

VIABILIDADE DA COGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM DEJETOS DE SUÍNOS EM FUNÇÃO DO PORTE DA GRANJA

FILIPPI H. RANDI¹; LEANDRO S. DE OLIVEIRA²; ISRAEL J. DA SILVA³; LUCIANO S. RODRIGUES⁴

¹ Graduando em Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia, UFMG, Belo Horizonte - MG

² Prof. Dr. em Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia, UFMG, Belo Horizonte - MG

³ Médico Veterinário, Prof. Dr., Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte - MG

⁴ Engenheiro Agrícola, Prof. Dr. Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte - MG, Fone: (0xx31) 3409-2097, lsantosrodrigues@gmail.com

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade econômica do uso de dejetos para produção de energia elétrica em granjas suínocolas. A utilização do biogás como recurso energético se deve ao metano, que tem um poder calorífico entre 4,95 e 7,92 kWh/m³. A estimativa de consumo anual de uma granja de suínos é de 150 kWh por matriz alojada. O custo de implantação de geradores adaptados para funcionar com biogás das empresas Cummins, ER-BR e Fockink foram utilizados neste trabalho. O cálculo do preço do investimento em reais por quilo-watt, foi obtido da divisão do valor total pela capacidade de fornecimento de potência de energia elétrica em regime contínuo. Com 700 matrizes em ciclo completo o TRI ocorre em 11,7 anos com o custo de energia elétrica de R\$0,0594, e uma economia anual de R\$26.177,57. Para 1000 matrizes o preço do Kw hora gerado é de R\$0,0538, e uma economia anual de R\$38.247,18. A viabilidade de sistemas de geração de energia pelo biogás foi acima de 700 matrizes neste ensaio com gerador de 152kW. O TRI foi menor que um ano e o custo do Kw hora produzido R\$0,06.

PALAVRAS-CHAVE: Biodigestores, efluente de suinocultura, fonte alternativa de energia.

FEASIBILITY OF CO-GENERATION OF ELECTRICITY WITH WASTE OF PIGS DEPENDING ON THE SIZE OF FARM

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the economic feasibility of using waste for energy production in pig farms. The use of biogas as an energy source is due to methane biogas has a calorific value of between 4.95 and 7.92 kWh / m³. The estimated annual consumption of a swine farm is 150 kWh per housed matrix. The cost of deploying generators adapted to run on biogas enterprises Cummins, ER and BR - Fockink were used in this study. The calculation of the price of investment in real per kilo - watt, was obtained by dividing the total value by the power supply capacity of electricity on a continuous basis. With 700 mothers in full cycle TRI occurs at 11.7 years with the cost of electricity of R\$ 0.0594, and annual savings of R\$ 26,177.57. For 1000 the price of matrices Kw hour generated is R \$ 0.0538, and annual savings of R \$ 38,247.18. The feasibility of power generation by biogas systems was above 700 mothers of this essay with 152kW generator. The TRI was less than a year and the cost of kW hour produced R\$ 0.06.

KEYWORDS: biodigesters, swine effluent, alternative energy source.

INTRODUÇÃO

Com o início da era industrial, o meio ambiente vem sendo drasticamente modificado pelo homem de diversas maneiras, criando ambientes artificiais e poluindo-o de forma que alguns seres vivos não consigam sobreviver. Vive-se uma crise quando se trata de meio ambiente. Diante desse crescimento desenfreado, surge a necessidade da conservação do meio ambiente e do bem estar das populações. Dessa forma, a comunidade científica se dedica cada dia mais a buscar alternativas no que se refere ao processo de tratamento de resíduos poluidores, como também buscar meios para a transformação destes em fontes renováveis de energia (SHELL, 2003).

Diminuir a dependência de combustíveis fósseis não renováveis e buscar soluções ambientalmente corretas, como a utilização da biomassa como fonte de energia, não apenas reduzirá os impactos globais pela queima de combustíveis fósseis como também contribuirá com a matriz energética dos países.

Nesse sentido, a implantação de técnicas voltadas para a minimização de impactos ambientais e a racionalização do uso da energia através de utilização de biodigestores no meio rural merece destaque, os quais se relacionam aos aspectos de saneamento e energia, além de estimularem a reciclagem orgânica de nutrientes.

O sistema de confinamento de suínos gera considerável volume diário de dejetos, que apresenta alto teor energético, ricos em matéria orgânica e agentes patogênicos. Esses dejetos são utilizados, frequentemente, como fontes de adubação, porém quando aplicados sem nenhum tratamento têm alto potencial poluidor (COLDEBELLA, 2006).

O processo de biodigestão anaeróbica é uma das alternativas utilizadas para o tratamento de resíduos, pois reduz o seu potencial poluidor, produz biogás e permite o uso do seu efluente como biofertilizante.

O biogás gerado pelos suínos é composto de 50-80% de gás metano (CH_4), um gás altamente prejudicial ao meio ambiente, mas pode ser reaproveitado de diversas maneiras, entre outras, no aquecimento e também como combustível para geração de energia elétrica.

Produzindo energia com recursos próprios e renováveis, a suinocultura pode se libertar da dependência da energia elétrica e de combustíveis fósseis, cujos custos estão cada vez mais elevados devido a sua escassez.

Além de uma obrigação legal com as entidades ambientais, o tratamento dos dejetos produzidos pode favorecer ao suinocultor diversos benefícios, tais como: 1) melhor aproveitamento da biomassa gerada (possui um pH mais adequado ao solo) utilizando-o como biofertilizante; 2) a possibilidade de despejo dos efluentes na natureza; 3) substituição dos principais combustíveis utilizados na granja (GLP, querosene, óleo diesel e energia elétrica) por biogás; 4) climatização da creche e maternidade dos leitões. Tal prática ainda permite a geração de energia elétrica para a própria fazenda, sendo que a mesma pode chegar à auto-suficiência e até vender energia para as concessionárias de localidades próximas.

Nesse sentido este trabalho objetivou apresentar um projeto completo de viabilidade econômica da instalação e operação de sistemas de geração de energia na suinocultura, utilizando o gás metano presente no biogás como combustível.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a determinação da viabilidade econômica de geração de energia elétrica pelo biogás foi necessário quantificar o custo da produção de biogás e o tempo de retorno do investimento. Para quantificar essas variáveis foi utilizada a metodologia apresentada por PERCORA (2006) e NORONHA (2008), explicitado pelas equações que se seguem.

O custo de produção de energia elétrica utilizando biogás é dado por:

$$CE = \frac{CAG + CAB}{PE}$$

Em que,

CE = custo de energia elétrica produzida via biogás [R\$/kWh]

CAG = custo anualizado do investimento no sistema de conversão energética [R\$/ano]

CAB = gasto anual com biogás [R\$/ano]

PE = produção de eletricidade pela planta de biogás [kWh/ano]

Além disso,

CAG = CIG · FRC + CIG · OM

CAB = CB · CNB

Em que,

CIG = custo de investimento do sistema de conversão energética [R\$]

FRC = fator de recuperação de capital

OM = custo de operação e manutenção em relação ao investimento total [%/ano]

CB = custo do biogás [R\$/m³]

CNB = consumo de biogás pelo sistema de conversão energética [m³/ano]

Segundo NORONHA (2008), o percentual de operação e manutenção para um grupo gerador do ciclo Otto adaptado para o biogás é de 4% do investimento ao ano. Foi considerado que o sistema fica 12 dias ao ano dedicados à manutenção.

O custo do investimento foi levantado solicitando orçamentos de conjuntos geradores das principais empresas que comercializam conjuntos geradores adaptados para funcionar a biogás, Cummins, ER-BR e Fockink. Após o recebimento dos orçamentos calculou-se o preço do investimento em reais por quilo-watt, dividindo-se o valor total pela capacidade de fornecimento de potência de energia elétrica em regime contínuo. Para a seleção do correto sistema de conversão de energia calculou-se o potencial energético de uma granja (EE_{granja}), dada pela equação abaixo:

$$EE_{granja} = N_m \cdot PCI_{biogás} \cdot C_m \cdot \eta_{conversão} \cdot 4,85 \cdot 10^{-5}$$

Em que,

EE_{granja} = potencial energético por granja [kW]

N_m = número de matrizes

PCI_{biogás} = poder calorífico inferior do biogás [kcal/m³]

C_m = produção de biogás por matriz [m³/dia]

η_{conversão} = rendimento de conversão de energia [%]

Considerando o poder calorífico inferior do biogás com 60% de metano como 5600 kcal m⁻³, a produção de biogás por matriz igual a 1,775 m³ (matriz.dia)⁻¹ e uma eficiência de conversão de energia química do biogás em EE de 32%, estima-se o potencial energético de geração de energia elétrica de uma granja.

O consumo de biogás pelo sistema de conversão energética é determinado pelo consumo em m³ h⁻¹, indicado no catálogo do fabricante e, multiplicado pelas horas de funcionamento ao ano.

A produção de eletricidade (PE) é definida por:

$$PE = Pot \cdot T \cdot F$$

Onde,

Pot = potência nominal da planta [kW]

T = disponibilidade da planta [horas/ano]

F = fator de carga [adimensional]

A equação original foi modificada pela inclusão do Fator de Carga F, uma vez que a planta não trabalha a plena capacidade durante o seu período de funcionamento.

O fator de carga considerado durante o dia foi de 80%, uma vez que, os maiores consumidores de energia de uma granja, o moinho de ração e as bombas de água para limpeza, funcionam a maior parte do tempo. Para o período da noite, o fator considerado foi de 20%, uma vez que os gastos de energia elétrica no período são bastante reduzidos.

O Fator de Recuperação de Capital (FRC) é dado por:

$$FRC = \frac{J \cdot (1 + J)^n}{(1 + J)^{n-1} - 1}$$

Onde,

FRC = fator de recuperação de capital

J = taxa de desconto [%/ano]

n = tempo de vida útil da planta

A taxa de desconto para financiamento do governo federal no setor agrícola adicionado aos custos administrativos do banco repassador é de 7,0%.

Em função do funcionamento a biogás, a vida útil do motor foi considerada 15 anos.

O custo do biogás é dado por:

$$CB = \frac{CAI}{PAB}$$

Onde,

CAI = custo anualizado do investimento no biogestor [R\$/ano]

PAB = produção anual de biogás [m³/ano]

Em que,

$$CAI = CIB \cdot FRC + CIB \cdot OM$$

CIB = custo de investimento no biodigestor [R\$]

Conforme mencionado anteriormente, valor da produção de biogás usado é de 1,775 m³ por matriz do ciclo completo. Portanto, para estimar a produção anual de biogás em uma granja, multiplica-se esse valor pelo número de matrizes presentes no plantel.

$$PAB = N_m \cdot C_m \cdot (365 - N^{\text{dias em manutenção}})$$

Esta última equação foi adicionada à metodologia de referência uma vez que a produção anual de biogás no presente trabalho é estimada enquanto nos trabalhos anteriores foi medida.

O custo do investimento do biodigestor foi desconsiderado, uma vez que ele pode ser financiado e pago com os créditos de carbono gerados. Esse financiamento não tem prazo estipulado para pagamento. Em países europeus como a Alemanha, existem linhas de incentivo do governo que financiam e subsidiam o investimento do biodigestor. Sendo assim, o biodigestor apresenta apenas um custo de manutenção, que será feita pelos próprios funcionários da propriedade, com o valor anual de R\$2.000,00.

Com a equação abaixo é possível verificar a viabilidade de geração de energia elétrica, determinando o tempo de retorno simples do investimento (TRI).

$$TRI = \frac{\log[EEE/(EEE - CIG \cdot J)]}{\log(1 + J)}$$

Onde,

EEE = economia de energia elétrica [R\$/ano]

TRI = tempo de retorno de investimento [ano]

A economia de energia elétrica foi calculada pela diferença entre o custo do quilo-watt vendido pela concessionária e o preço da energia elétrica gerada pela planta instalada, multiplicada pela quantidade média de kW consumida pelas matrizes, que no presente trabalho foi considerado 150kW (ano)⁻¹. Atualmente, o preço do quilo-watt vendido, para o produtor rural, pela concessionária é de R\$0,30874.

De maneira resumida, para analisar a viabilidade de implantação de uma planta geradora de energia elétrica a biogás, primeiramente, calcula-se o potencial energético do produtor considerando o número de matrizes. Após essa etapa, seleciona-se o equipamento existente no mercado suficiente para gerar a demanda necessária. Baseado na metodologia mostrada acima, se calcula o Tempo de Retorno de Investimento (TRI). Esse tempo deve ser inferior à vida útil do equipamento.

Para a vida útil de uma planta de 15 anos, o limite estabelecido para a viabilidade do projeto é de 12 anos, a fim de que o produtor ganhe no mínimo três anos com o uso do conjunto gerador.

Foi utilizada a mesma metodologia adotada no cálculo da viabilidade econômica de geração de energia elétrica, acrescida de uma análise de sensibilidade que consistiu em verificar o quão sensível é o empreendimento quando exposto à variações do custo de investimento e o preço do quilo-watt vendido pela concessionária.

Para tal, cada parâmetro foi variado, separadamente, em pontos percentuais para cima e para baixo. Consequentemente foram gerados novos valores para o TRI que também foram mostrados em termos percentuais.

O produtor que instala uma planta de geração de energia elétrica é passível de receber uma receita, devido aos créditos de carbono.

O Protocolo de Kyoto determina que o valor de referência para a intensidade de carbono reduzido pela geração de energia elétrica seja de 0,00014tC/kWh ou 0,0005tCO₂eq/kWh.

Segundo PERCORA (2006), o cálculo de créditos de carbono segue a seguinte metodologia:

Primeiramente determina-se a energia total gerada pela planta.

$$E_{tg} = Pot \cdot t_{op}$$

Onde,

E_{tg} = Energia total gerada, kWh/ano

Pot = Potência instalada na planta, kW

t_{op} = Tempo de operação da planta, horas/ano

Calcula-se o total de CO₂ equivalente evitado.

$$T_{CO_2eq} = E_{tg} \cdot F_{IC}$$

Onde,

T_{CO_2eq} = Total de CO₂ equivalente evitado, tCO₂/ano

F_{IC} = Fator de Intensidade de carbono, 0,0005tCO₂eq/kWh

A receita gerada pelos certificados por é calculada por:

$$R_C = T_{CO_2eq} \cdot V_{CEE}$$

Onde,

R_C = Receita em certificados, US\$/ano

V_{CEE} = Valor do certificado de emissões evitadas, US\$

O preço de crédito de carbono em 16/11/2012 foi de US\$12,25 ó Análise Financeira do mercado de carbono (<http://www.institutocarbonobrasil.org.br>).

A diferença entre a produção anual de biogás no biodigestor e o consumo anual do mesmo no sistema de geração de energia elétrica fornece o excedente de biogás gerado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para a viabilidade do empreendimento podem ser visualizados na Tabela 1 e Figura 1.

TABELA. 1 Análise de viabilidade em função da quantidade de matrizes do ciclo completo em uma granja

| Nº de matrizes do ciclo completo | Potencial Energético (kW) | Potência do Gerador (kW) | Custo do kWh produzido (R\$) | Relação entre Potencial Energético e Capacidade do Gerador | TRI (anos) | Viabilidade (sim/não) |
|----------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|--|------------|-----------------------|
| 400 | 61,7 | 72 | 0,0830 | 86% | 17,7 | não |
| 500 | 77,1 | 100 | 0,0706 | 77% | 14,6 | não |
| 600 | 92,6 | 120 | 0,0661 | 77% | 12,7 | não |
| 800 | 123,4 | 152 | 0,0594 | 81% | 9,7 | sim |
| 1.000 | 154,3 | 180 | 0,0538 | 86% | 7,6 | sim |
| 1.200 | 185,1 | 232 | 0,0489 | 80% | 7,2 | sim |
| 1.300 | 200,5 | 232 | 0,0489 | 86% | 6,5 | sim |

Analisando a Tabela 1 e a Figura 1, percebe-se que o empreendimento só é viável para produtores que apresentam um plantel a partir de 700 matrizes do ciclo completo.

Esse produtor tem o potencial energético de 108kW, demandando um conjunto gerador de 152kW em regime contínuo, apresentando uma relação de potencial energético e capacidade em regime contínuo do gerador de 72%. Para esse, o Tempo de Retorno de Investimento (TRI) ocorre em 11,7 anos. Para uma granja de 700 matrizes do ciclo completo, o custo de geração de energia elétrica é de R\$0,0594, o que acarreta uma economia anual de R\$26.177,57.

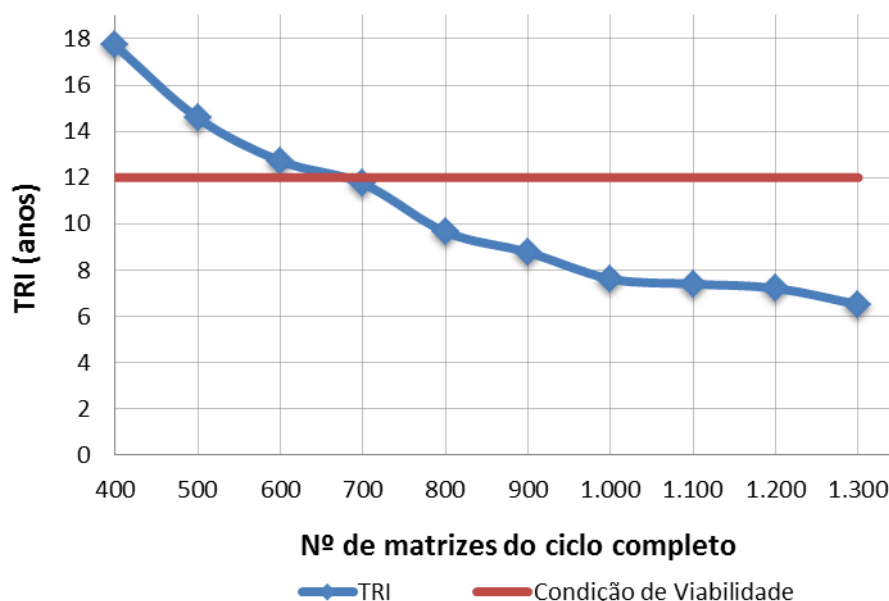


FIGURA 1. Tempo de Retorno de Investimento

A suinocultura com um plantel de 1000 matrizes apresenta melhores resultados em relação ao produtor de 700 matrizes. O produtor dessa escala apresenta um potencial energético de 154,3kW, requerendo um gerador de 180kW. O investimento para a instalação da planta é de R\$220.000,00. O TRI é de 7,6 anos. O preço do quilo-watt hora gerado é de R\$0,0538, acarretando uma economia anual de R\$38.247,18.

Os resultados da geração de receita pelos créditos de carbono em função da produção de suínos são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Receita gerada pelos créditos de carbono em função da produção de suínos

| Nº de matrizes do ciclo completo | Potência nominal da planta (kW) | Tonelada Equivalente Evitado (tCO ₂ eq ano ⁻¹) | Receita gerada pelos certificados (US\$/ano) |
|----------------------------------|---------------------------------|---|--|
| 400 | 72 | 108,91 | 1.334,19 |
| 500 | 100 | 136,14 | 1.667,74 |
| 600 | 120 | 163,37 | 2.001,29 |
| 800 | 152 | 217,83 | 2.668,39 |
| 1000 | 180 | 272,28 | 3.335,48 |
| 1200 | 232 | 326,74 | 4.002,58 |
| 1300 | 232 | 353,97 | 4.336,13 |

Como era de se esperar, quanto maior a granja suína maior é a demanda e potencial energético. Conseqüentemente maior é a quantidade de dióxido de carbono evitado e maior é a geração de créditos de carbono anuais.

Como o valor de crédito de carbono é muito baixo atualmente, a receita gerada pelos certificados ainda é baixa, entretanto isso não deixa de ser mais um atrativo para a implantação do empreendimento.

O excedente de biogás para vários tamanhos de granjas passíveis de instalarem a planta geradora de energia elétrica são apresentados pela Tabela 3.

TABELA 3. Receita gerada pelos créditos de carbono em função da produção de suínos

| Nº de matrizes do ciclo completo | Potência nominal da planta (kW) | Biogás gerado por ano (m ³ /ano) | Biogás consumido pelo sistema de geração de energia elétrica (m ³ /ano) | Excedente (m ³ /ano) | Percentual de excedente (%) |
|----------------------------------|---------------------------------|---|--|---------------------------------|-----------------------------|
| 500 | 100 | 313.288 | 248.512 | 64.776 | 21% |
| 600 | 120 | 375.945 | 289.178 | 86.767 | 23% |
| 800 | 152 | 501.260 | 356.954 | 144.306 | 29% |
| 1.000 | 180 | 626.575 | 420.211 | 206.364 | 33% |
| 1.300 | 232 | 814.548 | 533.171 | 281.376 | 35% |

O percentual excedente de biogás em função da produção de suínos é apresentado na Figura 2.

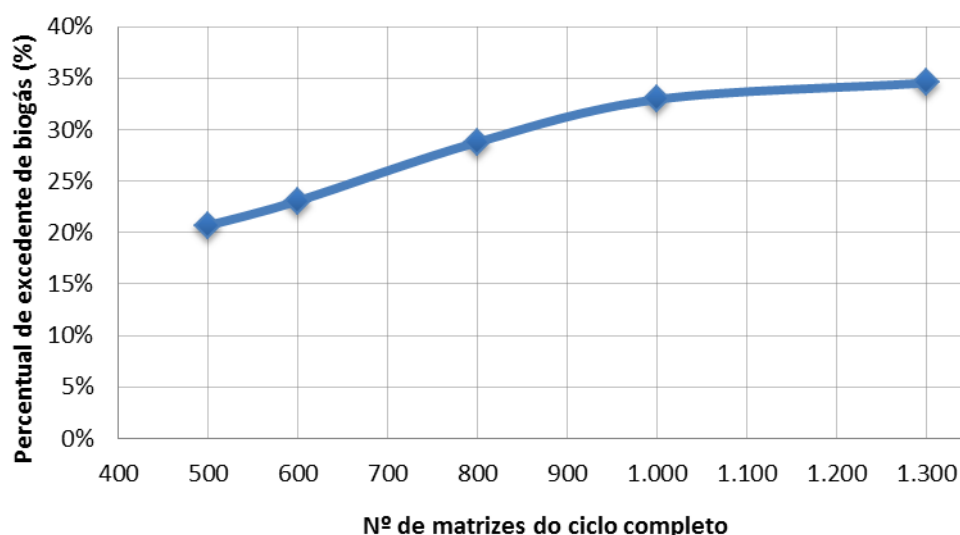


FIGURA 2. Percentual excedente de biogás em função do tamanho da produção de suínos

Como era de se esperar, o consumo de biogás é proporcional à potência do gerador e a produção de biogás é proporcional ao número de matrizes. Além disso, pela análise da Figura 6, nota-se um excedente de no mínimo 20% da produção de biogás. Algumas utilidades que esse excedente possa ser utilizado: aquecimento em geral e utilização para venda de energia excedente. Este último, que não é objeto de estudo no presente trabalho, pode ser transformado em energia elétrica pelo sistema de conversão nos períodos em que a granja esteja com baixa necessidade de energia e revendido para as concessionárias.

CONCLUSÕES

O início de viabilidade de implantação de sistemas de geração de energia pelo biogás ocorre para produtores com cerca de 700 matrizes e conjunto gerador de 152kW em regime contínuo. O TRI é de aproximadamente 11 anos e 8 meses e o custo do quilo-watt hora produzido é de R\$0,06.

O empreendimento apresenta baixo risco e curto tempo de retorno de investimento para produtores com 1000 matrizes. O TRI é de aproximadamente 7 anos e 6 meses. Considerando

o custo do quilo-watt hora vendido pela CEMIG igual a R\$0,30874, o consumo anual da granja sendo 150kW/matriz, o montante economizado anualmente é de R\$38.247,18, com o custo do quilo-watt hora gerado de R\$0,05.

A geração de receita por créditos de carbono é relativamente baixa, o que não deixa de ser um atrativo a mais para a utilização do sistema. A baixa receita ocorre devido ao baixo preço dos créditos de carbono, que tem sofrido nos últimos anos variações consideráveis. Sendo assim, o pagamento do biodigestor será feito em um longo período.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de doutorado concedida, e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ACCS. Associação Catarinense de Criadores de Suínos. *A suinocultura catarinense*. Disponível em < <http://www.accs.org.br> >. Acesso em 12/08/2012.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Atlas da energia elétrica 2007*. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_capa_sumario.pdf Acesso em 02 mai. 2012.
- CARIOCA, J.O.B., ARORA, H, L. *Biomassa: fundamentos e aplicações tecnológicas*. 644p. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1984.
- CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS ó CETEC. *Estado da arte da digestão anaeróbica*. Belo Horizonte, 1982.
- COLDEBELLA, A. *Viabilidade do Uso de Biogás na Bovinocultura e Suinocultura para Geração de Energia Elétrica e Irrigação em Propriedades Rurais*. 74f. Cascavel/PR, 2006
- FARRET, Felix Alberto. *Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica*. 242f. Santa Maria: Editora da UFSM, 1999.
- HENHAM, A., MAKKAR, M. K. *Combustion of Simulated Biogas in dual-Fuel Diesel Engine*, Guildford, Energy Convers. Mgmtv., 39, n. 16-18. 1998.
- ITAIPU. Disponível em: <http://www.plataformaitaipu.org/energia/biomassa>. Acesso em: 02/10/2012.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA ó MME. *Boletim Mensal de Energia* ó Janeiro-2011. Disponível em: <http://www.gasbrasil.com.br/noticia/arquivos/Boletim%20Mensal%20de%20Energia%20-%20Janeiro%202011.pdf> - Acesso em: 28/11/2012
- NORONHA, A. C. G., GIMENES, R. M. T, *Mensuração dos Custos de implantação de biodigestores na suinocultura; Gestão econômica e social de cooperativas*. 16p, Ribeirão Preto-SP, 2008.
- PECORA, V., *Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP ó Estudo de Caso*. Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (PIPGE) do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- SANTOS, Paulo. *Guia técnico de biogás*. Portugal: Centro para a Conservação de Energia: 2000.
- SHELL BRASIL Ltda. *Energia para as Gerações*. Disponível em: http://www-static.shell.com/static/bra/downloads/responsible_energy/book_energy/Energia_para_geracao_s.zip - Acesso em: 10/10/2012.

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, v. 26, no. 2, p. 127-133. Maringá, 2004.

TALAMINI, D.J.D. ; MARTINS, F.M.; ARBOIT, C., WOLOZSYN, N. *Custos agregados da produção integrada de suínos nas fases de leitões e de terminação*. *Custos e agronegócios online*,v.2,2006. Edição especial. Disponível em:

<<http://www.custoseagronegocioonline.com.br>>. Acesso em: 23/11/2012

TRICHES, Gilmar Paulinho. *A suinocultura e o desenvolvimento regional: o caso do Alto Vale do Itajaí*. 2003. 108f. Dissertação (Mestrado). Universidade Regional de Blumenau.

VANZIN, Emerson. *Procedimento para análise da viabilidade econômica do uso do biogás de aterro sanitário para geração de energia elétrica: aplicação no aterro sanitário santa tecla*. 2006. 93f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Passo Fundo.