

## Manutenção para biodigestores de dejetos de suínos e produção de biogás: Tecnologias de biodigestão difundida pela EMBRAPA

Luiz Antonio Rodrigues Santos (UTFPR) [luizlut@ibest.com.br](mailto:luizlut@ibest.com.br)  
Flavio Trojan(UTFPR) [trojan@utfpr.edu.br](mailto:trojan@utfpr.edu.br)  
Eloíza Aparecida Ávila de Matos (UTFPR) [elomatos@utfpr.edu.br](mailto:elomatos@utfpr.edu.br)  
João Luiz Kovaleski(UTFPR) [kovaleski@utfpr.edu.br](mailto:kovaleski@utfpr.edu.br)  
Antonio Carlos de Francisco(UTFPR) [acfrancisco@utfpr.edu.br](mailto:acfrancisco@utfpr.edu.br)

### Resumo:

A manutenção visa a combinação de ações técnicas com a finalidade de manter e possibilitar que os sistemas produtivos possam desempenhar suas funções. No que concerne aos problemas energéticos e ambientais enfrentados pelo sistema produtivo da suinocultura, a EMBRAPA difundiu e promoveu como solução a construção de biodigestores anaeróbios para os problemas ambientais enfrentados pelo setor, eliminando assim os passivos ambientais referente ao volume de dejetos produzidos. Todavia, como consequência do processo de biodigestão anaeróbia obtem-se a produção do biogás que pode ser utilizado como recurso energético. Desta forma, a manutenção do sistema gerador de energia que se dá através de um conjunto motor-gerador deve ser feita para que o sistema possa permitir o bom desempenho das suas funções, e por sua vez reduzir a probabilidade de falha ou degradação de seu funcionamento, garantindo assim a qualidade da energia proveniente do biogás produzido pelo biodigestor.

**Palavras-chave:** Biodigestor, Biogás, Motor-Gerador, Manutenção.

## Maintenance of swine manure digesters and biogas production: Technologies biodigestion spread by EMBRAPA

### Abstract

The maintenance actions aimed at the combination of techniques in order to maintain and enable productive systems can perform their duties. With respect to energy and environmental problems faced by the swine production system, EMBRAPA spread and promoted as a solution to build anaerobic digesters to environmental problems faced by the sector, thus eliminating environmental liabilities related to the volume of waste produced, and as a consequence the anaerobic digestion process gets to production of biogas that can be used as an energy resource. Thus the maintenance of power generating system that is through a motor generator should be made to the system to ensure the proper performance of their duties and in turn reduce the likelihood of failure or degradation of its run, guaranteeing so the quality of the energy from the biogas produced by the digester.

**Key-words:** Biodigester, Biogas, Motor-Generator, Maintenance.

## **1. Introdução**

O biodigestor anaeróbio é uma tecnologia que sofreu várias adaptações de ordem incremental ao longo do tempo. Tal tecnologia atua na decomposição de resíduos orgânicos e na produção do biogás que pode ser usado como uma ótima fonte energética. Os biodigestores podem ser classificados quanto à sua complexidade no que diz respeito às instalações, podendo ser industriais ou rurais, existindo diversos modelos.

No Brasil a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) promoveu construções de biodigestores, frente ao dilema de que a atividade produtiva da suinocultura convive com os passíveis ambientais especialmente no que diz respeito ao alto volume de detritos gerados pelo setor, mas também se espera como resultado a produção do biogás como substituição do GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) como no caso de Concórdia, ou como em Braço do Norte que o biogás produzido é transformado em energia elétrica.

O modelo de biodigestor que foi escolhido pela EMBRAPA visa uma construção e operação simples, assim como também sua manutenção deve ser simples e de baixo custo. Nesse contexto o modelo canadense devido às vantagens em termos de custo, facilidade e rapidez de implementação, é o modelo usado para a suinocultura e é a base do biodigestor difundido pela EMBRAPA, pois a planta da estrutura consiste de uma escavação feita no solo e revestida com lona de PVC. Da mesma forma, o depósito de biogás ou reservatório também é coberto com vinimanta de PVC. Este modelo foi escolhido com o objetivo de produzir biogás com baixo custo de instalação e facilidade de operação, manejo e manutenção.

O Conjunto Motor-Gerador instalado, o qual consiste em um motor de combustão interna (diesel) adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um gerador de eletricidade para a devida geração de energia, e a caixa de comando para a respectiva distribuição, requerem alguns cuidados, conforme recomendações para manutenção e bom funcionamento do sistema como um todo. Pois é a boa manutenção que garante que o sistema possa desempenhar sua função na geração do biogás e seu uso como recurso energético.

## **2. Tecnologia de biodigestão e produção do biogás**

### **2.1 Modelos de Biodigestores**

A tecnologia que permite a degradação controlada de resíduos orgânicos através de construções vedadas, que proporciona a fermentação anaeróbia da biomassa e, conseqüentemente, a produção do gás combustível conhecido como biogás, é conhecida de longa data pela denominação de biodigestores anaeróbios, cujo primeiro modelo surgiu na Índia no século XIX (TAKAMATSU; OLIVEIRA, 2002, p. 29-33).

Os diversos biodigestores existentes podem ser classificados da seguinte forma: primeiramente quanto à sua complexidade, - no que diz respeito às instalações - podendo ser industriais ou rurais; o segundo ponto é quanto ao modelo construtivo, podendo ser desde os mais antigos como o Indiano e o Chinês, ou versões mais modernas como o desenvolvido no Brasil conhecido por modelo Marinha, ou mesmo o modelo de Fluxo Ascendente. Os biodigestores também podem ser classificados quanto à forma de alimentação, podendo ser batelada, intermitentes e contínuos. E finalmente a última distinção entre os sistemas de biodigestão se dá pelo sentido de seu fluxo, podendo ser de fluxo horizontal, vertical e fluxo ascendente (SILVA, 2001, p. 41-42).

O mais antigo biodigestor é o modelo indiano. Sua estrutura consistia basicamente numa câmara cilíndrica ou prismática, a qual proporcionava condições adequadas para a fermentação dos resíduos orgânicos, que ficavam expostas às condições climáticas.

Tecnicamente este primeiro modelo se caracteriza pela forma de alimentação, que era feita pelo enchimento total de uma única vez, denominado então de Batelada. Concluída a produção do biogás, o biodigestor era aberto para a retirada do biofertilizante, e o processo era reiniciado com uma nova carga de alimentação. Este modelo arcaico construído em alvenaria, ainda é usado, normalmente para fins experimentais. Entretanto, devido sua simplicidade pode ser adaptado às condições mais econômicas existentes com o uso de outros materiais na sua construção como concreto, chapas metálicas ou até mesmo manilhas usadas na rede de esgoto. Ao longo do tempo o modelo original sofreu algumas modificações, mas de pouca significância (SILVA, 2001, p. 45-46)

Em 1939, na cidade de Kampur (Índia), o Instituto Indiano de Pesquisa Agrícola desenvolveu um modelo aperfeiçoado que foi difundido por todo o mundo devido à praticidade de sua concepção, o qual ficou conhecido como Biodigestor Indiano. O modelo consiste de uma câmara de fermentação cilíndrica parecida com o modelo anterior, mas dividida por uma parede que deve ter altura não inferior à dois terços da altura da câmara. Esta câmara digestora deve ficar sob o solo para que a mistura fique ao nível da superfície do terreno. Neste modelo, existe também um reservatório de gás cilíndrico de fundo côncavo que fica emborcado sobre a câmara de fermentação. Esta estrutura é alimentada por uma tubulação de diâmetro de aproximadamente 10 cm, que sai de outra estrutura denominada caixa de carga, a qual tem por função receber a biomassa e abastecer a câmara central que degrada a matéria orgânica e produz o biogás. Após a formação do biogás na câmara central, o biofertilizante é conduzido por outra tubulação para uma terceira estrutura denominada caixa de saída ou caixa de descarga. Essa tubulação quando em PVC evita a corrosão, efeito da ação do tempo. No modelo inicial o fundo da caixa de alimentação coincidia com a superfície do terreno, mas para um melhor desempenho do biodigestor esta caixa foi adaptada a 60 cm do solo (SILVA, 2001, p. 41-46; TAKAMATSU; OLIVEIRA, 2002, p.30).

O que difere este modelo Indiano do primeiro é forma de alimentação contínua através da caixa de entrada, e a descarga pela caixa de saída. Diferente do modelo inicial em que era necessária a alimentação uma única vez, aguardar a formação do biogás e limpar a câmara, para daí se iniciar novamente o processo.

No modelo indiano, as caixas de alimentação e saída, a parede divisória e o reservatório de gás, que eram construídos em alvenaria, podem ser construídas em concreto ou chapas metálicas na atualidade. Porém, devido a acidez observou-se alta corrosão nas ferragens, logo, se faz necessário o uso de um tratamento anticorrosivo através de pintura com tinta antioxidante (com o objetivo da prolongação do tempo de vida útil dos equipamentos) (SILVA, 2001, p. 41-46)

Neste modelo, metade do custo total destinado a sua construção é gasto com o reservatório de gás, devido essa peça ser construída somente em oficinas especializadas e seu transporte e colocação ser de difícil operação por possuir diâmetro superior a 3m. Mas a grande vantagem do uso do biodigestor Modelo Indiano é que permite o fornecimento de biogás a uma pressão constante, pré-estabelecida na fase do projeto, o que possibilita uma perfeita regulagem dos equipamentos consumidores de biogás (SILVA, 2001, p. 45-46).

Nesta mesma época, logo após a Segunda Guerra Mundial, a utilização do biogás foi largamente difundida em regiões rurais de alguns países europeus. Os gases obtidos eram usados em automóveis e tratores, devido à escassez de petróleo. Logo essa tecnologia se espalhou por toda a Europa ocidental (SILVA, 2001).

Em 1958 na China, com pesquisas financiadas pelo governo que desejava solucionar problemas energéticos e de saneamento, desenvolveu-se o biodigestor Modelo Chinês. Este é construído em alvenaria, sua estrutura geométrica básica é formada por uma câmara de

fermentação cilíndrica de diâmetro interno  $D$  e altura  $H$  ( $D=2H$ ), tendo seu fundo e teto em forma de uma calota esférica. A parte superior desta câmara cujo teto é em forma de calota funciona como reservatório de gás fixo. Neste modelo, existe uma caixa de entrada (carga) que alimenta a câmara de fermentação. Isto através de uma tubulação semelhante ao modelo Indiano, de diâmetro de 10 cm, sendo que o seu fundo deve ficar 50 centímetros acima do nível da superfície, e para a caixa de saída o nível deve coincidir com a borda superior do cilindro da câmara de digestão e o substrato a fermentar não deve ultrapassar este nível. No biodigestor Chinês, a pressão natural do biogás é variável e depende, a cada instante do volume de biogás armazenado na campânula superior. A pressão se dá autonomamente e varia de acordo com o princípio da pressão hidráulica, prejudicando assim a regulação dos equipamentos consumidores de biogás. Atualmente, este problema é sanado com a adaptação de uma válvula reguladora de pressão de gás (SILVA, 2001, p. 47-48).



Figura 1: Biodigestor modelo Canadense - Fonte: A BARICHELLO, R. et al. (2012)

## 2.20 Biogás

Resíduos sólidos podem ser entendidos como todo e qualquer material, substância, objeto ou bem descartado pela sociedade. Já para a Norma Brasileira 10004 (ABNT, 1987 apud ARAUJO; DE SA; EL-DEIR, 2012) define-se como resíduo sólido, todo resíduo nos estados sólido e semi sólido, que resultam de atividade antrópica, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Neste aspecto os gases usados como energia são considerados resíduos sólidos.

O biogás é uma mistura gasosa combustível, produzida através da digestão anaeróbia, e processo fermentativo. A produção de biogás é possível a partir de diversos resíduos orgânicos, como dejetos de animais, lixo doméstico, resíduos agrícolas, efluentes industriais e plantas aquáticas. Nesse caso, quando a digestão anaeróbia é realizada em biodigestores, a mistura gasosa resultante do processo de biodigestão pode ser usada como combustível, o qual, além de seu alto poder calorífico, não produz gases tóxicos durante a queima, e é uma ótima alternativa para o aproveitamento dos dejetos produzidos. Por fim, ainda deixa como resíduo um lodo que é um excelente biofertilizante.

Dependendo da eficiência do processo, o biogás chega a conter entre 40% e 80% de metano

(PECORA, 2006 apud ARAUJO; DE SA; EL-DEIR, 2012). A composição típica do biogás é cerca de 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5% de uma mistura de hidrogênio, nitrogênio, amônia, ácido sulfídrico, monóxido de carbono, aminas voláteis e oxigênio (WEREKO-BROBBY, HAGEN, 2000 apud ARAUJO; DE SA; EL-DEIR, 2012).

Visto ser uma fonte de energia, o biogás pode ser utilizado para iluminação de residências e aquecimento de água, dentre outras possibilidades de uso. O biogás não é tóxico e por apresentar alta combustão, o biogás necessita ser continuamente drenado para evitar explosões (LIMA, 2005 apud ARAUJO; DE SA; EL-DEIR, 2012).

O biogás possa ser utilizado como combustível devido seu elevado conteúdo energético, esse uso ser tão diversificado como a geração de energia elétrica, térmica ou mecânica, seja em motores, turbinas a gás ou microturbina. É necessário identificar sua vazão, composição química e poder calorífico, parâmetros que determinam o real potencial de geração de energia elétrica, além de permitir dimensionar os processos de pré-tratamento do biogás, como a remoção de H<sub>2</sub>S (ácido sulfídrico) e da umidade, para assim se evitar danos aos equipamentos da instalação e aumentar seu poder energético (AGUILAR; OLIVEIRA; ARCANJO, 2012).

### **3. Tecnologia de biodigestores da EMBRAPA**

O desenvolvimento da tecnologia de biodigestores anaeróbios da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) vem da preocupação com um dos mais graves problemas ambientais deste século que diz respeito ao aquecimento global, causado pela emissão de gases causadores do efeito estufa, entre eles o metano. Na estimativa da Agência de Proteção Ambiental Americana (USEPA), observou-se que 14% da emissão do gás metano é oriundo de atividades relacionadas à produção animal, e que de 5 a 10% do metano gerado nos diversos continentes é proveniente de dejetos (OLIVEIRA; HIGARASHI, 2006, p. 9).

Em 2001 a Comissão Européia elaborou um documento que prevê a promoção do tratamento biológico dos dejetos, cuja finalidade é a redução do impacto ambiental, protegendo o solo, a saúde das plantas, animais e da humanidade. Portanto, o grande dilema que a atividade da suinocultura convive é a exigência no que concerne à sustentabilidade ambiental, energética e obviamente a redução dos gases poluentes. Se de um lado exige-se cada vez mais o aumento da produtividade, por outro, não se deve afetar o meio ambiente com a maximização da produtividade. A EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) promoveu então a construção de biodigestores, atendendo tais recomendações da União Européia, e ainda com a preocupação frente ao dilema de que a atividade convive, especialmente no que diz respeito à restrição de espaço para a expansão da atividade e a necessidade de atender, segundo Oliveira, (2005), as demandas de energia (térmica/elétrica), água de boa qualidade e alimento. Estas atualmente têm colocado paradigmas a serem superados, os quais se relacionam, principalmente, à questão ambiental e à geração e utilização de energia nas propriedades rurais, pois cada vez mais o custo final da produção está sendo evidenciado pelo aspecto da energia.

Esse ressurgimento que a EMBRAPA traz aos biodigestores, após 30 anos, visa uma alternativa eficaz para o suinocultor nos aspectos de saneamento e energia, tudo isso devido ao mercado dispor de novos materiais para a construção de tal tecnologia. A obtenção do biogás através de sistemas tecnológicos de biodigestão anaeróbia desenvolvido pela EMBRAPA, faz parte do Projeto Suinocultura Santa Catarina – PNMAII, cujo objetivo era a implantação de biodigestores em duas propriedades rurais, os quais seriam utilizados como projeto piloto para demonstrações futuras.

A implantação da tecnologia de biodigestão anaeróbia desenvolvida pela EMBRAPA objetiva principalmente o tratamento dos dejetos. Mas também se espera como resultado a produção

do biogás, e uma preocupação especial quanto a assistência técnica. Logo, a idéia é proporcionar a utilização otimizada do biogás gerado pela tecnologia para amenizar problemas relacionados à demanda de energia dentro da propriedade. Contudo, procurou-se implantar um modelo condizente com a realidade econômica da propriedade, para assim viabilizar-se a introdução de tal tecnologia.

Houve na consolidação desse projeto o cuidado para não se cometer os mesmos erros do passado, onde os biodigestores deixaram de lado sua função de produzir biogás e biofertilizante, e se transformaram em esterqueiras cobertas, que cumpriam apenas o papel de evitar a contaminação do solo e água.

As propriedades rurais selecionadas são caracterizadas pela produção de suínos para uma empresa integradora da região. Uma das propriedades rurais localiza-se no município de Concórdia e a outra na cidade de Braço do Norte, ambas situadas no Estado de Santa Catarina (Brasil). Conforme a Embrapa Suínos e Aves, (2003); Instituto CEPA (2005) apud Oliveira (2006) atualmente Santa Catarina é o Estado brasileiro de maior concentração de suínos.

O biogás obtido pelo biodigestor instalado na propriedade rural em Concórdia é utilizado como substituição do GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) para o aquecimento de um aviário, sendo que o uso de biogás é adequado e indicado na produção de frangos de corte, devido ao elevado consumo de energia para produção de calor dentro dos aviários. Para a segunda propriedade, localizada em Braço do Norte, o biogás produzido é transformado em energia elétrica.

Segundo Oliveira (2004), o modelo de biodigestor que foi escolhido pela EMBRAPA visava uma construção e operação simples, que permitisse ser implantado em unidades de produção de suínos de pequeno e médio porte, tendo um custo de implantação e manutenção dentro da realidade econômica dos produtores.

No sentido de minimizar o passivo ambiental e o problema da demanda por energia, buscou-se a solução desses problemas selecionando as melhores alternativas de modelos e materiais utilizados, visando a viabilidade econômica na implantação do sistema. Pois, quando o uso de materiais mais sofisticados, normalmente com custos elevados, ultrapassa o custo da energia economizada na propriedade, o produtor optará por concentrar o dejetos em esterqueiras para apenas resolver os problemas de ordem ambiental não poluindo água e solo. Assim, o produtor perderá a oportunidade de aproveitar os recursos energéticos que os dejetos podem oferecer na produção do biogás.

Sendo assim, o dimensionamento da tecnologia dos biodigestores implantados nas unidades modelos parte de simples escavações no solo revestidas com vinimanta<sup>1</sup>, com algumas adaptações inerentes ao modelo e por fim a utilização do biogás na propriedade.

Portanto, o modelo de biodigestor escolhido para implantação nas duas propriedades tem a finalidade de serem unidades demonstrativas do projeto da EMBRAPA. Neste sentido, são bastante versáteis no uso de diferentes resíduos orgânicos, e a sua operação requer uma carga diária constante, e também o manuseio do resíduo. Os dois modelos diferem pela capacidade, o primeiro de 100m<sup>3</sup> de biomassa e o segundo com 300m<sup>3</sup>.

Segundo Kunz (2004), existem vários modelos de biodigestores que foram desenvolvidos e adaptados, mas o modelo canadense tem ganhado bastante impulso face às vantagens em termos de custo, facilidade e rapidez de implementação. Portanto, este modelo é mais recomendado para a suinocultura e é a base do biodigestor difundido pela EMBRAPA.

---

<sup>1</sup> Uma espécie de lona.

A propriedade rural do município de Concórdia (SC) possui uma edificação onde são alojados 400 suínos destinados ao abate para uma empresa integradora. Esta edificação possui piso compacto conectado a canais para o manejo dos dejetos do lado externo da construção. Os dejetos são raspados diariamente de dentro das baias onde ficam os suínos, e direcionados para os canais externos que alimentam o biodigestor. Este biodigestor foi construído com volume da câmara de digestão para 100m<sup>3</sup> de biomassa.

A tecnologia do biodigestor implantado em Concórdia (SC), segue os padrões do modelo canadense, pois a planta da estrutura consiste de uma escavação feita no solo e revestida com vinimanta de PVC (cor negra) com espessura de 0,8mm. Nesta escavação denominada câmara digestora fica depositada a biomassa. O depósito de biogás ou reservatório também é coberto com vinimanta de PVC (cor negra), com espessura de 1mm. Também foi instalado neste biodigestor, um medidor para avaliação da produção de biogás modelo MG-4, com capacidade para a medição máxima de 4m<sup>3</sup>/hora.

Este biodigestor foi projetado para um Tempo de Retenção Hidráulico (TRH) de 30 dias, sendo alimentado diariamente com 2,45m<sup>3</sup> de dejetos. Segundo Kunz (2006), o emprego de mantas plásticas na construção de biodigestores, material de alta versatilidade e baixo custo, é o fator responsável pelo barateamento dos investimentos de implantação e de sua disseminação.

Segundo La Farge (1995) apud Oliveira (2004), a produção de biogás obtido através de biodigestores cuja origem é o modelo Canadense, é estimada em função da alimentação diária de Sólidos Voláteis (SV), pois a produção específica de biogás é de 0,45m<sup>3</sup>/Kg de SV. O biogás produzido nesse biodigestor é utilizado para geração de energia térmica no aquecimento do ambiente interno de um aviário de 1200m<sup>2</sup> com 2,60 m de pé-direito, que tem capacidade para alojar 14.400 frangos de corte, observou-se que o biogás utilizado manteve a temperatura entendida tecnicamente como de conforto térmico para as aves. Para transportar o biogás gerado, foi construído inicialmente um duto de mangueira plástica que posteriormente será substituída por uma tubulação em PVC. Isto teve o objetivo de diminuir as perdas de biogás na linha de transmissão.

O teste do calor gerado pelo biogás em substituição ao GLP neste aviário foi realizado através do uso de oito campânulas, fabricadas para o uso do GLP com diâmetro nominal do injetor de 0,652 mm, adaptadas para o uso do biogás, onde modificou-se o diâmetro do injetor para 1,50 mm. A pressão da linha de alimentação de biogás, para as campânulas, utilizada foi de 0,517 KG/cm<sup>2</sup>. Ao final dos testes concluiu-se que quando utilizado o biogás para aquecimento do aviário, proporcionou-se as mesmas condições de conforto térmico que o aquecimento com GLP. Portanto, a utilização do biogás como fonte energética é possível e eficaz.

Observou-se também que os valores de carga orgânica e de nutrientes foram reduzidos na saída do biodigestor, porém esses ainda são elevados não possibilitando o lançamento de seus efluentes nos cursos de água. Portanto, segundo Oliveira et al. (2006), o biodigestor faz parte de um dos estágios do processo de tratamento dos dejetos de suínos, pois estabiliza parcialmente os dejetos, não devendo ser encarado com uma solução definitiva, pois a tecnologia possui limitações quanto à eficiência da remoção da matéria orgânica e nutrientes existentes na biomassa.

O outro biodigestor desenvolvido pela EMBRAPA com capacidade de 300m<sup>3</sup> de biomassa, está em funcionamento desde 2005 e fica localizado na região da bacia hidrográfica do rio Coruja/Bonito. Nesta propriedade destinada à produção de leitões o volume diário de dejetos ficou estimado em torno de 12m<sup>3</sup>. Esses dejetos são conduzidos em tubos de PVC com diâmetro mínimo de 150 mm para uma caixa de homogeneização de fluxo. A planta do biodigestor também segue os critérios do modelo canadense, ou seja, a câmara de

concentração e fermentação da biomassa é escavada no solo e revestida inteiramente com vinimanta de PVC 800 micras e o reservatório de gás ou gasômetro é revestido com cobertura de vinimanta em PVC 1.000 micras. Este modelo foi escolhido com o objetivo de produzir biogás com baixo custo de instalação e facilidade de operação, manejo e manutenção.

O biogás adquirido através da fermentação no biodigestor é transportado por meio de tubulação rígida de PVC com 50 mm de diâmetro, contendo um ou mais pontos de purga d'água, para remoção de umidade, até a edificação onde foi instalado um conjunto gerador de eletricidade.

#### 4. Geração de Energia Elétrica e Manutenção

##### 4.1 Conjunto Motor-Gerador

O biogás é enviado através de tubulação rígida até o Conjunto Motor-Gerador instalado, o qual consiste em um motor de combustão interna (diesel) adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um gerador de eletricidade para a devida geração de energia. Existe também uma caixa de comando para a respectiva distribuição. Nesta caixa de comando, encontram-se a energia gerada pelo grupo gerador a biogás (BARICHELLO et al., 2012).

A geração de energia elétrica com o uso de biogás pode ser dividida nas seguintes tecnologias: Conjunto Gerador de Eletricidade, o qual consiste em um motor de combustão interna adaptado para o uso do biogás e acoplado a um gerador de eletricidade, ou Conjunto Gerador Economizador de Eletricidade, que é constituído por um motor de combustão interna adaptado para o uso de biogás como combustível, e acoplado a um motor assíncrono, de dois ou quatro pólos (OLIVEIRA, 2004apud KUNZ, OLIVEIRA, 2006).



Figura 2: Conjunto motor-gerador Fonte: A BARICHELLO, R. et al. (2012)



Quanto a questão no que diz respeito à remoção de H<sub>2</sub>S pode-se instalar um sistema de filtro, com limalha de ferro no seu interior. De acordo com Barichelo(2012), o conjunto motor-gerador de eletricidade trifásico deve possuir as seguintes especificações: Modelo GGB 30 kVA BIOGÁS com Potência 30 kVA Stand BY / 25 kVA Contínuo, Controle de Rotação Eletrônico por sensor eletromagnético, Chassi com perfil U dobrado, Dimensões Altura /Largura/Comprimento 1200mm X 1000mm X 2000mm, Peso 1.000 kg. GERADOR Marca WEG com Acoplamento Tipo rígido com flange, Grau de proteção IP-21, Numero de pólos 4, Rotação 1800 RPM, Freqüência 60 Hz, tensão 380 V. MOTOR Marca Ford 4.9.

#### 4.2Manutenção

De acordo com a norma NBR 5462 (1994)apud Padilha Jr., Rodrigues (2012), manutenção pode ser definida como: “Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em estado no qual possa desempenhar uma função requerida”. Dessa forma, com o intuito de desempenhar as suas funções, a manutenção utiliza-se de ferramentas e métodos que podem ser resumidos numa política de manutenção. De acordo com a NBR 5462 (1994) manutenção preventiva é aquela efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos. Destina-se a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item. Já a manutenção corretiva é aquela efetuada após a ocorrência de uma pane, e destina-se a recolocar um item em condições de executar uma função requerida. No caso da manutenção preditiva permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, visando reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

Quanto sua manutenção, o conjunto motor-gerador requer alguns cuidados, conforme recomendações para manutenção do sistema, dentre eles: Troca de óleo e filtro a cada 250 horas. No total são 6 litros de óleo no momento da troca do filtro, pois é necessária sempre a troca deste. Troca das velas a cada 500 horas sendo que a cada 250 horas elas devem ser limpas. A tensão da correia do alternador é necessária ser verificada semanalmente. A água do sistema de arrefecimento e o nível de óleo devem ser verificados diariamente. Segundo Silva (2001), devido a acidez e o efeito da ação do tempo, observou-se também uma alta corrosão nas ferragens, logo se faz necessário o uso de um tratamento anticorrosivo através de pintura com tinta antioxidante que objetiva a prolongação do tempo de vida útil dos equipamentos.

A empresa que forneceu o Grupo Motor/gerador teve que atender a critérios básicos de fornecimento de sistemas de aproveitamento energético de biogás para a geração de energia elétrica. A adequação do Grupo motor/gerador deve estar dentro dos requisitos da metodologia ONU,(Organização das Nações Unidas) além de conter um manual com as características da aplicação do sistema, características técnicas do conjunto motor/gerador e as características das instalações.

#### 5 Considerações Finais

Na análise do uso da tecnologia dos biodigestores da EMBRAPA, que tem a função da degradação dos dejetos produzidos pelo sistema produtivo da suinocultura, a produção do biogás pode ser usado como substituição do GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) ou transformado em energia elétrica.

Desta forma todo o biogás produzido é enviado para um conjunto Motor-Gerador através de uma tubulação; em tal conjunto instalado consiste um motor de combustão interna (diesel) adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um gerador de eletricidade, para a devida geração de energia.

A manutenção do conjunto motor-gerador deve ser realizada para que o sistema possa

desempenhar as suas funções, e por sua vez reduzir a probabilidade de falha ou degradação de seu funcionamento, garantindo assim a qualidade da energia proveniente do biogás produzido pelo biodigestor.

## 6 Referências

**AGUILAR, R. S. de; OLIVEIRA, L. C. S.; ARCANJO, G. L. F.** *Energia Renovável: Os Ganhos e os Impactos Sociais, Ambientais e Econômicos nas Indústrias Brasileiras*. XXXII ENEGEP – Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

**ARAÚJO, J. C. S. D. de; DE SA, H. A.; EL-DEIR, S. G.** *Análise Estratégica do Aproveitamento do Biogás para Geração de Energia Elétrica em Aterros*. XXXII ENEGEP – Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

**BARICHELLO, R. et al.** *Pequeno Condomínio de Agroenergia a partir do Biogás Proveniente do Tratamento de Dejetos Suínos: Um Estudo de Caso*. XXXII ENEGEP – Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

**KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. de.** *Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás*. Revista de Política Agrícola, v. 15, n. 3, p. 28-35, 2006. a. 15. p. 28-35. il. Projeto n.02.03.2.018.00.08. Biblioteca(s): Área de Informação da Sede; Embrapa Informática Agropecuária; Embrapa Semiárido; Embrapa Suínos e Aves; Embrapa Tabuleiros Costeiros.

**OLIVEIRA, P. A. V. de; HIGARASHI, M. M.** *Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos*. Concórdia: Embrapa Suínos e aves, 2006. (Documentos/Embrapa Suínos e Aves, ISSN 0101-6245; 115)

**PADILHA JR., R.F.; RODRIGUES, G. S.** *Gestão de Estoques de Peças de Reposição da Manutenção: Um Estudo de Caso*. XXXII ENEGEP – Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

**SILVA, M. de S. e.** *Biodigestão anaeróbia no saneamento rural*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

**TAKAMATSU, A. A.; OLIVEIRA, R. de F.** *Manual de biosistemas integrados na suinocultura*. Rede Paranaense de Projetos em Desenvolvimento Sustentável-TELUS – Curitiba: TECPAR/CITPAR, 2002.