

GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO BIOGÁS

ELECTRICITY GENERATION FROM BIOGAS

DAIANA G. MARTINEZ^{1*}

DANILO S. KITAMURA²

FELIPE P. SILVA²

SAMUEL N.M. SOUZA²

RAFAELA K. BASTOS²

CASSIA R.B. SOUZA²

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o sistema de geração de energia elétrica, através do uso do biogás proveniente de uma unidade produtora de suínos, localizada no município de São Miguel do Iguacu, levando em consideração os aspectos relacionados ao consumo de biogás e geração de eletricidade. Foi utilizado um medidor de fluxo visando à contabilização da vazão de Biogás, utilizou-se GCP-22 que é o equipamento de controle e proteção do gerador, à aquisição de dados também foi realizada através de analisadores de energia. Estes analisadores registram a produção/consumo de energia em um intervalo de tempo de 15 minutos. Observou-se que o mês de maio teve o maior consumo, chegando a aproximadamente 18 mil m³ de biogás. Avaliando o período, a energia total gerada do conjunto moto gerador obteve um valor aproximado 110,3 MWh. O consumo de energia da propriedade foi de 55 MWh, sendo 16,8 MWh consumido da rede de distribuição. A energia excedente exportado para a rede de distribuição foi de aproximadamente 72 MWh. A geração média no período foi de 605,93 kWh. A média do consumo de biogás pelo conjunto moto gerador foi de 49,3 Nm³.h.

Palavras-chave: biogás, energia elétrica, geração distribuída.

¹ UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura. Rua Universitária, 2069, Cascavel, Paraná, Brasil. daiana.gmartinez@yahoo.com.br

² UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the system of electricity generation through the use of biogas from a swine production unit, located in the municipality of São Miguel do Iguaçú, taking into account aspects related to consumption of biogas generation electricity. A flow meter aiming at recording the flow of biogas was used, it was used GCP-22 is the control equipment and generator protection; data acquisition is also performed using energy analyzers. These analyzers record production / consumption in a time interval of 15 minutes. It was observed that the month of May had the highest consumption, reaching approximately 18 m³ of biogas. Evaluating the period, the total energy generated from bike generator set obtained an approximate value 110.3 MWh. The power consumption of the property was 55 MWh, and 16.8 MWh consumed in the distribution network. The surplus energy exported to the distribution network was approximately 72 MWh. The average generation for the period was 605.93 kWh. The average consumption of biogas generator set by bike was 49.3 Nm³.h.

Keywords: biogas, energy, distributed generation.

INTRODUÇÃO

A energia tornou-se indispensável à sociedade, com uso nas mais variadas atividades, multiplicando a sua demanda a cada ano. O uso das fontes alternativas de energia passou a ter um crescimento ininterrupto e, no mundo todo, vários programas e pesquisas começaram a ganhar espaço, mostrando a necessidade de se utilizar outros recursos geradores de eletricidade, como o aproveitamento de resíduos biomássicos oriundos das atividades industriais e rurais.

A biomassa, do ponto de vista energético, é o nome dado à matéria orgânica passível de ser utilizada para a geração de energia. Ela abrange tanto os biocombustíveis (como o etanol e biodiesel) como a bioenergia (resíduos orgânicos). Esta pode ser obtida da biomassa nova (estrupe, restos de ração e outros dejetos) e da biomassa velha (madeiras e palhas). A primeira é principalmente utilizada para gerar eletricidade a partir do biogás, acumulado em um gasômetro. A

segunda serve para gerar energia térmica, a partir da queima desses materiais.

O biogás proveniente da biodigestão destes resíduos é um combustível gasoso com um conteúdo energético elevado semelhante ao gás natural. Este combustível pode ser utilizado para geração de energia elétrica, térmica ou mecânica em uma propriedade rural. Contribuindo desta forma para redução dos custos de produção. Para assegurar um aproveitamento com viabilidade econômica e técnica, é necessário o monitoramento contínuo dos parâmetros do processo, através de sensores, instrumentos e equipamentos de comunicação. O monitoramento permite a gestão efetiva das condições operacionais da unidade, e também fornece informações para a realização de manutenções e ajustes.

Diante do contexto apresentado, o presente estudo teve como objetivo monitorar o consumo e a geração de biogás em unidade produtora de

suínos, ao longo de um mês, utilizando equipamentos e sensores

para verificar parâmetros envolvidos neste processo.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado no período de Janeiro de 2012 à Junho de 2012. O local de escolhido para a coleta de informações está localizado na área rural do município de São Miguel do Iguaçu, estado do Paraná. A localização do município está apresentada na Figura 1.

O município de São Miguel do Iguaçu está localizado na região oeste do Paraná e possui um clima subtropical úmido com verões quentes e pouca ocorrência de geadas no inverno. O mês mais frio é julho, com temperaturas médias entre 14 e 16°C, e o mês mais quente é fevereiro, com temperaturas entre 25 e 35°C, possuindo uma temperatura média anual de 22°C (SÃO MIGUEL DO IGUAÇU, 2012).

A propriedade suinícola escolhida chama-se Granja São Pedro, também chamada de Granja Colombari, e é atualmente administrada pela família do Sr. José Carlos Colombari. “A Granja São Pedro está localizada nas coordenadas geográficas 25°29’53” S e 54°13’29” O, com aproximadamente 250 m de altitude.

A atividade de suinocultura utiliza uma área de aproximadamente 50 hectares da propriedade, juntamente as Áreas de Preservação Permanente (APP’s) e Reserva Legal (RL). Os outros 200 hectares da propriedade são destinados à agricultura. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra uma vista área de parte da propriedade.

MEDIÇÃO DO FLUXO DE BIOGÁS

Para que se possa avaliar o potencial de produção de biogás nos biodigestores e consumo de biogás nos motores de combustão interna é necessária à instalação de medidores de fluxo. O fluxo de biogás foi medido na tubulação que sai do biodigestor até o grupo moto gerador a cada 15 minutos e armazenado em data logger.

Paralelamente, foi anotado manualmente durante as visitas o valor totalizado do consumo de biogás, buscando obter uma média de consumo por dia dos grupos moto gerador.

O medidor utilizado é da marca Magnetrol, modelo Thermatel TA2, e consiste em um transmissor de vazão mássica através de dispersão térmica. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra o medidor de fluxo de biogás utilizado.

PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE

A coleta de informações que envolvem a produção de energia elétrica é importante, pois uma relação do consumo de biogás e geração de energia pelo conjunto moto gerador pode-se avaliar a eficiência do sistema, e assim, verificar a viabilidade da utilização do biogás.

O GCP-22 (Controlador de Grupo Gerador) é o equipamento de controle e proteção do gerador e está presente no painel do SMCP (Sistema de Monitoramento, Controle e Proteção). Com ele é possível obter informações de algumas grandezas elétricas, tais como: Tensão instantânea (fase-neutro/fase-fase),

corrente instantânea em cada fase, potência ativa instantânea, fator de potência, energia total acumulada, entre outras. A coleta de algumas dessas informações é realizada pelos operadores de cada unidade, durante as manutenções preventivas, manutenções corretivas ou defeitos em equipamentos que envolvem o SMCP e o conjunto moto gerador.

Juntamente com as informações obtidas no GCP, a aquisição de dados é também realizada em analisadores de energia. Estes analisadores registram a produção/consumo de energia em um intervalo de tempo de 15 minutos.

Na Unidade Granja Colombari (UGC) foram utilizados dois analisadores de energia da marca RMS, modelo MARH-VI (**Erro! Fonte**

de referência não encontrada.). Um analisador foi instalado na saída do gerador, com intuito de realizar as medições e registros, do montante da potência instantânea gerado pelo conjunto moto gerador. O outro analisador foi instalado no quadro de distribuição de carga da propriedade, realizando as medições e registros periodicamente, da montante de potência consumida pela propriedade. A partir dessas duas informações, é possível realizar uma análise quantitativa, do excedente de energia elétrica da propriedade, que está sendo injetada na rede de distribuição em um dado período do dia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CONSUMO DE BIOGÁS

A medição do consumo de biogás iniciou-se somente no final do mês de janeiro com a instalação de um registrador de dados. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra o consumo mensal aproximado do conjunto moto gerador nos meses de janeiro a junho de 2012.

O mês de maio teve o maior consumo, chegando a aproximadamente 18 mil m³ de biogás. O mês de janeiro teve o menor consumo, porém neste mês houve um período menor medido como já mencionado.

No mês de fevereiro houve uma parada para manutenção do motor, e no mês de março por alguns dias houve problemas no registro dos dados pelo data logger. O consumo aumentou consideravelmente em abril quando o conserto na lona que

cobria o biodigestor preveniu o vazamento e conseqüentemente houve um aproveitamento total desse gás para geração de energia elétrica.

GERAÇÃO DE ENERGIA

A unidade conta com um conjunto motor gerador do fabricante Leão Energia (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), motor MWM 6.12T e potência instalada de 105 kW.

Atualmente a unidade opera com potência instantânea de geração de 70 kW. O funcionamento do conjunto motor gerador está estimado em 14 horas diárias.

Segundo Coldebella et al. (2006), a utilização do biogás como recurso energético se deve ao metano, quando puro em condições normais de pressão (1 atm.), tem um poder calorífico inferior de 9,9 kWh/m³. O biogás com um teor de

metano entre 50 e 80% terá um poder calorífico entre 4,95 e 7,92 kWh/m³.

O poder calorífico inferior do biogás é de 6,5 kWh/m³ e a eficiência de conversão do biogás em energia elétrica com grupos geradores (motores ciclo Otto) é de aproximadamente 25% (CCE, 2000).

A Erro! Fonte de referência não encontrada.¹ apresenta os dados relacionados ao montante de energia acumulada e o total de horas trabalhadas, registrada no GCP-22, entre o período do dia 09/11/2011 e 30/06/2012.

A partir dos dados contidos na Tabela 1, é possível realizar a contabilização dos montantes de energia produzida e do total de horas trabalhadas entre o período de verificação. O resultado desta análise é apresentado na Tabela 2.

Além dos montantes de energia visualizados no GCP-22, as grandezas de energia elétrica da geração e do consumo, foram monitorados e registrados através de dois analisadores de energia, com taxa de amostragem de 15 minutos.

A Erro! Fonte de referência não encontrada.**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, apresenta o gráfico com a montante de energia produzida pelo gerador e da energia consumida na propriedade. Os registros realizados pelos analisadores de energia foram obtidos a partir do dia 01/01/2012. Em cada mês foram divididos em quatro períodos, e cada período equivale a sete ou oito dias.

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, é possível observar que as colunas referentes à energia consumida (em vermelho), apresentam uma pequena oscilação ao longo do tempo. No caso da

energia gerada (em azul) a não linearidade é mais visivelmente observada em relação à energia consumida, devido a anomalias até que venha ocorrer nos sistemas envolvidos, sendo, no sistema ambiental, no sistema mecânico e/ou no sistema elétrico. Observa-se que, no 4º período de fevereiro (22/02 – 29/02) a geração de energia foi inferior ao consumo da propriedade, o fator impactante na geração, relacionou-se com a válvula borboleta, que controla a entrada do biogás no motor, impedindo o seu acionamento. No 4º período de junho (24/06 – 30/06) não houve energia gerada, devido a anomalias na placa reguladora de tensão do gerador, impedindo a sincronização do conjunto motor gerador com a rede de distribuição, mantendo o conjunto fora de operação.

Durante o 2º período de abril foi realizado reparos na lona do biodigestor 01, aumentando a disponibilidade do biogás, e por consequência aumentando a rotina de operação do motor. O que pode ser observado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, um aumento significativo na geração a partir desse período.

A Tabela 3, apresenta as grandezas de energia estimadas, de cada mês da unidade.

Avaliando o período, a energia total gerada do conjunto moto gerador obteve um valor aproximado 110,3 MWh. O consumo de energia da propriedade foi de 55 MWh, sendo 16,8 MWh consumido da rede de distribuição. A energia excedente exportado para a rede de distribuição foi de aproximadamente 72 MWh. A geração média no período foi de 605,93 kWh.

A média do consumo de biogás pelo conjunto moto gerador (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), foi de $49,3 \text{ Nm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, com uma produção fixada em 70 kWh, pode-se calcular a relação de consumo de biogás, chegando a um

valor de 1,41 kWh para cada m^3 de biogás, ou ainda $0,704 \text{ m}^3$ de biogás por kWh de energia, conforme a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** esta relação permite que se verifique a eficiência do sistema.

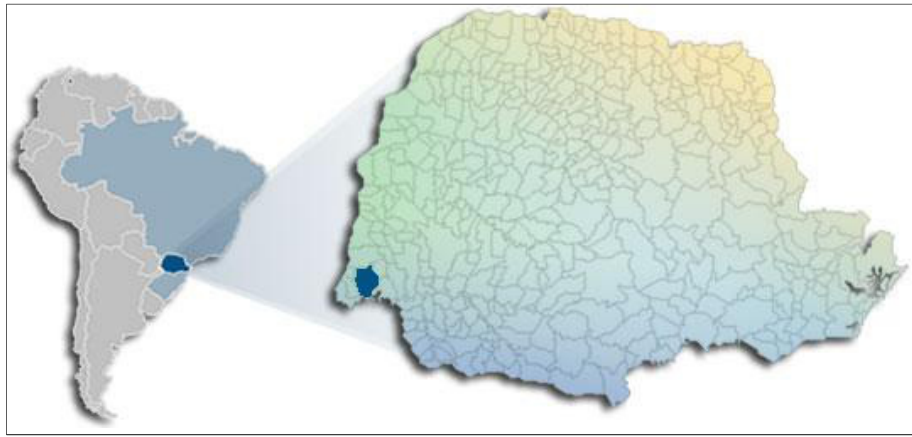


FIGURA 1 – Localização São Miguel do Iguçu



FIGURA 2 – Vista aérea da propriedade rural



FIGURA 3 - Medidor de fluxo de biogás



FIGURA 4 - Analisador de energia MARH – VI

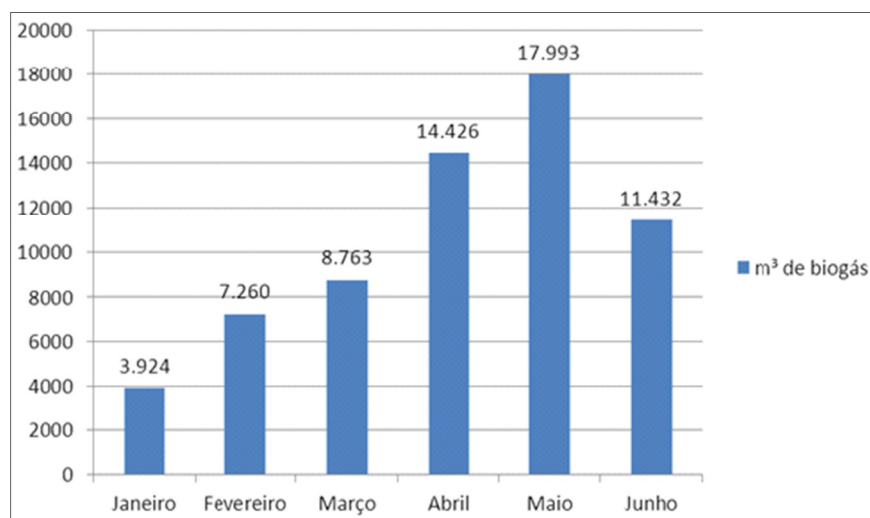


FIGURA 5 - Consumo mensal aproximado de biogás



FIGURA 6 - Motor gerador UGC

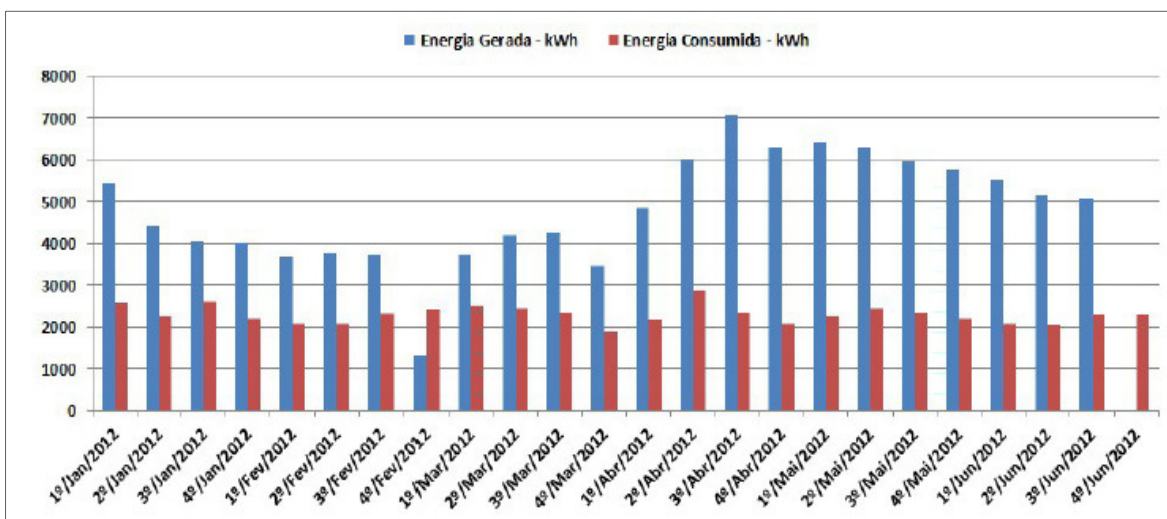


FIGURA 7 - Balanço entre energia gerada e energia consumida

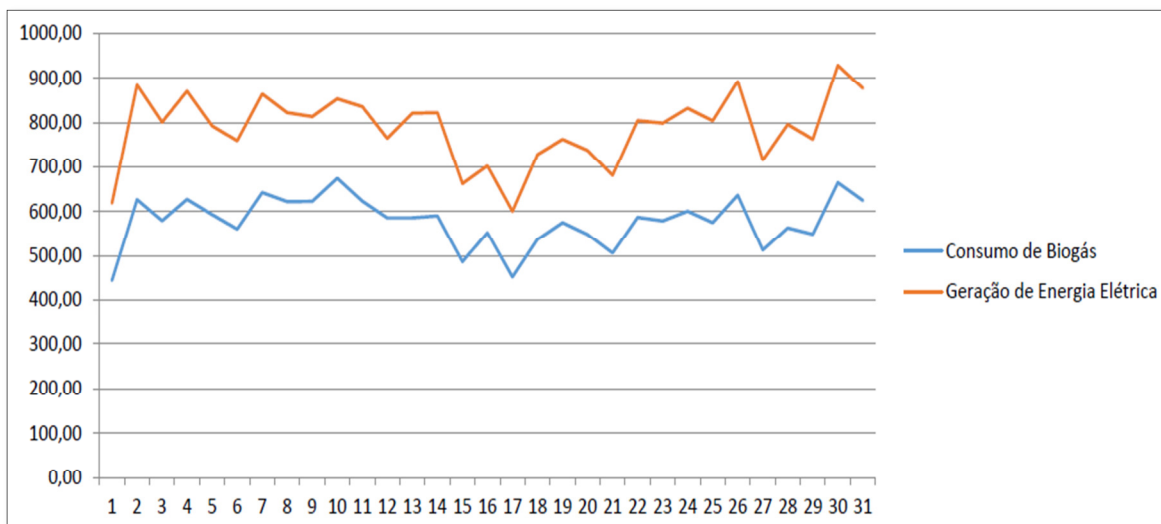


FIGURA 8 - Relação kWh.m³

TABELA 1 – Valores verificados no GCP - 22

| Data | Sistema de Medição | Parâmetros | Leituras |
|------------|--------------------|----------------------------|----------|
| 09/11/2011 | GCP-22 | Energia acumulada - kWh | 206.250 |
| | | Total de horas trabalhadas | 3.933 |
| 30/06/2012 | GCP-22 | Energia acumulada | 341.089 |
| | | Total de horas trabalhadas | 5.905 |

TABELA 2 – Valores contabilizados no período

| Período | Energia produzida - kWh | Quantidade de horas trabalhadas |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 09/11/2011 – 30/06/2012 | 134.839 | 1.972 |

TABELA 3 – Valores mensais de energia

| | Jan/2012 | Fev/2012 | Mar/2012 | Abr/2012 | Mai/2012 | Jun/2012 |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Energia gerada - kWh | 17.896,72 | 12.454,32 | 15.649,95 | 24.159,53 | 24.404,64 | 15.713,82 |
| Energia evitada - kWh | 6.956,29 | 4.891,75 | 6.066,26 | 7.928,47 | 7.625,92 | 4.772,21 |
| Excedente de energia - kWh | 10.940,43 | 7.562,57 | 9.583,69 | 16.231,06 | 16.778,72 | 10.941,60 |
| Consumo da rede - kWh | 2.622,35 | 4.008,39 | 3.122,60 | 1.544,31 | 1.633,66 | 3.904,38 |
| Energia média gerada - kWh | 577,31 | 429,46 | 504,84 | 805,32 | 787,25 | 523,79 |

CONCLUSÕES

O interesse no aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados nas suinoculturas tem aumentado, pelo aproveitamento energético do biogás indicando a existência de um potencial para que se desenvolvam métodos que possibilitem às propriedades tornarem-se energeticamente independentes.

No trabalho ficou evidenciada a importância da coleta biogás em

biodigestores, para análise e avaliação da eficiência do biogás em seu conteúdo energético aproveitado na própria atividade, em aquecimento, geradores de energia elétrica. Observou-se também que a relação entre consumo de biogás e geração de energia elétrica atenderam os valores descritos pelo fabricante, mostrando assim, a eficiência do sistema.

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos à Itaipu Binacional por auxílio nas análises realizadas e pelo enorme incentivo à pesquisa. E ainda, ao presente periódico (BIOENG) por propiciar a discentes e

docentes de programas de pós graduação à oportunidade de publicação em um curto intervalo de tempo, com extrema atenção, fazendo-os estimulados a seguir escrevendo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CCE – Centro para Conservação e Energia. *Guia Técnico de Biogás*. Amadora – Portugal, 2000.

COLDEBELLA, A. *Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais*. Cascavel, 2006. 74p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel.