por exemplo, a redução da emissão de gases de efeito estufa e a redução de resíduos utilizados como matérias-primas” (AZEVEDO, 2015).

Dentro dessa perspectiva dos fatos apresentados, visamos realizar um estudo da viabilidade sobre a implantação de sistema com um biodigestor, em uma propriedade rural, levantando dados para tornar fácil a visualização da situação. Também visamos determinar com este estudo se a implantação de um sistema completo de biodigestão anaeróbica em uma propriedade particular se mostra factível quando analisado o capital investido. Buscamos estudar a viabilidade econômica, ou simplesmente a análise do custo e benefício trazido pela implantação de um sistema de biodigestão para uma propriedade rural a fim de encontrar resultados satisfatórios e que convençam desde pequenos produtores a grandes empreendedores rurais a implantarem o sistema. Dessa forma, tanto a poluição quanto a economia com gastos de energia, nestes casos, seriam problemas mitigados.



2. HISTÓRICO E ASPECTOS AMBIENTAIS/QUÍMICOS DO BIOGÁS

A demanda global por energia vem crescendo fortemente ao longo dos anos em função do crescimento da população e o avanço do desenvolvimento tecnológico. Justamente em contraste com as condições das fontes de energia utilizadas pela humanidade, que são limitadas e que, ao serem exploradas, geram altos riscos ao meio ambiente, com desmatamentos, destruição de ecossistemas que prejudicam milhares de animais, deslocamentos de populações, canalização e desvio de rios para a construção de usinas hidrelétricas, *exempli gratia*. Tudo isso faz aumentar a demanda por fontes alternativas de energia, com o intento de produzir energia, preferencialmente próximo aos centros consumidores. Por volta dos anos 1970 e 1980 iniciou-se no Brasil uma aposta para a geração de energia com o biogás e programas oficiais foram criados a fim de estimular produtores rurais a implantarem o sistema de biodigestão. A principal preocupação era com a geração de energia e a produção de biofertilizante capaz de reduzir impactos ambientais. O interesse era em reduzir a dependência das pequenas propriedades rurais do suprimento de energia elétrica pela rede pública. Dessa forma, incentivaram estes produtores a gerarem biocombustível em suas propriedades, principalmente os que trabalhavam com a suinocultura. Porém, logo logo, a implantação desses projetos foi inviabilizada devido às dificuldades com os custos bastante elevados para a época.

Trinta anos depois, novas propostas foram criadas e a situação que se encontra nos dias de hoje é bem diferente. O biogás começa a ser utilizado em propriedades rurais para converter biogás em energia térmica, e assim esse tipo de gás gerado em granjas rurais, começou a ser utilizado como fonte primária de energia elétrica criando um conjunto de gerador de eletricidade, empregando biodigestores em sua base. “Os biodigestores são sistemas fechados de degradação anaeróbica em que os gases produzidos são coletados e armazenados em compartimentos chamados gasômetros para posterior utilização ou simples queima” (KUNTZ, 2013).

Analisando a evolução dos estudos do biogás nos últimos dez anos é possível confirmar a sua viabilidade sendo um processo promissor. O tratamento dos dejetos permite a obtenção do biogás, que pode ser utilizado para geração de energia térmica e elétrica, e também ousamos afirmar que mesmo que não houvesse a possibilidade de geração de energia, somente a queima do biogás já seria uma solução plausível para o problema de redução de poluentes. Posto que tal redução é uma preocupação importante para os setores de produção atualmente, pois são responsabilizados devido à alteração que podem causar ao efeito estufa. Vale ressaltar que o metano (gás lançado na atmosfera devido à biodigestão anaeróbica) chega a ser 21 vezes mais poluente que o dióxido de carbono, responsável por grande parte da poluição lançada na atmosfera terrestre. O biogás é composto principalmente de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂). A depender da eficiência no processo de produção do biogás é possível encontrar entre 50% e 70% de metano, 25% a 45% de dióxido de carbono e 5% de outros gases (nitrogênio, oxigênio, gás sulfídrico, monóxido de carbono, amoníaco (COELHO et al., 2006; PERLINGEIRO, 2014)). Ou seja, “o principal componente do biogás é o gás metano, que é incolor e altamente combustível, e não produz fuligem. Em função da participação percentual do metano na composição do biogás, o poder calorífico deste pode variar de 5000 a 7000 kcal por metro cúbico. Esse poder calorífico pode chegar a 12000 kcal por metro cúbico se eliminado todo o gás carbônico da mistura” (DEGANUTTI, 2002).



3. MATERIAIS E MÉTODOS

A produção do biogás para geração de energia é uma das formas mais viáveis atualmente, devido a seu custo de produção relativamente baixo, e porque a geração de energia renovável tem ganhado destaque em virtude de exigências ambientais internacionais. Com isso podemos dizer que o biogás, uma fonte de energia gerada com matéria orgânica, assume um papel importante ao lado de outras fontes de geração de energia, como por exemplo, energia solar, eólica e entre outras no sistema de geração de energia, cujos processos de obtenção não agridem o meio ambiente. Portanto é real a demanda por estudos na área. O presente estudo foi realizado com uma coleta de dados executada em uma propriedade que desenvolve vários tipos de atividades rurais. Dentro do trabalho, estimativas quanto à capacidade de geração de energia também foram elaboradas. Posteriormente, os dados puderam ser comparados e analisados, para verificar se tornaram concretos e satisfatórios, ou não, resultando no retorno do investimento inicial para implantação e manutenção do sistema. Quando se trata de viabilidade técnica e econômica visamos saber qual o retorno é recebido, geralmente comparando-o ao que foi investido. Assim, buscamos os dados sobre o assunto e anotamos os seguintes parâmetros para a comparação:

- i. **Valor do kWh em meio rural praticado pela concessionária local:** O valor praticado na época da realização da pesquisa para a tarifa de consumo rural na área de concessão da Cemig – D era de R\$ 0,27312991 conforme resolução da Aneel de nº 1.507 de 05/04/2013.
- ii. **Custos do kWh gerado com a utilização do biogás:** Para que possamos realizar o levantamento deste custo, devemos levar em consideração vários fatores que influenciam na viabilidade de geração de energia. Os dados foram descritos melhor como a seguir.

A. Custos com aquisição e Start up

O custo da aquisição do sistema, somado ao custo de instalação, mais o custo de *start up* de R\$ 79000,00. Pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1: Investimentos iniciais em equipamentos e instalações

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
1	Aquisição do Grupo Motor/Gerador	R\$ 30000,00
2	Aquisição do painel de Geração Distribuída	R\$ 25000,00
3	Aprovação de projetos junto à concessionária	R\$ 2500,00
4	Modificações necessárias no padrão de entrada de energia, casa de máquinas e circuitos de baixa tensão	R\$ 12000,00
5	Construção da casa de máquinas	R\$ 7500,00
6	Start Up do gerador	R\$ 2000,00
Valor total do investimento		R\$ 79000,00



B. Despesas Anuais

Como mostrado na Tabela 2, as despesas anuais com manutenção e operação que foram de R\$ 2553,67.

Tabela 2: Despesas anuais com manutenção e operação do sistema

DESCRIÇÃO DE SERVIÇOS	PERIODICIDADE
Limpeza da casa de máquinas	Semestral
Limpeza, desmontagem, testes, ajustes, regulagem nos bicos injetores e montagem	Anual
Verificar condições gerais de instalação tais como sala, janelas de admissão e exaustão de ar, conexões do sistema de aterramento	Semestral
Troca de óleo do cárter	A cada 3600 horas
Filtro de ar e de combustível	A cada 3600 horas
Verificação do nível e medição das baterias	Semanal
Verificação do nível de água do radiador e seus aspectos de água limpa ou turva	Semanal
Verificação de possíveis pontos de vazamentos	Semanal
Verificar / completar / substituir a água dos radiadores	Semanal
Verificar / identificar a necessidade de adição de aditivos anticorrosivos	Mensal
Retirar/desmontar e montar os radiadores	Anual
Limpeza dos terminais das baterias e aplicação de inibidor de corrosão	Mensal
Verificar funcionamento do sistema de pré-aquecimento	Mensal
Medição dos valores de corrente e tensão nos regimes de operação do retificador	Semestral
Reaperto dos cabos da bazeta do gerador	Semestral
Verificação das conexões e medições dos sensores do motor	Semestral
Avaliação dos valores de tensão a vazio	Semestral
Remoção dos sensores pick up, limpeza e reinstalação	Semestral
Ajuste do sensor pick up conforme necessidade de sinal para regulador de velocidade	Semestral
Avaliação dos valores de frequência a vazio	Semestral
Verificação da atuação das proteções do motor	Semestral
Verificação da atuação das proteções do gerador	Semestral
Teste em partidas, verificando os motores	Semestral
Teste sem carga	Semestral
Valor total anual com mão de obra para operação / manutenção do gerador	R\$ 25344,00
Peças de reposição / Óleo Carter / Filtros	R\$ 5300,00
Sub Total	R\$ 30644,00
Valor médio Mensal da Manutenção	R\$ 2553,67

C. Custo de Depreciação

Considerando o período de depreciação do equipamento em dez anos obtivemos um total de R\$ 385440,00, evidenciados na Tabela 3.

Tabela 3: Valor total do investimento considerando uma vida útil do equipamento de 10 anos, tanto em investimentos iniciais quanto em despesas anuais

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	Investimento Inicial	1	R\$ 79000,00	R\$ 79000,00
2	Despesas anuais	10	R\$ 30644,00	R\$ 306440,00
VALOR TOTAL				R\$ 385440,00



D. Capacidade de Geração.

A tabela 4 mostra que o gerador tem uma capacidade de geração de energia, considerando 20 horas de trabalho/dia de 195840 kWh.

Tabela 4: Capacidade anual de geração de energia elétrica

Potência do Gerador	kVA	34
Fator de Potência	-	0,8
Potência disponível	kW	27,2
Trabalho/Dia	Horas	20
Capacidade anual de geração	kWh	195840

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a realização do cálculo do retorno do investimento, consideramos o consumo total e o custo da energia elétrica de onze pontos de fornecimento instalados na fazenda, conforme mostrados na tabela 5. E obtivemos um consumo total de 340748 kWh que multiplicado pelo valor praticado pela concessionária nos dá o montante de R\$93068,47 de faturas pagas durante um ano. A energia elétrica que a fazenda demanda (340748 kWh anuais) é maior do que a capacidade de geração do sistema com o biodigestor (195840 kWh anuais). Mas, de qualquer forma, 57% do consumo de energia da fazenda seria suprido pelo gerador distribuído, o que proporcionaria uma economia anual de R\$ 53489,76 com média mensal de R\$ 4457,48. Considerando os investimentos iniciais de R\$ 79000,00, despesas mensais de R\$ 2553,67 e entradas de caixa no valor de R\$ 1903,81 (R\$ 4457,48 - R\$ 2553,67), uma taxa de juros anuais de 8% para o valor do capital investido e 10% anuais de reajuste tarifário da concessionária, teríamos conforme evidenciado na Figura 1, o retorno do investimento em 42 meses. E em 60 meses a rentabilidade do projeto seria de R\$ 59000,00.

Tabela 5: Consumo anual de energia elétrica da propriedade estudada

MÊS	VALOR TARIFA (R\$)	CONSUMO (kWh)	VALOR FATURA (R\$)
Março	R\$ 0,27312991	29123	R\$ 7954,36
Fevereiro	R\$ 0,27312991	27827	R\$ 7600,39
Janeiro	R\$ 0,27312991	27603	R\$ 7539,20
Dezembro	R\$ 0,27312991	40081	R\$ 10947,32
Novembro	R\$ 0,27312991	26063	R\$ 7118,58
Outubro	R\$ 0,27312991	27575	R\$ 7531,56
Setembro	R\$ 0,27312991	27125	R\$ 7408,65
Agosto	R\$ 0,27312991	26371	R\$ 7202,71
Julho	R\$ 0,27312991	26728	R\$ 7300,22
Junho	R\$ 0,27312991	33322	R\$ 9101,23
Maiο	R\$ 0,27312991	24853	R\$ 6788,10



Abril	R\$ 0,27312991	24077	R\$ 6576,15
TOTAIS		340748	R\$ 93068,47

Portanto, podemos dizer que biodigestores instalados em propriedades rurais são capazes de reduzir os gastos com a compra de energia elétrica da concessionária local. Ainda pode-se levar em consideração o fato de que se a energia gerada, em uma determinada situação, exceder a quantidade de energia que é consumida por esta propriedade, a energia excedente pode ser transferida para outra propriedade, desde que ela esteja inscrita sobre o mesmo CPF ou CNPJ da propriedade rural onde o sistema de geração de energia está instalado.

Os resultados obtidos tornam fácil a apresentação de quão satisfatório e viável é o sistema de geração de eletricidade por uma planta de biogás instalada a partir de uma granja de suínos, visto que evidenciam a viabilidade técnica e econômica de geração de energia elétrica com a utilização de biogás. Os dados coletados, apresentados juntamente com os resultados calculados para o retorno do investimento mostram que os custos relativos à implantação do sistema e sua operação são factíveis e o retorno que a estrutura geradora de energia proporciona, se mostra devidamente aceitável.

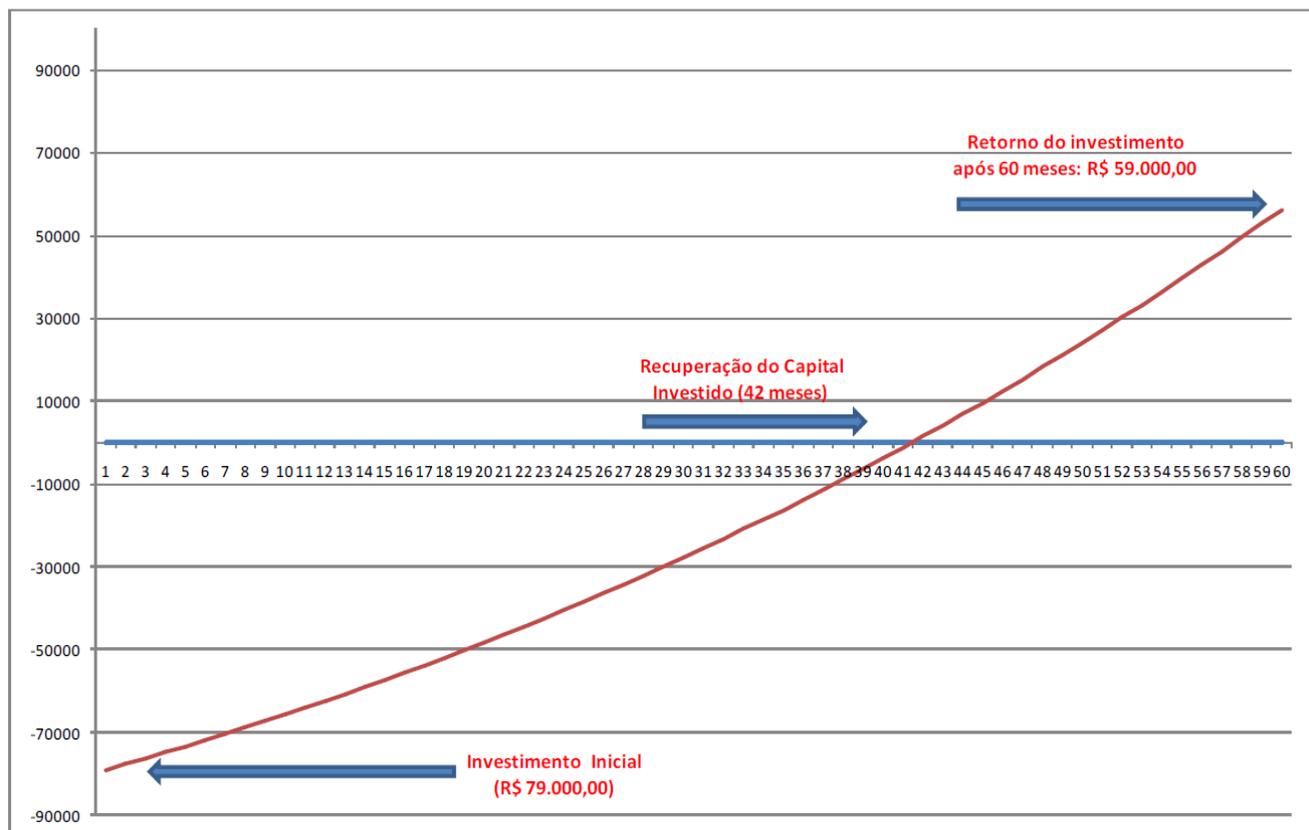


Figura 1 - Gráfico de retorno no investimento em meses



5. CONCLUSÃO

- A geração de energia elétrica é viável em fazendas pelo emprego de biodigestores por obter retorno financeiro em curto/médio prazo.
- Os biodigestores são eficientes como fonte primária para geração de energia elétrica e contribuem para preservação do meio ambiente ao aproveitar matéria-prima anteriormente descartada sem nenhuma função ou tratamento.
- A técnica de geração de energia elétrica via biogás ajuda a reduzir a emissão de poluentes no meio-ambiente, mais precisamente o gás metano.
- Um maior incentivo e valorização em técnicas alternativas de geração de energia como a geração por biogás é necessário para mitigar problemas futuros que podem surgir com esgotamento dos recursos energéticos naturais.

6. REFERÊNCIAS

- CERVI, Ricardo G.; ESPERANCINI, Maura S. T.; BUENO, Osmar de C. *Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suinícola para geração de energia elétrica*. Engenharia Agrícola. Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, v. 30, n. 5, p. 831-844, 2010.
- JÚNIOR, Marco A. P. O.; ORRICO Ana C. A.; JÚNIOR, Jorge de L.; *Produção Animal e o Meio Ambiente: Uma comparação entre Potencial de Emissão de Metano dos dejetos e a quantidade de alimento produzido*. Jaboticabal v. 31, n. 2, 2011.
- OLIVEIRA, Rafaela de S. O.; DE SOUZA, Ricardo G.; COLMAN, Rita de Cássia; MATTOS, Lisiane V. *Monitoramento Tecnológico dos Processos de Aproveitamento do Biogás como Fonte de Energia Renovável*. Salvador: v. 8, n 3, 2015.
- KUNTZ, Airton; DE OLIVEIRA, Paulo A. V. *Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás*. v. 15, n. 3.
- GUIMARÃES, Cláudio M. M.; GALVÃO, Viviane. *Análise da rede de colaboração científica sobre biogás*. v. 20, n. 2.
- KUNTZ, A.; GIROTTO, A. F.; MONTICELLI, C. J.; KICH, J. D.; FÁVERO, J. A.; LUDKE, J. V.; MORÉS, N.; ABREU, P. G.; SILVEIRA, P. R. S.. EMBRAPA. *Suínos e Aves. Produção Suínos. Manejo de Dejetos*. v. eletrônica, 2013.
- OLIVEIRA, P. A. V. de. (Coord.) *Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos*. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 188p. 1993.
- Fan, X., Li Z., Wang T., Yin F., Jin X. *Introduction to a large-scale biogas plant in a dairy farm*. International Conference on Digital Manufacturing & Automation, 2010.
-