

## **Operação de grupo gerador a biogás na geração de energia elétrica**

Danilo Sey Kitamura<sup>1</sup>, Carlos Eduardo Camargo Nogueira<sup>1</sup>, Felipe Pinheiro Silva<sup>1</sup>, Samuel Nelson Melegari de Souza<sup>1</sup>, Antonio Marcos Massao Hashisuca<sup>2</sup>, Dangel Maria Fernandes<sup>3</sup>, Otávia Lídia Klaus<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, PPGEA – Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, Rua Universitária, 2069, CEP: 85819-110, Cascavel – PR  
dankitamura@gmail.com

<sup>2</sup>Instituto de Tecnologia Aplicada e Inovação - ITAI - Foz do Iguaçu – PR

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, PPGA – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Marechal Cândido Rondon - PR

**Resumo:** A biomassa residual proveniente da agroindústria pode ser tratada por biodigestores, que apresenta como produto energético, o biogás. Uma das formas de aproveitamento do biogás é na alimentação de motores a combustão interna, para a geração de energia elétrica. A proposição deste trabalho foi avaliar o desempenho de um grupo gerador a biogás, quanto a operação e geração de energia elétrica. Para a análise dos parâmetros elétricos e operacionais, foram utilizados dois analisadores de energia. O resultado obtido do balanço energético, no período de seis meses de análise, foi o excedente 72 MWh, que pelo contrato de compra e venda é comercializada com a concessionária de energia elétrica.

**Palavras-chave:** Biomassa, Suinocultura, Balanço Energético

### **Operation of a biogas engine generator in power generation**

**Abstract:** The residual biomass from the agroindustry can be treated by digesters, which have the biogas as an energetic product. One of the forms of biogas exploitation can be as fuel for internal combustion engines in order to generate electricity. The proposition of this study was to evaluate the performance of a biogas engine generator, the operation and generation of electricity. To analyze the electrical and operational parameters were used two energy analyzers. The result of the energy balance within six months of analysis was the surplus of 72 MWh, which has been commercialized by a contract with the electric utility.

**Keywords:** Biomass, Swine, Energy Balance

### **Introdução**

Em virtude do constante crescimento do consumo de energia elétrica, da preocupação com os impactos ambientais e da reestruturação do setor elétrico nacional, o uso de fontes alternativas de energia com saneamento ambiental tornou-se mais atrativo para os órgãos públicos e privados, assim como para as instituições de pesquisa.

O Paraná possui o terceiro maior rebanho nacional de suínos, representado por 13,9%, enquanto o Rio Grande do Sul é o segundo com 14,4% e Santa Catarina possui o maior rebanho com 20,3% de todo efetivo nacional (IBGE, 2011).

A região oeste paranaense se destaca no efetivo de suínos no cenário nacional, com destaque para os municípios de Toledo e Marechal Cândido Rondon, com 455 mil e 330 mil, respectivamente (IBGE, 2011).

A suinocultura é uma atividade de grande potencial poluidor por gerar um grande volume de dejetos, fato decorrente do sistema de criação por confinamento trazer um aumento de volume e concentração de dejetos em pequenas áreas (Roesler e Cesconeto, 2003).

Neste caso, os biodigestores destacam-se como uma das opções de tecnologias para o tratamento e reaproveitamento dos dejetos suínos (Capatan, 2011).

O manejo do biodigestor é uma das práticas que requer muita atenção quando se trata da utilização do biogás, pois, um manejo inadequado pode comprometer todo o sistema de utilização deste gás (Kunz, 2006).

O biogás é composto por uma mistura de gases que tem sua concentração determinada pelas características da biomassa e condições de funcionamento do processo de digestão. É constituído principalmente por metano ( $\text{CH}_4$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e alguns outros gases em menores proporções como nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), hidrogênio ( $\text{H}_2$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ), dentre outros (Coldebella et al., 2008).

A Tabela 1 apresenta a equivalência energética de  $1 \text{ m}^3$  de biogás com um poder calorífico de 5.500 kcal, quando comparados com valor energético de outros combustíveis.

**Tabela 1.** Equivalência energética do biogás

$1 \text{ m}^3$ de biogás	1,7 $\text{m}^3$ de metano
	0,8 l de gasolina
	1,3 l de álcool
	2,7 kg de madeira
	1,4 kg de carvão de madeira
	0,2 $\text{m}^3$ de butano

Fonte: Adaptado de Iannicelli (2008).

O potencial energético do biogás pode ser aproveitado na conversão em energia térmica, mecânica e elétrica.

No Brasil o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) criado pelo governo federal e coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), foi instituído com o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica produzidas por empreendimentos concebidos com base em fontes eólicas, biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) no Sistema Elétrico Interligado Nacional (MME, 2013).

O biogás resultante da digestão da biomassa é inflamável em função da quantidade de metano que contém, habilitando a característica para uso em motores a combustão interna, que acoplado em geradores produz energia elétrica (Bley Júnior et al., 2009).

Segundo Bechtold (2010), a manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação ambiental e custos adequados.

A complexidade de máquinas e equipamentos permitiram que o setor de manutenção se tornasse um forte aliado do setor produtivo, fato este que necessita cada vez mais de uma atuação rápida e eficaz do setor de manutenção (Bechtold, 2010).

### **Material e Métodos**

O estudo foi realizado no período de janeiro a junho de 2012. O local de estudo está localizado na área rural de São Miguel do Iguaçu, região oeste paranaense.

A propriedade rural Granja Colombari trabalha com o sistema de crescimento e terminação de suínos. Toda a biomassa contida nos galpões é encaminhada para o sistema de tratamento composto por dois biodigestores em série, modelo fluxo tubular. Estes biodigestores possuem uma tubulação que transporta o biogás gerado nos biodigestores a um grupo gerador para geração de energia e/ou para um *flare* destinado a queima do biogás.

O grupo gerador de 80 kW, opera em regime contínuo, conectado em paralelismo permanente com a rede de distribuição. A energia gerada é utilizada para suprir as demandas internas da propriedade e o excedente de energia gerada é injetado na rede de distribuição de energia local, que posteriormente é comercializada para a concessionária COPEL. Em determinados momentos o grupo gerador é desconectado da rede de distribuição, para as manutenções preventivas e corretivas, ou devido à baixa disponibilidade de biogás, permitindo que a propriedade consuma energia da distribuidora.

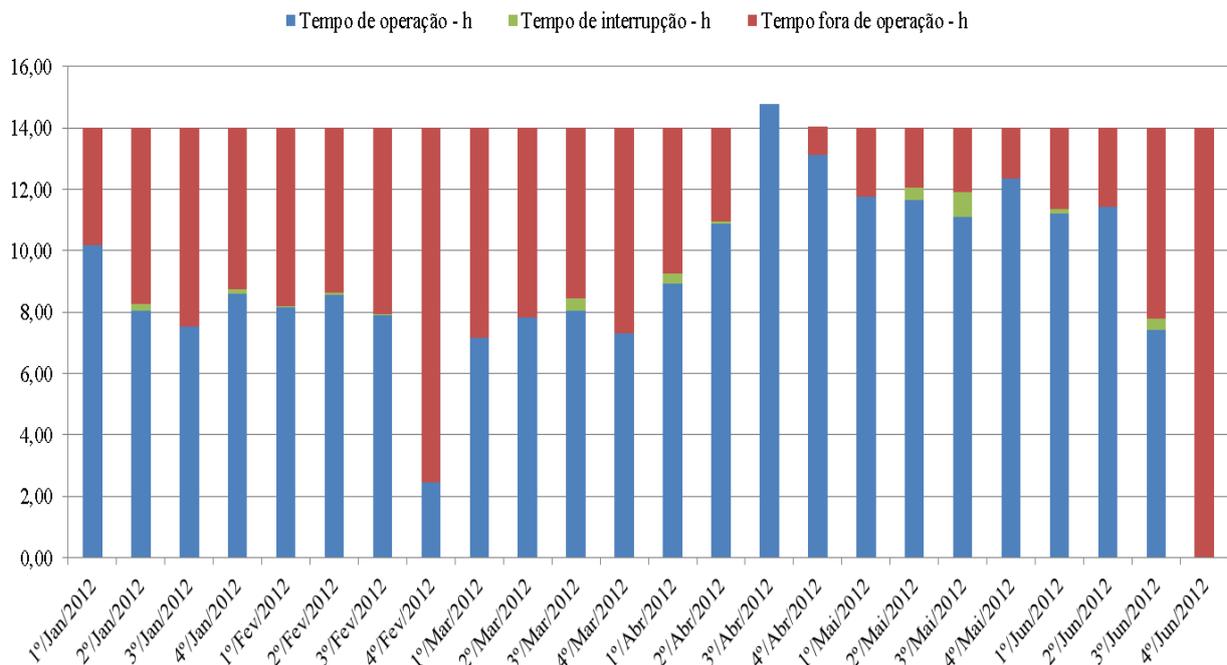
Para a análise dos parâmetros elétricos foram utilizados dois analisadores de energia, configurados em intervalos de 15 minutos para a realização dos registros. Um analisador foi

instalado na saída do gerador, com intuito de realizar as medições e registros da energia instantânea gerada pelo grupo gerador. O outro analisador foi instalado no quadro de distribuição de carga da propriedade, para realizar as medições e registros da energia consumida na propriedade.

### Resultados e Discussões

Conforme as análises dos parâmetros elétricos, a Figura 1 e Figura 2 demonstram que foi realizada a divisão de cada mês em períodos, sendo que, cada período equivale a sete ou oito dias.

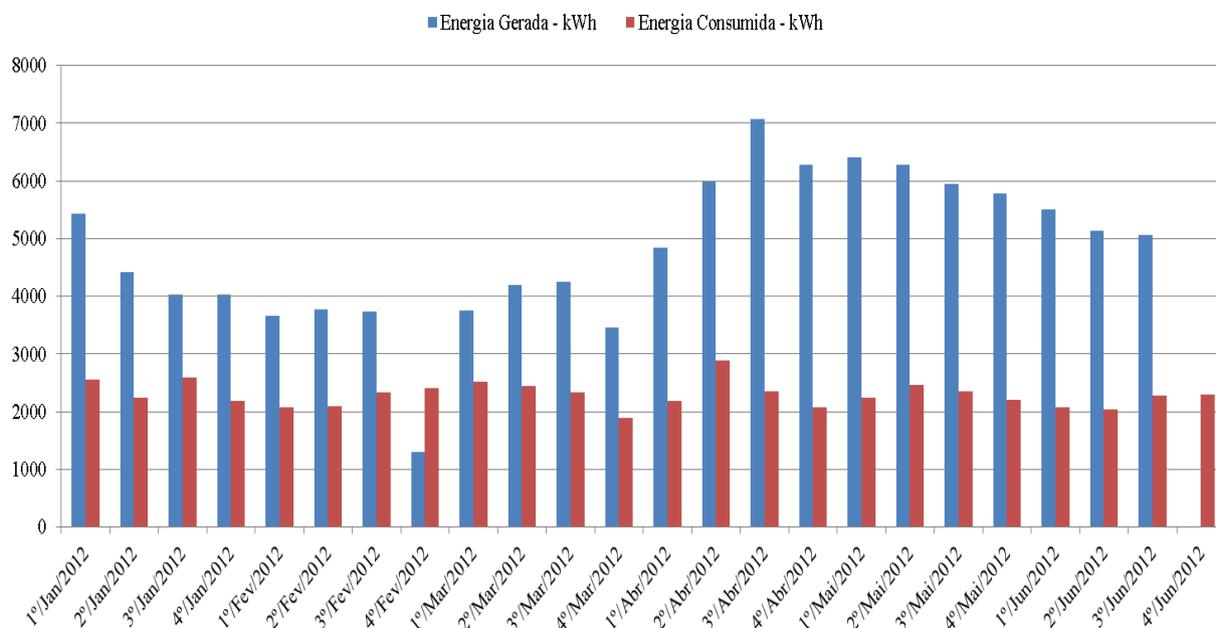
A Figura 1 apresenta o tempo médio de operação do grupo gerador em cada período, para uma estimativa de operação de 14 horas/dia. De acordo com os dados obtidos, constatou-se que no quarto período (fevereiro/2012) houve anomalia na válvula borboleta, impedindo a partida do grupo gerador. No segundo período (abril/2012) verificou-se que os biodigestores apresentavam danificações na manta (furos), resultando na baixa produção de energia.



**Figura 1.** Perfil de operação do conjunto gerador

Após as manutenções e reparações nos biodigestores notou-se que, nos períodos posteriores houve um aumento na operação do grupo gerador, bem como na geração de energia elétrica. E a partir do terceiro período (junho/2012) ocorreu uma anomalia na placa

reguladora de tensão do gerador, impedindo que o mesmo operasse em sincronismo com a rede. A Figura 2 apresenta o gráfico com o montante de energia produzida pelo gerador e da energia consumida na propriedade.



**Figura 2:** Gráfico comparativo entre a energia gerada e a energia consumida

A Tabela 2 apresenta o perfil de operação a partir do tempo total de operação (horas) e a operação média do grupo gerador (horas), conforme os meses analisados.

**Tabela 2.** Tempo de operação e a operação média do grupo gerador

Parâmetros	Jan/2012	Fev/2012	Mar/2012	Abr/2012	Mai/2012	Jun/2012
Tempo de operação - horas	266,50	192,00	235,25	354,00	362,50	233,25
Operação média – horas	8,60	6,62	7,59	11,80	11,69	7,78

Na Tabela 3 pode ser visualizada as grandezas de energia mensal, obtidas nos registros dos medidores de energia.

**Tabela 3.** Valores mensais de energia

<b>Energia Elétrica</b>	<b>Jan/2012</b>	<b>Fev/2012</b>	<b>Mar/2012</b>	<b>Abr/2012</b>	<b>Mai/2012</b>	<b>Jun/2012</b>
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

Constata-se que a operação do grupo gerador teve funcionamento por 1.643,50 horas, obtendo uma média de operação de 9,03 horas.

Quanto aos parâmetros de energia elétrica, a energia total gerada do grupo gerador obteve um valor aproximado de 110,30 MWh. O consumo de energia da propriedade foi de 55,00 MWh, sendo 16,80 MWh consumido da rede de distribuição. A energia excedente exportada para a rede de distribuição foi de aproximadamente 72,00 MWh.

Portanto, por mais que haja complexidade nos procedimentos da geração de energia elétrica, ressalta-se que para a operação do grupo gerador ser efetiva torna-se necessário ter conhecimento aprofundado nos processos produtivos e considerar informações consistentes que possam ser embasadas em planos de monitoramento para as tomadas de decisões. Neste sentido, as inovações e aperfeiçoamentos são ferramentas essenciais para as melhorias na otimização e eficiência do processo, de modo a buscar desempenhos ainda mais favoráveis para a viabilidade técnica econômica.

### Referências

BECHTOLD, M. J. **Manutenção Mecânica**. SENAI/SC: Florianópolis, 2010.

BLEY JÚNIOR, C. et al. **Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais**. 2. ed. Foz do Iguaçu/Brasília: ITAIPU BINACIONAL/FAO, 2009.

CAPATAN, A.; CAPATAN, D. C.; CAPATAN, E. A. **Formas alternativas de geração de energia elétrica a partir do biogás: uma abordagem do custo de geração da energia**. Custos e Agronegócio, UFRPE, v.7, 2011.

COLDEBELLA, A.; SOUZA, S. N. M.; FERRI, P.; KOLLING, E. M. **Viabilidade da geração de energia elétrica através de um motor gerador utilizando biogás da suinocultura**. Informe GEPEC, v.12, 2008.

ITAI - Instituto de Tecnologia Aplicada e Inovação. **Relatório de Acompanhamento das Unidades de Geração Distribuída**. Foz do Iguaçu, 2012.

MME - Ministério de Minas e Energia. O PROINFA. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/>>. Acesso em: 02 dez de 2013.

ROESLER, M. R.; VON B.; CESCNETO, E. A. **A produção de suínos e as propostas de gestão de ativos ambientais: o caso da região de Toledo - Paraná**. Informe GEPEC, v.7, n.2, 2003.

---

**Recebido para publicação em: 22/10/2013**

**Aceito para publicação em: 11/06/2014**