

# **VIABILIDADE ECONOMICA DE USO DO BIOGÁS DA BOVINOCULTURA PARA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE E IRRIGAÇÃO.**

**SAMUEL NELSON MELEGARI DE SOUZA<sup>1</sup>, ANDERSON COLDEBELLA<sup>2</sup>, JULIANO SOUZA<sup>3</sup>, ANA CAROLINE KOEHLER<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Engenheiro Mecânico, Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – Cascavel – PR, (0XX45) 3220-3175, e-mail: *ssouza@unioeste.br*

<sup>2</sup> Engº de Pesca, Mestrando, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – Cascavel – PR.

<sup>3</sup> Engº Mecânico, Bolsista CNPq, Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – Cascavel - PR.

<sup>4</sup> Ana Caroline Koehler, Bolsista CNPq, Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – Cascavel – PR.

**Escrito para apresentação no**

**XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**

**31 de julho a 4 de agosto de 2006 – João Pessoa - PB**

**RESUMO:** Com o aumento da demanda energética nos diversos setores de produção, a busca por fontes renováveis de energia que não causem impactos ambientais vem se tornando cada vez mais importantes. O Brasil é país que apresenta tradição no uso de fontes renováveis de energia, porém, por sermos um país tropical apresentamos um enorme potencial para produção de biomassa, seja ela vegetal, de resíduos industriais ou de dejetos gerados pela agroindústria. O tratamento dos efluentes via biodigestor, além de ser eficiente para evitar a degradação ambiental gera como subprodutos o biogás e o biofertilizante que podem tornar o produtor auto-suficiente em produção de energia através da cogeração e ainda reduz o custo da produção agrícola com o uso do biofertilizante na irrigação. A análise econômica voltada para redução dos gastos com energia elétrica propiciada pelo uso do biogás, mostra que o investimento é vantajoso e o tempo de retorno varia de acordo com a taxa de energia cobrada pela concessionária e o valor do investimento inicial. Usando o biogás para cogeração de energia elétrica e como combustível usado para irrigação o tempo de retorno do investimento pode ser de apenas 1,8 anos.

**PALAVRAS-CHAVE:** ENERGIA ELÉTRICA, BIOGÁS E BOVINOCULTURA.

## **ECONOMICAL VIABILITY OF THE USE OF BIOGAS FROM BOVINE CULTURE TO THE GENERATION OF ELECTRICAL POWER AND IRRIGATION.**

**ABSTRACT:** With the increasing of the power demand in many production sectors, the searching for renewable sources of energy, which won't cause environmental impacts, is becoming more and more important. Brazil is a country that shows tradition in the use of renewable sources of energy, but, because we are a tropical country we show a huge potential to the production of biomass, being it vegetal, from industrial residues or from residues generated by the agro industry. The treatment of effluents through biodigestor, besides being efficient to avoid the environmental degradation, generates as subproducts the biogas and the biofertilizer that can make the product self sufficient in production of energy through the co-generation and it also reduce the agricultural production costs with the use of biofertilizer in the irrigation. The economical analysis directed to the reduction of costs with electrical power propitiated by the use of biogass, shows that the investment is worthwhile and the time of return varies according to the rate of energy charged by the concessionary and the amount of the initial investment. Using the biogas to the generation of electrical power and as fuel used to the irrigation the time of return of the investment can be of only 1,8 years.

**KEY WORDS:** ELECTRICAL POWER, BIOGAS AND BOVINE CULTURE.

**INTRODUÇÃO:** As conquistas tecnológicas relacionadas ao setor agrícola estão diretamente relacionadas a alguma forma de energia, dentre elas, as mais comuns são a energia elétrica e os derivados de petróleo (KOLLING,2001). A energia elétrica é proveniente de uma fonte renovável de energia e é responsável por mais de 80% de toda eletricidade consumida no Brasil, seguida pelo etanol um derivado da cana-de-açúcar que pode ser utilizado puro ou misturado à gasolina (derivado do petróleo) para substituí-la (SOUZA et al.,2004). Apesar de já estarmos utilizando algumas fontes renováveis de energia, temos ainda fontes pouco exploradas tais como a energia solar, energia eólica e a biomassa. Por se tratar de um país tropical, o Brasil, apresenta potencial para produção de biomassa vegetal, além de produzir resíduos industriais e dejetos gerados pelas atividades agroindustriais. Os sistemas de confinamento de bovinos leiteiros geram um considerável volume diário de dejetos, que são compostos orgânicos de alto teor energético, ricos em matéria orgânica e agentes patogênicos (AMARAL, 2004). Estes dejetos são frequentemente utilizados como fontes de adubação de forragens, porém, quando aplicados sem tratamento aumentam o potencial de poluição. O processo de biodigestão anaeróbica é uma das alternativas utilizadas para o tratamento de resíduos, pois reduz o potencial poluidor, produz biogás e permite o uso do efluente com biofertilizante. Levando em consideração todos estes fatores, juntamente com a preocupação constante pela busca de fontes alternativas de energia, a cogeração de energia elétrica com uso de biogás vem se desenvolvendo com o passar dos anos, para tanto é importante e necessário se determinar o custo da energia produzida para que se possa otimizar o sistema.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo de caso se realizou em uma propriedade rural com confinamento de gado leiteiro, localizada no município de Toledo, região oeste do Paraná. A propriedade possui uma estrutura de confinamento com 72 cabeças de gado leiteiro, um sistema de tratamento de dejetos tipo biodigestor com 40x7x3m de comprimento, largura e profundidade respectivamente, um sistema de irrigação tipo pivô central cuja bomba é acionada por um motor alimentado à biogás que utiliza o biofertilizante produzido no biodigestor para irrigação e um sistema de cogeração de energia elétrica motor/gerador que também é alimentado pelo biogás resultante do tratamento dos efluentes. O motor utilizado na bomba tem 40cv de potência e o motor do gerador 30cv acoplado a um gerador de 44kWh em regime contínuo, mas que esta produzindo apenas 20kWh. Ambos os motores eram a gasolina e foram convertidos para o biogás. Para verificar a viabilidade do sistema de cogeração de energia elétrica e de irrigação, a análise econômica foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Souza et all. 2004, onde o custo de produção da energia elétrica esta relacionado ao capital investido na construção e manutenção do sistema, determinando-se o custo da cogeração da seguinte forma:

$$C_e = \frac{CAG + CAB}{PE} \quad (1)$$

Onde:  $C_e$  – Custo de energia elétrica produzida via biogás (R\$/kWh); CAB – Gasto anual com biogás (R\$/ano); PE – Produção de eletricidade pela planta de biogás (kWh/ano) e CAG – Custo anualizado do investimento no conjunto motor gerador (R\$/ano), sendo que:

$$CAG = CIG.FRC + \frac{CIG.OM}{100} \quad (2)$$

$$CAB = CB.CNB \quad (3)$$

Onde: CIG – Custo do investimento do motor gerador (R\$); OM – Custo com operação e manutenção (%/ano); CB – Custo do biogás (R\$/m<sup>3</sup>) e CNB – Consumo de biogás pelo conjunto motor gerador (m<sup>3</sup>/ano).

Para calcular a produção de eletricidade (PE), temos:

$$PE = Pot.T \quad (4)$$

Onde: Pot – Potência nominal da planta (kW) e T – Disponibilidade anual da planta (horas/ano).

O fator de recuperação de capital é dado por:

$$FRC = \frac{j \cdot (1 + j)^n}{(1 + j)^{n-1} - 1} \quad (5)$$

Onde: FRC – Fator de recuperação de capital; j – Taxa de desconto (%ano) e n – Anos para amortização do investimento.

O custo do biogás é calculado por:

$$CB = \frac{CAB}{PAB} \quad (6)$$

Onde: CAB – Custo anualizado do investimento no biodigestor (R\$/ano) e PAB – Produção anual de biogás (m³/ano).

$$CAB = CIB \cdot FRC + \frac{CIB \cdot OM}{100} \quad (7)$$

Onde: CIB – Custo de investimento no biodigestor (R\$).

Para avaliarmos a viabilidade de geração de energia elétrica, determinaremos o tempo de retorno do investimento (TRI):

$$TRI = \frac{\ln\left(-\frac{k}{j-k}\right)}{\ln(1+j)} \quad (8)$$

$$k = \frac{A}{CI} - \frac{OM}{100} \quad (9)$$

$$A = CI \cdot \left(FRC + \frac{OM}{100}\right) \quad (10)$$

Onde: CI – Custo de investimento no sistema biodigestor/motor-gerador (R\$); A – Gasto anual com energia elétrica adquirida na rede (R\$/ano); OM – Gastos com amortização e manutenção da planta (R\$/ano) e TRI – Tempo de retorno (anos).

Para efeito de cálculo foi utilizada uma taxa de desconto de 8% ao ano e para os gastos com operação e manutenção do sistema são considerados 4% do valor do investimento ao ano. Para se determinar o custo da cogeração e da irrigação é necessário se determinar os consumos de biogás pelos conjuntos motor/gerador e motor/bomba, os mesmos foram determinados com auxílio de um compressor, comprimindo o biogás tendo assim um volume conhecido do mesmo que posteriormente foi utilizado como combustível, determinando-se o consumo por cv/h. Para o sistema de cogeração se determinou a capacidade de produção da planta convertendo-a em economia gerada quando o produtor deixa de comprar energia da rede, enquanto que para o sistema de irrigação convertemos a energia mecânica produzida em economia com energia elétrica que seria comprada da rede.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Para o conjunto motor/gerador o consumo de biogás é de 0,646m³/cv, considerando que 1 kWh equivale a 0,7355cv, temos um consumo de 0,4751 m³/kWh. Segundo Santos (2000), 1 m³ de biogás é equivalente a 6,5 kWh de energia elétrica e a eficiência dos sistemas de cogeração varia entre 30 e 38%, ou seja, 2,0 – 2,5 kWh, o que condiz com os resultados encontrados neste estudo que foram de 32,3% de eficiência e 2,1 kWh/m³. O sistema de irrigação, conjunto motor/bomba apresentou um consumo de 0,977m³/cv, convertendo este valor em consumo por kWh temos 0,718m³/kWh que nos dá uma eficiência de 21% ou 1,39kWh/m³, o rendimento se torna menor pois o sistema gera energia mecânica e apresenta maiores perdas durante o processo. O custo da produção de energia elétrica via biogás estão diretamente relacionados aos tempos de amortização do investimento e de operação do sistema, para o caso da cogeração o custo do investimento é de R\$ 25.000,00 com o biodigestor e de R\$ 20.000,00 para o conjunto motor/gerador. O tempo de retorno do investimento para este sistema de produção de energia elétrica operando por 4 ou 10 horas por dia esta em função da tarifa de energia paga pelo produtor rural, (Figura 1). Quanto maior for a tarifa, menor será o tempo de retorno do investimento (TRI), para uma tarifa de R\$ 190,00/MWh o TRI seria de 8,6 e 4 anos para 4 e 10 horas de operação respectivamente, se considerarmos uma tarifa de R\$ 270,00/MWh com o sistema trabalhando 10 horas por dia o tempo de retorno cai para 2,6 anos que pode ser considerado um bom resultado. Souza et al. 2004, cita que o

tempo de retorno do investimento para uma propriedade rural com 258 matrizes de suínos, onde a implantação do biodigestor equivale a aproximadamente R\$ 200,00/suíno e o conjunto motor gerador cerca de R\$ 440,00/kW, é de 5,4 anos a uma tarifa de R\$ 130,00/MWh e um tempo de operação do sistema de 10 horas diárias.

FIGURA 1 – Tempo de retorno do investimento em sistema de geração de energia.

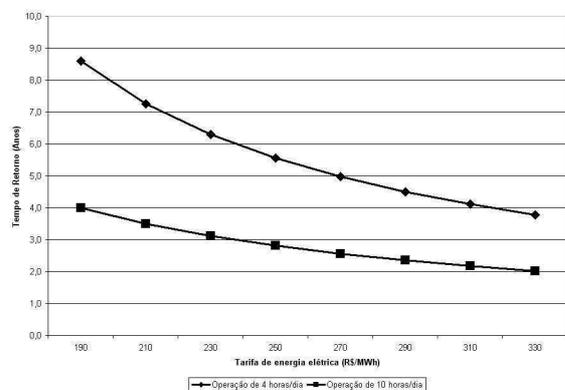
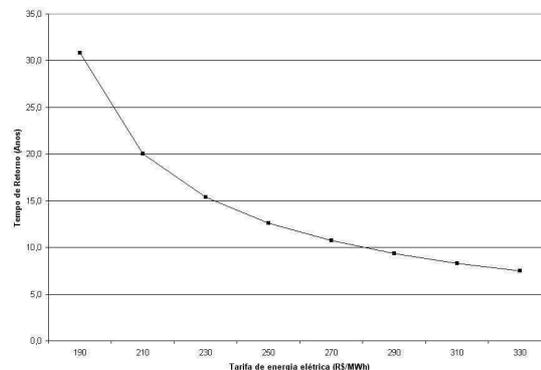


FIGURA 2 – Tempo de retorno do investimento para o sistema de irrigação.



O custo de implantação do sistema de irrigação é de R\$ 25.000,00 para o biodigestor e de R\$ 15.000,00 para o conjunto motor/bomba, se o sistema operasse com energia elétrica o consumo seria de 30 kWh e funcionaria durante 2,5 horas/dia, considerando a tarifa de R\$ 270,00/MWh o tempo de retorno para este investimento seria de 10,7 anos, (Figura 2). Se o produtor trabalhar com os dois sistemas em conjunto o investimento total seria de R\$ 60.000,00 e o TRI seria de 1,8 anos se o gerador operasse por 10 horas diárias e de 2,65 anos com tempo de operação do gerador de 4 horas diárias.

**CONCLUSÃO:** Somente a implantação de um sistema de cogeração de energia elétrica viabiliza o investimento do uso de biodigestores como forma de saneamento rural, com o sistema operando somente 4 horas por dia o tempo de retorno é de 5 anos. Maximizando o uso do biogás através da irrigação e trabalhando com o gerador durante 10 horas diárias o tempo de retorno do investimento pode chegar a 1,8 anos se a tarifa cobrada pela concessionária for de R\$ 270,00/MWh..

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, C. C., AMARAL, L. A., LUCAS JUNIOR, J., **Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica.** Cienc. Rural, vol.34, n°.6, p.1897-1902, ISSN 0103-8478, nov/dez., 2004.

KOLLING, E. M., **Análise de um Sistema Fotovoltaico de Bombeamento de Água.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2001.

SANTOS, P. **Guia Técnico de Biogás.** CCE – Centro para a Conservação de Energia, Portugal, 2000.

SOUZA, S. N. M., PEREIRA, W. C., NOGUEIRA, C. E. C., PAVAN, A. A., SORDI, A. **Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura.** Acta Scientiarum. Technology, Maringá, v.26, p.127-133, 2004.