

BIOELETRICIDADE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DO BIOGÁS

Cleiton Gomes Soares¹; Caio Rafael Costa²; Murilo Antônio Oliveira Ruas³; Emanuelle Ferreira Melo de Pinho⁴

- 1- Bacharel em Engenharia Elétrica pelas Faculdades Santo Agostinho.
- 2- Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica das Faculdades Santo Agostinho
- 3- Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária das Faculdades Santo Agostinho
- 4- Professora dos Cursos de Engenharia Elétrica Faculdades Santo Agostinho.

Resumo:

A procura por fontes renováveis de energia vem aumentando cada vez mais, por motivo das degradações ambientais que as atuais fontes vêm provocando para o meio ambiente e para a população em se. Desta forma falar em fontes de energia renováveis é ajudar para a melhoria do quadro socioambiental do planeta, ao passo que essas energias possui uma poluição se comparadas com as fontes de energia fósseis. Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade técnica da utilização de um biodigestor localizado no Instituto de Ciências Agrárias, em Montes Claros, MG, para a geração de energia elétrica. A geração de energia elétrica através do biodigestor proporciona o uso de fontes alternativas limpas, renováveis e ambientalmente corretas, além disso, evita-se o lançamento de vários quilos de dejetos de suínos diariamente na natureza sem nenhum tipo de tratamento que muitas vezes causam a contaminação de lençóis freáticos. O processo de geração da energia elétrica através do biogás se dá através da conversão energética, que é o processo que transforma um tipo de energia em outro. A utilização dos biodigestores para a produção do biogás é uma fonte valiosa de produção de energia. Além disso, pode ser obtido através do uso dos biodigestores o biofertilizante, permitindo uma redução nos custos com os fertilizantes comerciais.

Palavras-chave - Biogás; Biodigestor, Eletricidade.

Abstract:

The demand for renewable sources of energy is increasing, due to the environmental degradation that the current sources are causing for the environment and for the population in itself. So talking about renewable energy sources is helping to improve the socio-environmental picture of the planet, while these energies have a pollution compared to fossil energy sources. Therefore, the objective of this work is to analyze the technical feasibility of the use of a biodigester located at the Institute of Agrarian Sciences of the Federal University of Minas Gerais, in Montes Claros, MG, for the generation of electric energy. The generation of electricity through the biodigester provides the use of clean, renewable and environmentally correct alternative sources, in addition, it avoids the release of several kilos of swine manure daily in nature without any type of treatment that often cause contamination of groundwater. The process of generating electricity through biogas occurs through energy conversion, which is the process that transforms one type of energy into another. The use of biodigesters for the production of biogas is a valuable source of energy production. In addition, biofertilizer can be obtained through the use of biodigesters, allowing a reduction in costs with commercial fertilizers.

Keywords - Biogas; Biodigestor, Electricity.

Introdução

Em 2012 o Brasil sofreu uma reviravolta relacionada à crise da suinocultura que chegou a atingir dramaticamente a suinocultura brasileira ameaçando fechar centenas de granjas, atingindo diretamente os cerca de 1 milhão de brasileiros que trabalham no setor.

Um país como o Brasil, que é reconhecidamente uma potência mundial na produção de carnes, não pode fechar os seus olhos para a realidade por que passam os pequenos e médios suinocultores independentes. Entendemos o fenômeno irreversível da concentração do mercado, mas não podemos aceitar que o suinocultor independente, que gera milhares de empregos e fixa o homem no campo, seja alijado deste brilhante futuro do nosso país, que ajudou a construir (ROPPA, 2013).

A suinocultura brasileira sofria a maior crise de sua história. Devido ao alto preço do milho e ao excesso de produção, o custo de produção subiu mais ela ainda conseguia ficar estável comparando com os outros países. Nos últimos 15 anos, o Brasil aumentou em mais de 600% as exportações e em 40% a produção de carne suína. O País está presente, hoje, em 69 mercados, e classifica-se em quarto lugar no ranking mundial de países produtores e exportadores. Em produção, vem depois da China, da União Europeia e dos Estados Unidos. Os volumes cresceram exponencialmente: o Brasil exportou 81.565 toneladas de carne suína, em 1998; em 2012, embarcou 581.477 toneladas – um aumento superior a 600%. Em 2013, até agosto, foram exportadas 343.293 toneladas. Quanto à produção, em 1998, totalizava 2,49 milhões de toneladas. Em 2012, o Brasil produziu 3,89 milhões de t, um aumento de 40,2% (ABIPECS, 2013).

Nos últimos anos, a suinocultura nacional tem-se consolidado no mercado externo, mostrando-se altamente competitiva diante de outros mercados. Primeiro, porque os custos são menores em virtude dos avanços técnicos, da produção em larga escala e da disponibilidade interna de insumos para a alimentação, como grãos de milho e soja. A outra vantagem, refere-se à extensão do país, o que possibilita o aumento da exploração da agricultura de grãos aliada ao aumento de produtividade e a ampliação do rebanho de suínos:

(...) com disponibilidade de insumos básicos para a produção, principalmente de grãos essenciais como soja e milho, e investimentos em tecnologia, a produção de suínos no Brasil apresenta custos inferiores aos principais competidores mundiais.(...)uma vantagem comparativa significativa para o Brasil na ampliação da sua participação no mercado internacional está na disponibilidade de terras agriculturáveis a serem exploradas e na capacidade de produção de grãos que o país apresenta (TALAMINI; FERREIRA, 2006, p. 4).

A atual utilização de fontes renováveis vem aumentando cada dia mais, sendo assim, o uso de recursos naturais renováveis são os mais procurados para que haja uma redução da degradação ambiental.

Em 1806, na Inglaterra, Humphrey Davy identificou um gás rico em carbono e dióxido de carbono, resultante da decomposição de dejetos em lugares úmidos. Entretanto, apenas em 1857, em Bombaim, Índia, foi construída a primeira instalação operacional destinada a produzir gás combustível, para um hospital de hansenianos. Nessa mesma época, pesquisadores como Fisher e Scharader, na Alemanha e Grayon na França, entre outros, estudavam as bases teóricas e experimentais da biodigestão anaeróbia. Posteriormente, em 1890, Donald Cameron projetou uma fossa séptica para a cidade de Exeter, Inglaterra, sendo o gás produzido utilizando para iluminação pública (NOGUEIRA, 1986).

A utilização dos biodigestores é uma tecnologia tradicional no meio rural. No Brasil surgiu aproximadamente na década de 1970, quando o Brasil e o mundo inteiro passaram por uma crise energética, começando assim a procura de outros meios para a produção de energia via recursos renováveis. A utilização de biodigestores passou a ser uma opção adotada pelo país. Em novembro de 1979, a empresa Embraer instalou o primeiro biodigestor modelo chinês, na “Granja do Torto” em Brasília (SMEIA, 2011).

O biogás atualmente pode ser aproveitado na geração de energia elétrica e, esse aproveitamento pode contribuir para a redução da poluição no meio ambiente, com isso, convertendo o gás metano em eletricidade. O biogás é uma mistura gasosa, combustível, resultante da fermentação anaeróbia (sem presença de oxigênio) da matéria orgânica. Essa mistura é composta pela maior parte de metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2). Pode ser proveniente de resíduos sólidos ou líquidos de origem rural, urbano ou industrial (FONSECA, 2011).

O Biogás, contudo só se torna combustível eficiente quando o teor de metano for superior ao de CO_2 . É uma fonte de energia de múltipla utilização: em aquecedor de água, geladeiras, fogão, calefação, iluminação, veículos de grande e pequeno porte, grupos geradores, embarcações, dentre outros (PINHEIRO, 2011).

A produção e consumo do biogás favorece oportunidades de emprego, renda e traz a sustentabilidade e desenvolvimento para a população. As oportunidades vêm de diversas maneiras desde a criação de novos projetos para captar o biogás até o armazenamento. Esse desenvolvimento possibilita a capacitação de mão-de-obra qualificada, gerando empregos indiretamente.

A utilização do biogás como fonte alternativa para a produção de energia elétrica visa o aproveitamento de vários tipos de dejetos (lixo e dejetos de suínos) contribuindo para a redução dos gases que são emitidas na atmosfera.

São chamados de biomassa todos os organismos biológicos que podem ser aproveitados como fontes de energia: lenha e carvão vegetal, alguns óleos vegetais (amendoim, soja, dendê), a cana-de-açúcar, a beterraba (dos quais se extrai álcool), o biogás (produzido pela biodegradação anaeróbica, existente no lixo e dejetos orgânicos), dentre outros (CARIOCA; ARORA, 1984).

Segundo Staiss e Pereira (2001), a biomassa pode ser transformada, pelas diferentes tecnologias de conversão, em biocombustíveis sólidos, líquidos ou gasosos e, finalmente, nos produtos finais: energia térmica, mecânica e elétrica. Se a biomassa for queimada de modo eficiente, há produção de dióxido de carbono e água. Portanto, o processo é cíclico e por este motivo a biomassa é considerada um recurso renovável.

A utilização ampla do potencial de biomassa para a geração de energia é uma das bases para a adoção de um modelo energético sustentável para o país, priorizando a diversificação das fontes, a desconcentração e descentralização da geração de energia, a preservação ambiental e o atendimento às camadas mais necessitadas da população. Esta pode ser uma das mais coerentes formas de aumento da oferta de energia. (JUNIOR, et.al. 2004).

O biogás é uma mistura gasosa, combustível, resultante da fermentação anaeróbia (sem presença de oxigênio) da matéria orgânica. Essa mistura é composta pela maior parte de metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2). Pode ser proveniente de resíduos sólidos ou líquidos de origem rural, urbano ou industrial (FONSECA, 2011).

O Biogás, contudo só se torna combustível eficiente quando o teor de metano for superior ao de CO_2 . É uma fonte de energia de múltipla utilização: em aquecedor de água, geladeiras, fogão, calefação, iluminação, veículos de grande e pequeno porte, grupos geradores, embarcações, dentre outros (PINHEIRO, 2011).

Sua eficiência é economicamente viável. Como exemplo prático um veículo de 52,22 kW HP roda 15 Km com 1m^3 de Biogás, e uma família de cinco pessoas fazendo três refeições por dia consome apenas 1m^3 de Biogás.

O metano é um gás muito antidetonante, portanto, capaz de suportar nos motores uma relação volumétrica bem mais elevada do que as melhores gasolinas. Facilmente inflamável produz uma chama pouco visível, e no caso de vazamento, a tendência é escapar para cima (menos denso que o ar) (PINHEIRO, 2011).

Condições necessárias para uma fermentação ótima:

- **Impermeabilidade ao ar**

Nenhuma das atividades biológicas (reprodução, metabolismo, etc.) dos microorganismos exige oxigênio, cuja presença são eles de fato, muito sensíveis. A decomposição de matéria orgânica na presença de O₂ produz CO₂ (dióxido de carbono), e na ausência do ar (O₂) produz CH₄ (metano). Portanto o Biodigestor deve ser perfeitamente vedado para a produção não ser inibida.

- **Temperatura adequada**

30°C, qualquer mudança brusca que a exceda afeta a produção.

- **Nutrientes essenciais**

Nitrogênio, sais orgânicos e principalmente Carbono. A relação Carbono/Nitrogênio deve ser mantida entre 20:1 e 30:1.

- **Teor de água**

Deve situar normalmente em torno de 90% do peso conteúdo total (1:1 ou 1:1,5). Tanto o excesso quanto a falta são prejudiciais.

- **Substâncias prejudiciais**

NaCl, Cu, Cr, NH₃, K, Mg, Ni. São elementos conciliáveis se mantidas abaixo de certas concentrações.

- **Tempo de retenção**

35 a 45 dias em geral (PINHEIRO, 2011).

Muito ainda deve ser pesquisado e, neste contexto, o biogás tem uma eficiência que a população ainda não tem muito conhecimento. Ainda faltam muitas medidas que o governo e a população possam adotar afim de que não haja tanto desperdício das energias renováveis. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho é analisar a viabilidade técnica da utilização de um biodigestor localizado em Montes Claros, MG, para geração de energia elétrica.

Existem diversas tecnologias para efetuar a conversão energética do biogás. Entende-se por conversão energética o processo que transforma um tipo de energia em outro. No caso do biogás a energia química contida em suas moléculas é convertida em energia mecânica por um processo de combustão controlada. Essa energia mecânica ativa um gerador que a converte em energia elétrica (COELHO *et al.*, 2006).

Conforme Moran e Shapiro (2002) as turbinas a gás podem ser classificadas, de acordo com o ciclo de operação, em ciclo fechado e ciclo aberto, sendo o último, o mais comum.

A turbina a gás é definida como sendo uma máquina térmica, onde a energia potencial termodinâmica contida nos gases quentes provenientes de uma combustão é convertida em trabalho mecânico ou utilizada para propulsão.

Desta forma, as turbinas a gás são máquinas tecnicamente muito complexas, com inúmeras partes móveis e sofisticados sistemas de lubrificação e controle eletrônico visando basicamente a conversão da energia contida no combustível em potência de eixo.

As turbinas a gás são acionadas pelos próprios gases quentes, produto da combustão, o que dispensa a utilização de um fluido de trabalho intermediário, como o vapor, ou outro fluido. Isto leva a unidades mais compactas, para os mesmos níveis de produção de potência.

Referente às turbinas de modo aberto citado anteriormente, o fluido de trabalho é comprimido (no compressor) elevando-se a pressão. Este processo não tem nenhum calor adicionado, visto que o compressor, em condições ideais, opera em regime adiabático, fazendo com que o trabalho de compressão aumente a temperatura do ar. Este então entra na câmara de combustão e, em contato com o combustível, reage, iniciando o processo de queima. Os gases resultantes da combustão, à elevada temperatura, expandem-se na turbina gerando energia mecânica, além de acionar o compressor. O trabalho útil produzido é calculado pela diferença entre o trabalho da turbina e o consumido pelo compressor. No ciclo fechado, os gases que deixam a turbina passam por um trocador de calor onde sofrem resfriamento para entrar novamente no compressor (MORAN; SHAPIRO, 2002).

O biodigestor é o local onde ocorre a fermentação da biomassa (no nosso caso, esterco e resto de ração). O importante é que, a entrada e saída do biodigestor deve ser totalmente vedado, criando um ambiente anaeróbio (sem a presença de oxigênio) onde os micro-organismos degradam o material orgânico, transformando-o em biogás e biofertilizante.

Este processo do biodigestor ele pode ocorrer em três estágios distintos. O primeiro estágio envolve bactérias fermentativas neste estágio, materiais orgânicos complexos (carboidratos, proteínas e lipídeos) são fermentados. As bactérias acetogênicas participam do segundo estágio, consumindo os produtos primários e produzindo hidrogênio, dióxido de carbono e ácido acético. Dois grupos distintos de bactérias metanogênicas participam do terceiro estágio, o primeiro reduz o dióxido de carbono e o metano e o segundo descarboxila o ácido acético, produzindo metano e dióxido de carbono. Este é um processo contínuo dentro do biodigestor.

O esquema simplificado com os itens necessários para a instalação de um biodigestor é apresentado e definido na Figura 1.

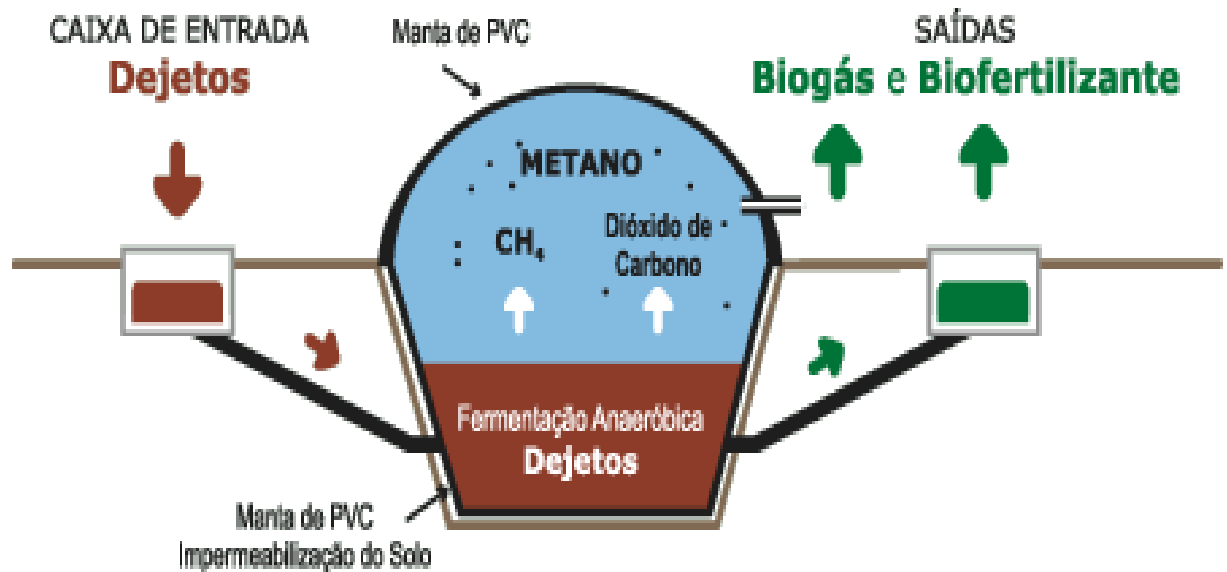


Figura 1 - Funcionamento do Biodigestor.

Fonte: MASTER (2014)

1. Caixa ou tonel de entrada, onde o dejetos é misturado com água antes de descer para o biodigestor;
2. Tubulação de entrada, permitindo a entrada da mistura ao interior do biodigestor;
3. Biodigestor, revestido e coberto por manta plástica;
4. Tubulação de saída de biofertilizante, levando o material líquido já fermentado à caixa de saída;
5. Tubulação de saída de biogás, canalizando-o para o motor, fogão ou geladeira etc.;
6. Caixa de saída, onde é armazenado o biofertilizante até ser aplicado nos cultivos.

Material e Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro (FEHAN), do Instituto de Ciências Agrárias (ICA), campus Regional de Montes Claros/MG.

A suinocultura que se utilizou para realização da pesquisa é classificada como granja de pequeno porte, referente ao número de animais, que variam entre 90 e 120 cabeças. A granja opera com o sistema de produção de ciclo completo, ou seja, realiza todas as etapas de produção que são: produção de leitões, cria, recria ou crescimento e terminação desses animais. Os animais alojados na granja permanecem em baias, os reprodutores, em baias individuais e as

fêmeas em lactação são instaladas em gaiolas. A granja conta ainda com uma estrutura de creche que recebe os leitões após o desmame. As baias onde são alojados os animais são de piso de concreto compacto, bebedouros tipo chupeta e comedouros com abastecimento manual.

O biodigestor, objeto desta pesquisa foi o modelo indiano, com fluxo contínuo, construído em alvenaria, com um gasômetro em chapa de aço emborcado sobre a mistura de dejetos com água e um conjunto de motor.

Na Tabela 1 são apresentadas as características do biodigestor de modelo indiano onde foi realizada a pesquisa.

Características do Biodigestor	Medidas
Volume útil	17,43 m ³
Diâmetro superior	2,90 m
Diâmetro Inferior	2,70 m
Altura Superior	1,32 m
Altura da parede divisória	1,68 m
Características do Gasômetro	
Volume do gasômetro	8,42 m ³
Diâmetro do gasômetro	2,85 m
Altura do gasômetro	1,32 m

Tabela 1. Características do biodigestor construído na FEHAN / UFMG

Fonte: O Autor.

A Tabela 2 apresenta o total geral de custos utilizados para a construção do biodigestor juntamente com o grupo de gerador.

Material	Total (R\$)	%
Total Material	9609,20	73,30
Total Mão de Obra/Serviço	2225,00	16,97
Grupo de Gerador	1275,25	9,73
Total Geral	13109,45	100,00

Tabela 2. Total de custos para a construção do Biodigestor

Fonte: O Autor.

Os dejetos destinados à utilização no biodigestor foram recolhidos diariamente, por meio de raspagem do piso das baias. Esses dejetos foram depositados em uma caixa para homogeneização, diluídos em água, numa proporção de 2:1 (água:dejeito), até atingir uma mistura de aproximadamente 8% de sólidos totais, que em seguida foram encaminhados diretamente à caixa de entrada, daí sucessivamente, ao biodigestor.

O biofertilizante produzido será armazenado em reservatório, para ser utilizado em culturas e em experimentos. A determinação da sua qualidade se dará através do percentual de macro e micronutrientes presentes em sua composição e a condutividade elétrica, dentre outros.

Resultados e Discussão

O fato da Fazenda Experimental, já possuir uma granja de suínos e um biodigestor do tipo Indiano instalado, torna a produção de energia elétrica a partir desse equipamento uma excelente alternativa para a destinação correta e de forma sustentável dos dejetos dos suínos. Assim, evita-se que os mesmos sejam jogados diretamente na natureza, contaminando o solo e os cursos d'água. Além dos benefícios proporcionados ao meio ambiente, podem ser produzidos o biofertilizante e o biogás utilizado na geração de energia elétrica.

Cálculo da quantidade de dejetos:

- ✓ 1 suíno produz 4,9kg de dejetos
- ✓ 110 suínos produzem **X** kg de dejetos

Assim:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ suíno} & \underline{\hspace{2cm}} & 4,9\text{kg/dia} \\ 110 \text{ suínos} & \underline{\hspace{2cm}} & \mathbf{X} \\ & & \mathbf{X} = 539\text{kg de dejetos por dia} \end{array}$$

Cálculo da quantidade de dejetos para produção de m³ de biogás/dia:

- ✓ 12 kg de dejetos suínos produzem 1m³ de biogás/dia
- ✓ 539 kg de dejetos são necessários para produzir **X** gás/dia

Assim:

$$\begin{array}{rcl} 12 \text{ kg} & \underline{\hspace{2cm}} & 1\text{m}^3 \text{ gás/dia} \\ 539\text{kg} & \underline{\hspace{2cm}} & \mathbf{X} \\ & & \mathbf{X} = 44,92\text{m}^3 \text{ de gás/dia} \end{array}$$

Quantidade de energia gerada por dia:

- ✓ O conjunto de motor consome 2,6 m³/h para gerar 2,5 kWh
- ✓ Disponível 44,92m³ de gás/dia

Assim:

Visto que é necessário descontar o tempo de geração e armazenamento de biogás no gasômetro, optou-se por um tempo de funcionamento do conjunto motor gerador igual a 14 h

dia. Em 1 h dia ele consumirá 2,6 m³ gerando 2,5 kWh para o intervalo de 14 horas de funcionamento, o conjunto motor gerador consumirá 36,4 m³ dos 44, 92 m³ disponível, produzindo 35 kWh.

O biogás é dado pelo abastecimento do grupo de gerador, que tem a capacidade de produzir ao dia 35 kWh que resulta ao ano 12600 kWh. A tarifa de energia elétrica se estima em um valor de 0,37743950 por kWh, o resultado apresenta uma economia de R\$ 4755, 74 por ano.

O valor pago pelo consumo de energia elétrica está de acordo com a ANEEL, sendo que, o custo do kWh da UFMG resulta no valor de 0,37743950 por kWh.

Além da geração de energia elétrica extraída, verificou-se que o gás que não será utilizado será substituído pelo gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) ou gás de cozinha, onde esse gás consiste numa mistura gasosa de hidrocarboneto obtido do gás natural das reservas do sub-solo, ou do processo de refino do petróleo cru nas refinarias. que proporciona outro tipo de renda, produzindo 1 botijão de gás ao mês, 12 botijões ao ano com custo de R\$ 48,00 chegaria-se a um valor de 576,00 por ano. Além da economia com o GLP e a geração de energia, outra fonte de renda é o biofertilizante que é retirado do biodigestor, que proporciona a instituição utilizar o seu próprio fertilizante nos cultivos realizados na fazenda. Em média a fazenda utiliza 100kg de fertilizante ao mês, o que equivale a 1200kg ao ano, com o custo de R\$ 50,00 a saca de 50kg, em um ano encontra-se uma economia de R\$ 1200,00 (Tabela 3).

Itens de Produção	Disponibilização mês	Disponibilização ano	Preço unidade	Economia/ano R\$
Energia Eletrica	1050kWh	12600 kWh	0,37743950	4755, 74
Botijão de Gás	1 unidade	12 unidade	48,00	576,00
Biofertilizante	100 kg	1200 kg	50,00 /50kg	1200,00
Total	---	---	---	6531,74

Tabela 3 – Benefícios Decorrentes da Produção de Energia Elétrica, GLP e Biofertilizante

Fonte: O Autor.

No início se encontra uma desvantagem que é o elevado custo para a construção do biodigestor, mais o processo é considerado viável.

A Tabela 4 mostra o cálculo de *payback* simples do investimento, para saber em quanto tempo o capital investido será recuperado.

Cálculo de retorno de investimento			
Ano	Investimento	Entradas	Valor Acumulado
Implantação	R\$ - 13.109,45	R\$ - 13.109,45	R\$ - 13.109,45
1º Ano	----	R\$ 6.531,74	R\$ - 6.577,71
2º Ano	----	R\$ 6.531,74	R\$ - 45,97
3º Ano	----	R\$ 6.531,74	R\$ 6.485,77

Tabela 4 – Cálculo de *Payback* simples para implantação de um biodigestor.

Fonte: O Autor.

De acordo com a Tabela 4, com a economia anual de R\$ 6.531,74 recuperará o capital investido de R\$ 13.109,45 da construção do biodigestor e da compra do grupo de gerador em aproximadamente 3 anos.

Um fator importante a ser levado em consideração é que, além da economia, a utilização do biodigestor pode trazer inúmeros benefícios para o meio ambiente, como a destinação correta dos resíduos gerados pela suinocultura, evitando assim, a poluição da água e do solo. O uso do biodigestor proporciona a economia de energia elétrica e melhora as condições financeiras do produtor rural, gerando renda através da produção do GLP e do biofertilizante.

Conclusões

A geração de energia elétrica através do biodigestor proporciona o uso de fontes alternativas limpas, renováveis e ambientalmente corretas, além disso, evita-se o lançamento de vários quilos de dejetos de suínos diariamente na natureza sem nenhum tipo de tratamento que muitas vezes causam a contaminação de lençóis freáticos.

O processo de geração da energia elétrica através do biogás se dá através da conversão energética, que é o processo que transforma um tipo de energia em outro. No caso do biogás a energia química contida em suas moléculas é convertida em energia mecânica por um processo de combustão controlada. Essa energia mecânica ativa um gerador que a converte em energia elétrica.

Como subprodutos gerados pelo biodigestor, verifica-se a produção um botijão de gás ao mês, ocasionando uma economia de R\$ 576,00 por ano. Além da economia com o GLP o biodigestor proporciona a instituição utilizar o seu próprio fertilizante nos cultivos realizados na fazenda. Em média a fazenda utiliza 100kg de fertilizante ao mês, o que equivale a 1200kg

ao ano, com o custo de R\$ 50,00 a saca de 50kg, em um ano encontra-se uma economia de R\$ 1200,00.

O biogás é dado pelo abastecimento do grupo de gerador, quem tem a capacidade de produzir ao dia 35 kWh que resulta ao ano 12600 kWh. A tarifa de energia elétrica se estima em um valor de 0,37743950 por kWh, o resultado apresenta uma economia na fazenda de R\$ 4755, 74 por ano.

Referências

CARIOCA, J. O. B. & ARORA, H. L. (1984) - **Biomassa: Fundamentos e Aplicações Tecnológicas**. UFC, Fortaleza.

COELHO, S.T. VALÁZQUEZ, G.S.M.S. SANTOS, G.A. PECORA, V. ABREU, F. C. **Geração de energia elétrica a partir do biogás proveniente do tratamento de esgoto**.

FONSECA, F. Alex Said: **Análise da viabilidade de geração de energia elétrica a partir do Biogás gerado na ETE Vieira em Montes Claros**. 2011. 1 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdades Santo Agostinho, Minas Gerais, 2017.

JUNIOR, F.T.A. GUIMARÃES, J.L.S. SANTOS, G.A. **Setores consumidores de biomassa florestal para fins energéticos na região do Triângulo CRAJUBAR, Sul do Ceará: O caso do setor de panificação**. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep1003_0918.pdf. Acessado em 20/03/2018

MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N. **Princípios da Termodinâmica para Engenharia**. 4ª edição, Editora LTC, Rio de Janeiro, RJ, 2002.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. **Biodigestão: a alternativa energética**. São Paulo: Nobel, 1986.

ROPPA, Luciano. **A crise da suinocultura brasileira** Disponível em: <http://www.emater.go.gov.br/w/4307>>. Acesso: 10 abril.2018.

PINHEIRO, C. Pedro Antônio: **Estudo de caso de implantação de uma biodigestor para produção de energia elétrica na fazenda prata**. 2011. 1 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdades Santo Agostinho, Minas Gerais, 2016.

SMEIA, Michel. Biodigestores. **Ciência, Tecnologia e Inovação**, São Paulo, 02 mai. 2011. Disponível em: <<http://andrebmariano.blogspot.com.br/2011/05/biodigestores.html>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

STAISS, C. & PEREIRA, H. (2001). **Biomassa: energia renovável na agricultura e no sector florestal**. Agros, Lisboa. Disponível em: <<http://aewww.isa.utl.pt/agros/pdf/biomassa.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2002. UFRRJ, **Biodigestor com Gasômetro PVC**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/esg62.htm>>. Acessado em 23/04/2018.

PINHEIRO, C. Pedro Antônio: **Estudo de caso de implantação de uma biodigestor para produção de energia elétrica na fazenda prata**. 2011. 1 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdades Santo Agostinho, Minas Gerais, 2016.

ROPPA, Luciano. **A crise da suinocultura brasileira** Disponível em: <<http://www.emater.gov.br/w/4307>>. Acesso: 10 abril.2018.