

Estimativa do tamanho mínimo de rebanho para a implementação de sistema de geração de energia elétrica de 35 kWh, 150 kWh, 275 kWh e 590kWh, usando biogás como combustível para grupos geradores.

GONZAGA, D. A.¹, BARBOSA R. C. ²

¹ Engenheiro de Controle e Automação, UFV, (31)3899-2732, gonzagaaugusto@gmail.com

³ Engenheiro de Controle e Automação, UFV, (31)3899-2732, rubenchristianbarbosa@hotmail.com

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: O Brasil é um grande produtor de suínos para exportação e para o abastecimento do mercado interno. Porém essa atividade possui um grande impacto ambiental devido à grande geração de resíduos. Os suínos, em média poluem, cada um, aproximadamente 4,5 vezes mais que um ser humano. Uma das soluções é a implementação de biodigestores para o tratamento desses resíduos, o que possibilita a geração de biogás para ser utilizado como combustível para grupos geradores de energia. Esse trabalho buscou elaborar um modelo matemático para estimar qual é o número ótimo de animais pertencentes a um rebanho de uma granja suína para a implementação de sistemas de geração de energia elétrica. Foram levantados dados de necessidade energética, enquadramentos tarifários, valores de investimento para a implantação e capacidade de produção dos sistemas. Após realizada a modelagem e utilizando o software Lingo 14.0 Versão Demo foram calculados os valores ótimos para o sistema de geração de energia. Os resultados obtidos pelas simulações quando comparados a casos reais se mostram bastante razoáveis, validando a modelagem. Os dados de tamanho de rebanho obtidos se mostraram razoáveis e factíveis se comparados a empreendimentos reais de Empreendimentos na região do vale do Piranga.

PALAVRAS-CHAVE: Biogás, suinocultura, sustentabilidade.

TITLE: Herd size estimation for the optimized implementation of power generation of 35 kWh, 150 kWh, 275 kWh and 590kWh system using biogas as fuel for generators.

ABSTRACT: Brazil is a major producer of pigs for export and for the domestic market supply . However, this has a large environmental impact due to the large waste generation. Pigs , on average pollute , each approximately 4.5 times more than a human being . One solution is the implementation of digesters for waste treatment , which allows the generation of biogas for use as fuel for power generators . This study sought to develop a mathematical model to estimate what is the optimal number of animals belonging to a flock of a swine for the implementation of power generation systems farm. Database of energy demand , tariff frameworks , investment values ​​for deployment and production capacity of the systems were raised . After you have made the modeling and using Lingo 14.0 software Demo Version optimum values ​​for the power generation system were calculated . The results obtained by the simulations when compared to real cases appear quite reasonable , validating the modeling. The herd size data obtained were reasonable and feasible compared to real ventures Developments in Piranga Valley region .

INTRODUÇÃO:

O Brasil é quarto maior produtor e exportador de carne suína no mundo, com 3% da produção, 11% das exportações e crescente inserção internacional. O desempenho brasileiro na década passada foi positivo, passando de 4% para 11% das exportações mundiais, com aproximadamente 530 mil toneladas exportadas em 2008. O mercado interno com mais de 191 milhões de habitantes e o seu dinamismo têm garantido uma sólida base de expansão da cadeia produtiva, sobretudo nos anos de retração da demanda (MIELE & MACHADO, 2010).

Porém a produção de suínos exige grande atenção por parte de órgão ambientais e dos empreendedores do ramo. A produção de suínos é uma atividade que gera grande quantidade

de resíduos devido ao grande volume de produção de dejetos pelos animais (GODOY JÚNIOR, et al., s.d.). A quantidade total de esterco produzida por um suíno varia de acordo com o seu desenvolvimento ponderal, mas apresenta valores decrescentes de 8,5% a 4,9% em relação a seu peso vivo/dia para a faixa de 15 a 100 kg. Cada suíno adulto produz em média de 0,21m³ a 0,24m³ de dejetos por mês (Embrapa EMATER/RS Suínos e Aves., 2002).

Uma solução para o controle dos impactos ambientais causados por esse processo produtivo é a implementação de biodigestores. Esses dispositivos são câmaras que realizam a fermentação anaeróbia da matéria orgânica produzindo biogás e biofertilizante. Processo da digestão anaeróbia consiste na transformação de compostos orgânicos complexos em substâncias mais simples, como metano e dióxido de carbono, através da ação combinada de diferentes microrganismos que atuam na ausência de oxigênio (Embrapa EMATER/RS Suínos e Aves., 2002).

O gás produzido pelo biodigestor é utilizado em motores a combustão interna de grupos-geradores para a produção de energia elétrica. O potencial de produção de energia é proporcional a produção de gás que por sua vez é proporcional ao número de animais da granja.

O cálculo da energia elétrica produzida a partir do biogás pode ser feito considerando a conversão realizada por meio de Motor Ciclo Otto e Microturbina. Considerou-se neste trabalho, como em Ferrarez, et al. (2010), a concentração de metano (CH₄) de 62%, o Poder Calorífico Inferior do biogás igual a 22600 kJ/m³.

A energia gerada deve ser aplicada inicialmente nos pontos de demanda do próprio empreendimento. Além dos benefícios de independência energética, deve-se levar em conta a economia de recursos proporcionada pela geração própria (EMBRAPA, 2006).

Analisando de forma global as instalações, de toda carga instalada em uma granja, normalmente, 76,7% do total se encontra em locais mais diretamente ligados ao processo produtivo e 23,3% no escritório e residências (Ferrarez, et al., 2010).

O consumo específico nas granjas é estimado por Talamini, et al. (2006), em 150 kwh por matriz alojada ao custo de 27 centavos e um custo anual de R\$ 3.402,00. Os gastos com energia e combustível foram estimados em 0,5% dos gastos com mão-de-obra, rações e conservação e reparos, perfazendo um total de R\$ 336,10 por lote, R\$ 0,67 por animal ou R\$ 0,006 por kg.

De acordo com Noronha & Gimenes (2008), o gasto específico com de energia em uma granja é de R\$2,16/animal e pelos dados levantados por Ferrarez, et al. (2010) pode-se chegar a relação de 3,560872kWh/animal mensalmente.

Coldebella et al. (2008), em seu estudo sobre a viabilidade da geração de energia elétrica através de um motor gerador, utilizando biogás da suinocultura, conclui que o tempo de retorno do investimento em geração de energia própria torna-se atrativo com o uso intensificado do sistema nos empreendimentos. Porém ele considera necessário que as concessionárias adquiram o excedente de energia produzida

MATERIAL E MÉTODOS:

Neste estudo foram realizadas quatro simulação de sistemas de geração de energia elétrica a partir de biogás. Esses sistemas se baseiam na possibilidade de geração de energia dos geradores comerciais. Existem uma infinidade de grupos geradores de energia elétrica disponíveis no mercado. Os geradores utilizados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Grupos geradores comerciais utilizados na simulação

| Marca/Modelo | Preço |
|----------------------------------------------------------------|----------------|
| Grupo Gerador Geramac S35-CL à Diesel 35KVA - Trifásico 220V | R\$ 39.890,17 |
| Grupo Gerador de Energia à Diesel 150 Kva GBW150C- PRAMAC | R\$ 60.270,00 |
| Grupo Gerador de Energia à Diesel 275 Kva GSW275V- PRAMAC | 115.630,20 |
| Grupo Gerador de Energia à Diesel 590 Kva GSW590V- PRAMAC | R\$ 244.902,00 |

Como os geradores são a diesel e são adaptados para que funcionem com biogás, o seu rendimento cai. Esse fato se deve ao menor rendimento do biogás em relação ao óleo diesel. De acordo com Coldebella, et al. (2008), a utilização do biogás como recurso energético se deve ao conteúdo de metano (CH₄) em sua composição. Em condições normais (PTN) tem um poder calorífico inferior (PCI) de 9,9 kWh/m³. A equivalência média do gás em relação ao diesel é de 0,56325, e o consumo médio por um motor de combustão interna é de 0,45m³/HP/h.

Com base na capacidade de geração dos grupos-geradores de energia foram calculadas as necessidades de produção de biogás, o tamanho de rebanho e volume do biodigestor. Além desses dados foram calculados também a o volume de produção de resíduos, necessidade energética, o e investimento necessário para a implementação do biodigestor e do grupo-gerador. O biodigestor utilizado para este estudo, assim como por Noronha & Gimenes (2008), é o com gasômetro de PVC, modelo Sansuy, cujas especificações técnicas foram dadas pela EMBRAPA Suínos e Aves, tendo como preço de referência R\$ 150,00/m³ da câmara de digestão. Como método de otimização foi utilizado o método de Programação por Restrições explicado no item Método de Otimização. Para este estudo utilizou-se os dados de consumo específico de Noronha & Gimenes (2008) e de distribuição de gasto com energia de Ferrarez, et al. (2010), como base de cálculo para o consumo energético da granja. O objetivo do modelo foi de minimizar os custos envolvidos na implementação desse sistema e encontrar o número mínimo para o rebanho em cada caso. O software utilizado na otimização do problema foi o Lingo 14.0 Versão Demo. O Lingo é um software para otimização de problemas lineares e não lineares, programação linear entre outros problemas da pesquisa operacional. Este software permite utilizar uma sintaxe específica para modelagem de problemas de forma concisa e simples. A função objetivo da modelagem é representada por:

Equação 1 - Função Objetivo

Min : C1 +C2 +C3 -C4;

C1 - custo mensal de capital do de geração de energia

C2 – custo do grupo-gerador

C3 - custo do biodigestor

C4 - receita mensal da venda de energia

As restrições foram elaboradas em relação as características levantadas com base na literatura. As restrições abordaram características como capacidade de produção de biogás, rendimento dos grupos-geradores, consumo dos grupos geradores, sua capacidade de geração de energia e seus custos.

RESULTADOS E ANÁLISES

Os resultados obtidos pelas simulações quando comparados a casos reais se mostram bastante razoáveis. Porém alguns valores se mostram incompatíveis para uma análise válida. Um desses valores é o de necessidade energética de uma granja de suínos.

Equação 2 - Resultados da simulação

| | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|
| | Caso 1 | Caso 2 | Caso 2 | Caso 4 |
|--|--------|--------|--------|--------|

| | | | | |
|--------------------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Potencia Gerada (Wh) | 35000 | 150000 | 275000 | 590000 |
| Necessidade energética (Wh) | 5837,65 | 29637,29 | 51195,83 | 118550,90 |
| Volume de gás gerado (m ³ /ano) | 101091,9 | 513235,7 | 886569,8 | 2052973 |
| Tamanho do rebanho | 1330 | 6750 | 11659 | 26998 |

Os valores de potência necessária para cada empreendimento apesar de ter sido estimado com base na literatura se mostrou a quem da necessidade real. Essa demanda na maioria das vezes varia de acordo com as instalações, as características construtivas, e características de manejo e gerenciamento de energia. Outro dado que necessita de um melhor levantamento de informações para sua especificação é o valor de implantação de biodigestores. Realizar cálculos baseados em estimativas é uma alternativa para métodos de otimização, porém quanto mais reais as informações mais factíveis são os resultados da otimização. Apesar disso os dados de tamanho de rebanho se mostraram razoáveis e factíveis se comparados a empreendimentos reais. Nota-se que houve em todos os casos uma proporcionalidade entre os valores. Isso garante a validade dos resultados entre si, de forma a manter o padrão de comportamento de crescimento dos valores em reação ao comportamento de crescimento do valor de investimento.

CONCLUSÃO

O modelo se mostrou útil para realização de estimativas de tamanho de rebanho necessário para a implantação de geradores de energia elétrica em granjas alimentadas a partir de biogás. Os valores levantados para a realização da modelagem se mostraram razoáveis porém há a necessidade de uma melhor pesquisa em relação aos valores de custo de implantação de biodigestores e em relação aos valores de necessidades energéticas da granja. Esses valores além de possibilitarem a elaboração de um modelo mais real possibilita também a realização de análises de viabilidade e planejamento econômico. O modelo se mostrou bastante interessante para estudos de caso, visto que, para este tipo de pesquisa os valores mensurados em cada caso podem ser aplicados ao modelo obtendo assim soluções bastante precisas.

REFERÊNCIAS

- Coldebella, A., Souza, S. N. M. d., Ferri, P. & Kolling, E. M., 2008. *Geração de energia elétrica através de um motor gerador utilizando biogás da suinocultura*. Paranaguá: s.n.
- Embrapa EMATER/RS Suínos e Aves., 2002. *Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos*. Porto Alegre: Boletim Informativo BIPERS.
- EMBRAPA, 2006. *Boas Práticas de Produção de Suínos*, Concórdia: EMBRAPA.
- Ferrarez, A. H., Filho, D. O. & Teixeira, C. A., 2010. *INDEPENDÊNCIA ENERGÉTICA DE GRANJA SUINÍCOLA A PARTIR DO USO DE BIOGÁS*, Viçosa: Engenharia na agricultura.
- Godoy Júnior, E., Carrocci, L. R. & Silveira, J. L., s.d. *Biodigestores associados a sistema de cogeração para o aproveitamento do biogás produzido a partir de resíduos de suinocultura*. Guaratinguetá: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP Campus de Guaratinguetá – Departamento de Energia.
- Miele, M. & Machado, J. S., 2010. *Panorama da carne suína brasileira*. [Online] Available at: http://www.agroanalysis.com.br/especiais_detalle.php?idEspecial=54
- Noronha, A. C. G. d. & Gimenes, R. M. T., 2008. *MENSURAÇÃO DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE BIODIGESTORES NA SUINOCULTURA*. Ribeirão Preto: V Encontro de Pesquisadores Latino-americanos de Cooperativismo.
- Talamini, D. J. D., Martins, F. M., Arboit, C. & Wolozim, N., 2006. *Custos agregados da produção integrada de suínos nas fases de leitões e de terminação*. Concórdia: Custos e @gronegócios on line.