

Portfólio bibliográfico da utilização de resíduos provenientes da suinocultura na geração de bioenergia

Bibliographic portfolio using waste from pig farming in the generation of bioenergy

Cliceu MARTINKOSKI [1](#); Nathalie Hamine Panzarini RODRIGUES [2](#); Reinaldo Luan RODRIGUES [3](#); Jeferson Jose GOMES [4](#); Clécio José MARTINKOSKI [5](#); Cintia Regina MORAIS [6](#)

Recibido: 18/10/16 • Aprobado: 25/11/2016

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
 - [2. Resíduos da suinocultura](#)
 - [3. Metodologia](#)
 - [4. Resultados e discussão](#)
 - [5. Considerações finais](#)
- [Referências](#)

RESUMO:

O presente estudo tem o objetivo geral de realizar uma revisão da literatura sobre a geração de biogás através dos resíduos da suinocultura, bem como os diferentes tipos de biodigestores utilizados para a produção de energia. Visto os impactos ambientais, sociais e econômicos do uso intensivo do petróleo, uma possibilidade para as alternativas energéticas, é a utilização da biomassa para geração de biogás. No Brasil os modelos de biodigestores mais empregados são o chinês e o indiano. Conclui-se que a suinocultura, aliada à técnicas de produção de energia a partir da produção de biogás, torna-se uma alternativa rentável para o produtor e benéfica para a gestão ambiental dentro das propriedades.

Palavras chave: Resíduos; Suinocultura; Biodigestor; Biogás.

ABSTRACT:

This study has the general objective to conduct a literature review on the generation of biogas by waste from pig farming, as well as the different types of digesters used for energy production. Since the environmental, social and economic impacts of the intensive use of oil, a possibility for alternative energy sources is the use of biomass for biogas generation. In Brazil the most used biodigester models are Chinese and Indian. It is concluded that the pig industry, coupled with energy production techniques from the biogas production, it is a cost effective alternative to the producer and beneficial for environmental management within the properties.

Keywords: Waste; Swine; Digester; Biogas

1. Introdução

Entre as principais fontes de energia utilizadas mundialmente estão os derivados do petróleo. Entretanto, os elevados preços do petróleo como consequência das crises de 70 e 80, bem como os impactos ambientais, econômicos e sociais decorrentes do uso intensivo de fontes não renováveis de energia, incentivam a busca por fontes de energia alternativas. (FERREIRA JUNIOR e RODRIGUES, 2015).

No Brasil, o estudo de alternativas energéticas, visando o desenvolvimento socioeconômico e a sustentabilidade ambiental, data da década de 1920. Uma alternativa relevante é a utilização da biomassa para geração de biogás. Este é um combustível renovável gerado a partir da digestão anaeróbia de resíduos orgânicos que podem resultar de fontes industriais, agrícolas e/ou municipais. Logo, contribui na reutilização de resíduos sólidos, utilizando-os como recurso e não como resíduo, bem como ajuda a reduzir os problemas de contaminação e propagação de doenças relacionadas com o mesmo (MARTINS, 2014; RODRIGUEZ et.al., 2013).

A biodigestão anaeróbia é um método de tratamento onde a matéria orgânica é degradada até a forma de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂). A emissão de metano depende basicamente do meio em que acontece a decomposição desse material. O Brasil concentra atualmente o terceiro maior rebanho de suínos do mundo (38,9 milhões de cabeças) grande parte desse rebanho encontra-se nas Regiões Sudeste e Sul do país, sendo o Paraná o terceiro maior Estado produtor de suínos.

Assim, faz-se necessário a utilização e elaboração de estratégias que amenizem a situação. Esta produção suína também representa um grande volume de dejetos que, além de altamente poluentes, na maioria dos casos não recebem tratamentos adequados, sendo lançados diretamente no ecossistema. Desta forma os biodigestores despontam como uma alternativa para a sustentabilidade da atividade, agregando valor à produção, diminuindo custos e impactos ambientais (HACHMANN et. al., 2013; JUNGUES, 2009).

Dentro deste contexto, o objetivo geral deste artigo é realizar uma revisão da literatura sobre a geração de biogás através dos resíduos da suinocultura, bem como os diferentes tipos de biodigestores utilizados para a produção de energia.

2. Resíduos da suinocultura

O âmbito rural brasileiro passou por acentuada revolução tecnológica ao longo das últimas décadas que resultou em considerável aumento da produtividade. Por equivalência, as operações agrícolas tem se mostrado como grandes geradoras de resíduos em todo o mundo. Em especial relacionado à produção brasileira de suínos, normalmente os dejetos são lançados sem tratamento em rios e mananciais demonstrando um enorme potencial poluidor, pois este material contém fezes, urina, restos de alimentos não ingeridos e os germes e bactérias que os acompanham (ARVANITOYANNIS, 2008; ANGONESE *et al.*, 2006).

Segundo Oliveira (2009), a suinocultura é uma atividade importante do ponto de vista social e econômica. No entanto, sua exploração é considerada pelos órgãos de controle ambiental, como "atividade potencialmente causadora de degradação ambiental", sendo enquadrada como de grande potencial poluidor.

A suinocultura tem um grande poder de geração de resíduos. São produzidos entre 5,7 a 7,6 litros de dejetos/dia, para suínos com faixa de peso entre 57 a 97 kg. Os dejetos de suínos são 260 vezes mais poluentes quando comparados com o potencial poluente dos esgotos domésticos (Angonese et al. 2006; HACHMANN et. al., 2013).

Levando em consideração a defição da equivalência populacional, em termos de poluição de matéria orgânica, um suíno adulto equivale em média, a 3,5 pessoas adultas. Os resíduos contem altas cargas de fósforo e azoto, patógenos, sedimentos e alguns metais pesados. A água residual de suinocultura é vastamente utilizada como fertilizante em muitos países dado sua alta carga orgânica. Contudo, a intensa criação de animais agregado às altas cargas orgânicas do resíduo, pode classificar os resíduos como responsável por grande potencial poluidor do solo e causadores de eutrofização em corpos hídricos (CREMONEZ, 2015).

É necessário evitar que um volume tão grande de dejetos continue a ser lançado no meio ambiente, poluindo mananciais, solo, ar, pois comprometem não somente a qualidade de vida das populações rurais e urbanas, como também, a sobrevivência da fauna e da flora das regiões onde os criatórios estão inseridos (BARICGELLO et. al. 2012).

Neste contexto, Martinez *et al* (2003) relata que a tecnologia da digestão anaeróbica em biodigestores é uma das possibilidades para o combate da poluição gerada por esta atividade e que ao mesmo tempo, agrega valor às propriedades rurais, uma vez que, apresenta aspectos de saneamento e energia, além de estimular a reciclagem de nutrientes.

2.1. Geração de Biogás na Suinocultura

2.1.1. Biodigestor

De acordo com a Associação Paranaense de Suinocultores-APS, existem cerca de dois mil biodigestores implantados no Brasil, mas este número ainda é pequeno, se comparado com as mais de 700 mil propriedades que produzem suínos no território nacional. Com a finalidade de produzir energia limpa, o biodigestor é uma alternativa para a produção de energia nas pequenas propriedades rurais e comunidades do interior (RITTER et. al 2013).

Segundo Zammar (2014) e Oliver (2008) a biodigestão anaeróbica permite o aproveitamento do esterco animal juntamente com a água utilizada para limpeza, canalizando-os até um separador horizontal de líquidos e sólidos, onde apenas o líquido é destinado ao biodigestor para a produção de biogás. Já a biomassa sólida é empregada como biofertilizante beneficiando o aumento da produtividade, preservação do meio ambiente e na saúde humana e animal como apresenta a figura 1:

Figura 1 - Benefícios do biodigestor



Fonte: OLIVER (2008).

Dentre os benefícios alcançados com a utilização dos biodigestores estão a geração de biogás, energia limpa e renovável, utilizado em motores, geradores de energia elétrica, secadores diversos, aquecimento, etc. (OLIVER, 2008).

Segundo Hachmann et. al. (2014) os biodigestores são reatores anaeróbios, alimentados com biomassa (esterco) e que têm como produtos o biogás e o biofertilizante. Sua estrutura consiste em uma câmara de digestão e um gasômetro. A câmara de digestão é onde acontece a degradação da matéria orgânica, possuindo uma parede divisória, que favorece a hidrodinâmica

e eficiência do processo. O gasômetro encontra-se sobre a câmara de digestão e é onde o biogás fica retido para seu posterior uso.

A emissão de metano depende, principalmente, do meio em que ocorre a decomposição desse material. A suinocultura acaba sendo a grande responsável pelas emissões de metano dos dejetos, já que o sistema de criação adotado no Brasil caracteriza-se pelo confinamento total, e sua decomposição ocorre em meio anaeróbio. Porém, com a utilização de biodigestores, esse problema pode ser facilmente resolvido, pois é possibilitada a captura desse gás e sua posterior queima (ORRICO JÚNIOR, 2010).

2.1.2 Modelos de Biodigestores

Vários modelos de biodigestores têm sido desenvolvidos e adaptados, buscando a estabilização de resíduos, visando tanto aumentar a eficiência, quanto também a redução de custos de implantação (RICARDO, 2012).

Compreendendo os biodigestores de abastecimento contínuos, no Brasil os modelos mais empregados em propriedades que produzem biomassa de origem bovina e suína são: biodigestor com cúpula fixa (modelo chinês) e o biodigestor com campânula flutuante (modelo indiano) (FONSECA, 2009; TEIXEIRA, 2012).

O modelo chinês é mais rústico e completamente construído em alvenaria, ficando quase totalmente enterrado no solo. Formado por uma câmara cilíndrica feita em alvenaria para a fermentação, com teto abaulado, impermeável, destinado ao armazenamento do biogás. Funciona, normalmente, com alta pressão a qual varia em função da produção e consumo do biogás, dessa forma conta com uma câmara de regulação, a qual lhe permitiria trabalhar com baixa pressão (PERMINIO, 2013, SALES, 2014).

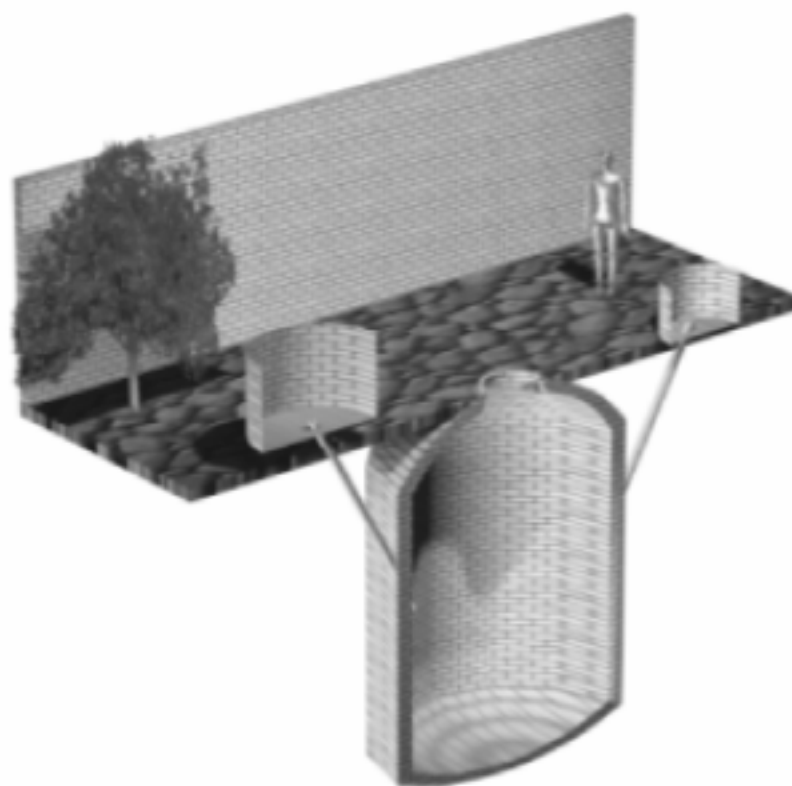


Figura 2 - Representação tridimensional em corte do biodigestor modelo chinês.
Fonte: DEGANUTTI et al., 2002

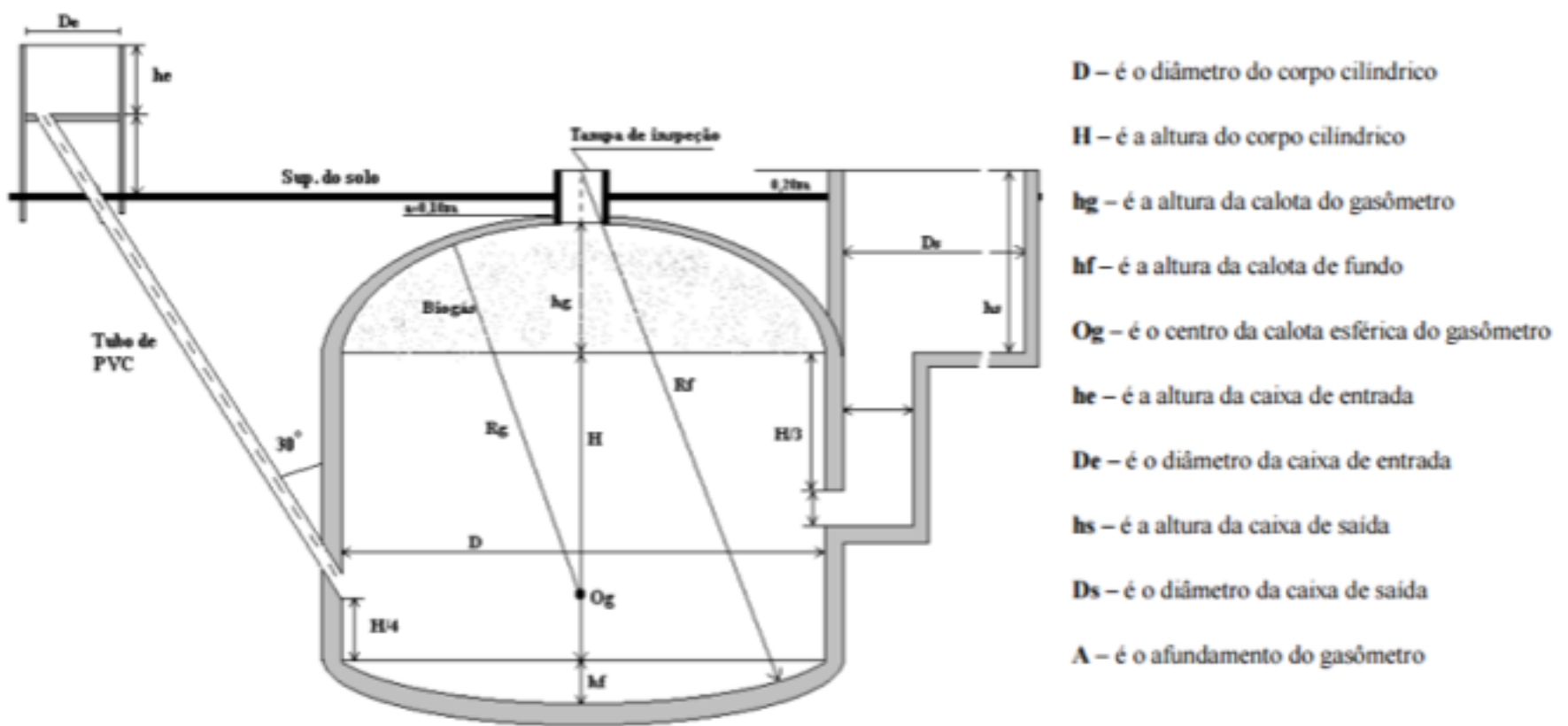


Figura 3 - Biodigestor modelo chinês
 Fonte: DEGANUTTI et.al., 2002

De acordo com os críticos do biodigestor tipo chinês, a grande restrição para seu uso é a oscilação da pressão de consumo, ora com pressões elevadas, ora com baixas pressões. Conforme as demais soluções encontradas, como impermeabilização e o processo construtivo, a obtenção de uma pressão constante no consumo deveria ser simples e acessível. A instalação do biodigestor deve ser feita sob a supervisão de uma equipe capacitada na área de condução de gases. Tais profissionais podem ser encontrados com o auxílio da EMATER de cada Estado ou das cooperativas e associações pecuaristas (PERMINO, 2013).

O modelo indiano é o mais usado no Brasil devido à sua funcionalidade. Quando construído, apresenta o formato de um poço que é o local onde ocorre a digestão da biomassa, coberto por uma tampa cônica, isto é, pela campânula flutuante que controla a pressão do gás metano e permite a regulagem da emissão do mesmo. Outra razão para sua maior difusão está no fato do outro modelo, o chinês, exigir a observação de muitos detalhes para sua construção.

O biodigestor Indiano (Figura 4 e Figura 5) caracteriza-se por possuir uma campânula como gasômetro, a qual pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação, ou um selo d'água externo, e uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras (DEGANUTTI et al., 2001; PERMINO, 2013).

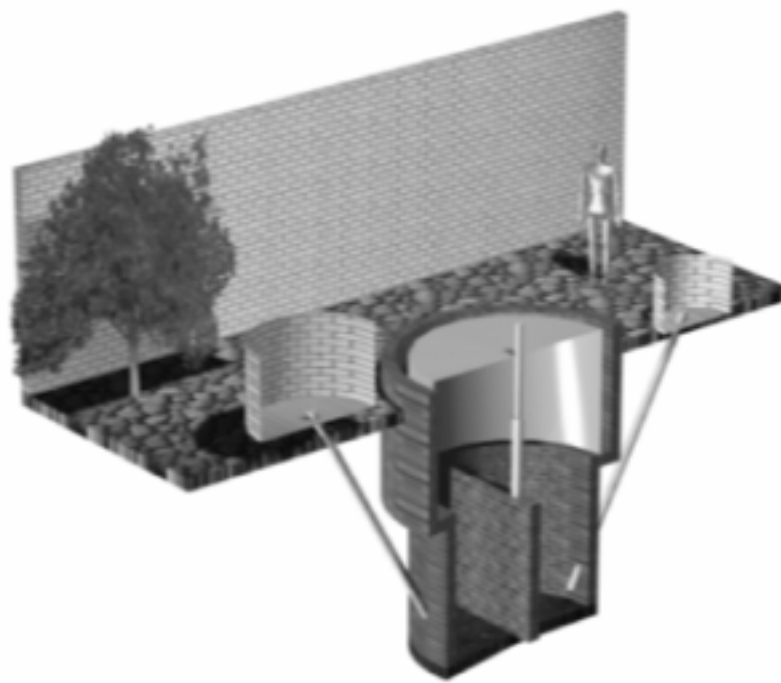
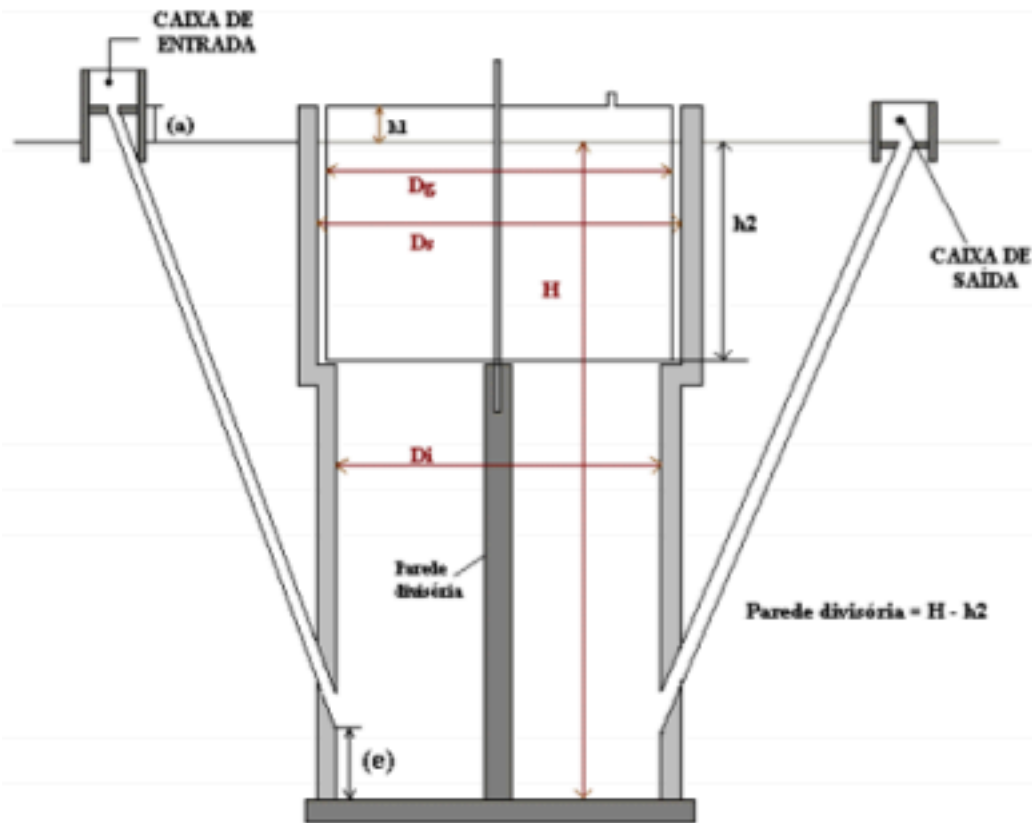


Figura 4: Representação tridimensional em corte do biodigestor modelo indiano.
 Fonte: DEGANUTTI et. al,(2002).



H – é a altura do nível do substrato
 Di – é o diâmetro interno do biodigestor
 Dg – é o diâmetro do gasômetro
 Ds – é o diâmetro interno da parede superior
 h1 – é a altura ociosa (reservatório biogás)
 h2 – é a altura útil do gasômetro
 a – é a altura da caixa de entrada
 e – é a altura de entrada do cano com efluente

Figura 5 - Biodigestor modelo indiano.
 Fonte: DEGANUTTI et.al., 2002

A fim de esclarecer as vantagens e desvantagens de cada modelo de biodigestor, o Quadro 1 a seguir, apresenta uma comparação entre as características globais dos dois modelos:

	Chinês	Indiano
Produção de gás por volume de substrato	Tempo de digestão 40-60 dias; 309,8 g/m ³ /dia	Tempo de digestão 40-60 dias; 340,8 g/m ³ / dia.
Materiais	Tijolo, pedra, concreto, areia, cimento, ferro	Tijolo, pedra, concreto, areia, cimento, ferro

Sistema	Abastecimento periódico, esvaziamento não periódico.	Abastecimento e esvaziamento periódico.
Possibilidade de Auto-Instalação	Pode ser montado inteiramente pelo usuário, desde que tenha bastante habilidade como pedreiro.	Pode ser montado pelo usuário, mas a câmara de gás deve ser feita em oficina metalúrgica.
Isolamento Térmico	Feito dentro da terra, tem bom isolamento natural e a temperatura é mais ou menos constante. Pode-se melhorar o isolamento fazendo o biodigestor sob currais e estábulos.	Tem perdas de calor pela câmara de gás metálica, difícil de isolar, menos indicado para climas frios.
Perdas de Gás	A parte superior deve ser protegida com materiais impermeáveis e não-porosos; difícil obter construção estanque.	Sem problemas.
Matérias-primas usadas	Esterco e outros restos orgânicos e excrementos humanos	Esterco, excrementos e materiais fibrosos acrescentados como aditivo.
Manutenção	Deve ser limpo uma ou duas vezes por ano.	A câmara de gás deve ser pintada uma vez por ano.
Custo	Razoável se for possível a ajuda mútua.	Mais caro (depende do custo da campânula)
Melhorias possíveis	Abóbada impermeável, adoção de agitadores, montagem de aquecimento.	Campânula inoxidável, melhoria no isolamento térmico da mesma.

Quadro 1 - Comparação de características de construção.
Fonte: Adaptado de PERINO (2013).

2.2 Biogás

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 (SANTOS,2013).

O biogás é uma fonte renovável de energia formada por uma mistura de metano (CH₄) e de gás carbônico (CO₂), com concentrações de 65% e 35%, respectivamente, e pode substituir as fontes convencionais na produção de suínos. Estudos sobre a geração de energia elétrica a partir do biogás gerado por dejetos de suínos e a análise econômica ainda são encontrados com certa escassez (OLIVEIRA & HIGARASHI, 2006; ZAGO, 2003). Isso levou a um considerável incremento na disponibilidade de biogás e ao surgimento da alternativa da geração de energia elétrica que pode ser aproveitada no sistema de produção ou ser vendida para as concessionárias (MARTINS e OLIVEIRA, 2011).

Gomes et. al. (2014) cita que a geração de biogás pode ocasionar algumas vantagens e desvantagens, como mostrado no Quadro 2.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> ● Fornecimento de energia (térmica, elétrica e veicular) no meio rural com o uso do biogás; ● Redução dos gastos do produtor com compra de energia e insumos; ● Exigência de menor tempo de retenção hidráulica e de área em comparação com outros sistemas de manejo e tratamento (ex.: lagoas e esterqueiras); ● Substituição do GLP em sistemas de aquecimento do ambiente interno e utilização em fogões adaptados (ex.: em aviários, produção de leite); ● Valorização dos dejetos como adubo orgânico (biofertilizante); ● Substituir o consumo de energias não renováveis por energia renovável; ● Redução do poder poluente e do nível de patógenos; ● Reduz a quantidade emitida de dióxido de carbono (CO₂) e de metano (CH₄), gases causadores do efeito estufa; ● É um processo natural para tratamento de rejeitos orgânicos; ● Diminui o volume de resíduo a ser descartado, reduzindo o impacto ambiental da atividade suinícola e redução de odores; ● Requer menos espaço que aterros sanitários corrosivos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● A produção de biogás é dependente das condições climáticas da região, pois a temperatura da biomassa determina a velocidade das reações anaeróbias que ocorrem na câmara de fermentação; ● O sistema é sensível a descargas de detergentes e desinfetantes; ● O modelo canadense tem como desvantagens a pressão variável do gás produzido, necessitando de compressor para o transporte e uso em sistema de aquecimento com queimadores que trabalham com pressão constante; ● Formação de gás sulfídrico, gás tóxico com cheiro desagradável; ● Custo extra de manutenção devido à escolha do material utilizado na construção do biodigestor, pois há formação de gases corrosivos.

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens da geração de biogás.

Fonte: Adaptado de Gomes et. al. 2014.

Ainda segundo Rodrigues (2006), pode-se realizar a seguinte equivalência em relação a produção de 1 metro³, ilustrado na Tabela 1.

1 metro cúbico de BIOGÁS equivale a:	0,613 litro de gasolina
	0,579 litro de querosene
	0,553 litro de óleo diesel
	0,454 litro de gás de cozinha
	1,536 quilo de lenha

	0,790 litro de álcool hidratado
	1,428 kW de eletricidade

Tabela 1 - Equivalência do Biogás
Fonte: adaptado de Rodrigues, 2006.

O aproveitamento do biogás para fins de aquecimento, geração de energia elétrica ou como combustível veicular, traz benefícios estratégicos contribuindo como fonte alternativa de energia, benefícios ambientais colaborando com a mitigação do metano, um dos principais gases responsável pelo efeito estufa, benefício socioeconômicos com uso de equipamentos e insumos nacionais desenvolvendo a tecnologia nacional e no emprego de mão de obra qualificada e não qualificada nas várias etapas do processo (PAVAN, 2010).

3. Metodologia

Trata-se de um estudo do tipo descritivo, de revisão sistemática da literatura, que adotou as seguintes etapas para a seleção da amostra: escolha da questão temática, estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão de artigos, definição das informações a serem extraídas, análise e interpretação dos resultados e apresentação da revisão (ROSA, 2012).

Por meio do portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) foram consultadas as seguintes base de dados: *ScienceDirect* e *Scopus*. Na consulta dos periódicos, primeiramente como palavra chave na língua inglesa buscou-se o termo "biodigester", na sequência realizou-se uma nova busca também na língua inglesa o termo "bioenergy". A seguir definiu-se como palavras chaves a combinação dos dois termos na língua inglesa: "biodigester" and "bioenergy". Na sequência foram aplicados dois filtros de seleção.

O primeiro foi relacionado ao tipo de documento, no qual foi selecionado o tipo "article" ou "journals", uma vez que somente esses passam por processos de avaliação por pares na sua versão completa.

O segundo filtro considerou todos os artigos publicados nos últimos cinco anos (2012-2016), porém foram analisados os artigos publicados até setembro de 2016, pois o período de busca e análise ocorreu em outubro de 2016.

4. Resultados e discussão

Na primeira etapa de seleção dos artigos foram encontrados 132 artigos brutos com reconhecimento científico para o termo "biodigester" (Tabela 2).

Base de Dados	Número de Artigos
<i>Scopus</i>	103
<i>ScienceDirect</i>	29
TOTAL	132

Tabela 2 – Artigos com a palavra "BIODIGESTER"
Fonte: autoria própria.

Na segunda etapa de seleção foram encontrados 9539 artigos no total para o termo "bioenergy", como ilustrado na Tabela 3.

Base de Dados	Número de Artigos

<i>Scopus</i>	7569
<i>ScienceDirect</i>	1970
TOTAL	9539

Tabela 3 – Artigos com a palavra "BIOENERGY"
Fonte: autoria própria.

Por fim, na terceira etapa onde foram combinados os termos "biodigester" e "bioenergy", houve uma redução significativa, encontrando-se apenas 8 artigos com reconhecimento científico, conforme Tabela 4.

Base de Dados	Número de Artigos
<i>Scopus</i>	5
<i>ScienceDirect</i>	3
TOTAL	8

Tabela 4 – Artigos combinando as palavras "BIODIGESTER E BIOENERGY"
Fonte: autoria própria.

Após a leitura de todos os artigos, chegou-se a um montante de 8 artigos que se referiam aos temas biodigestores e bioenergia, as referências dos mesmos são ilustradas a seguir no Quadro 3, referente a base de dados *Scopus*.

ARTIGOS SELECIONADOS – <i>Scopus</i>
GRIMA-OLMEDO, C.; RAMÍREZ-GÓMEZ, T.; ALCALDE-CARTAGENA, R. Energetic performance of landfill and digester biogas in a domestic cooker. Applied Energy , v. 134, p. 301-308, 2014.
KAWAROE, M et al. Anaerobic biodegradation using macroalgae <i>Eucheuma cottonii</i> to produce bio-methane. International Journal of Applied Engineering Research . V. 10, p. 35550-35565, 2015.
MUSARRA, M.; D'ASCENZO, F.; VINCI, G. Bioenergy from organic waste: A case study of an agro-zootechnical company. Industrie Alimentari , v. 54, p. 10-16, 2015.
MÜLLER, R et al. Influence of wood shavings bed material for dairy cattle on biogas methane content. Journal of Food, Agriculture and Environment , v. 13, p. 210-212, 2015.
VICTORINO, <i>Alfiado et al.</i> Biotecnologia e sustentabilidade: potencial de digestão anaeróbia na redução de resíduos, na produção de energia e de biofertilizantes. Journal of Social, Technological and Environmental Science , v. 5, p. 68-87, 2016.

Quadro 3 – Referências dos artigos encontrados na base de dados **Scopus**.
Fonte: autoria própria.

Já o Quadro 4 traz os resultados referentes aos artigos encontrados na *ScienceDirect*.

ARTIGOS SELECIONADOS – ScienceDirect
<ul style="list-style-type: none"> • BUDIARTO, Rachmawan et al. Sustainability challenge for small scale renewable energy use in Yogyakarta. Procedia Environmental Sciences, v. 17, p. 513-518, 2013.
<ul style="list-style-type: none"> • HE, Guizhen et al. Comparing centralized and decentralized bio-energy systems in rural China. Energy policy, v. 63, p. 34-43, 2013.
<ul style="list-style-type: none"> • KEMAUSUOR, Francis; BOLWIG, Simon; MILLER, Shelie. Modelling the socio-economic impacts of modern bioenergy in rural communities in Ghana. Sustainable Energy Technologies and Assessments, v. 14, p. 9-20, 2016.

Quadro 4 – Referências dos artigos encontrados na base de dados **ScienceDirect**.
Fonte: autoria própria.

Desta forma o Quadro 5 apresenta os 8 artigos encontrados nas duas bases de dados, *Scopus* e *ScienceDirect*, com o principal objetivo de cada um, bem como o nome do periódico onde foram publicados.

ARTIGOS	PERIÓDICO	OBJETIVO DO ARTIGO
<ul style="list-style-type: none"> • Energetic performance of landfill and digester biogas in a domestic cooker 	Applied Energy	O objetivo deste artigo foi quantificar o desempenho energético do biogás de aterro e do biogás de biodigestores de resíduos urbanos, estes foram examinados em testes de consumo.
<ul style="list-style-type: none"> • Anaerobic biodegradation using macroalgae <i>Eucheuma cottonii</i> to produce bio-methane 	<International Journal of Applied Engineering Research	O objetivo desta pesquisa foi analisar a lama com caráter de processo biodegradação anaeróbica em biodigestores (25 L) de <i>E. cottonii</i> observados para pH, TS (sólidos totais), VS (sólidos voláteis), SCOD (demanda química de oxigênio solúvel) e SCOD remoção parâmetro.
<ul style="list-style-type: none"> • Bioenergy from organic waste: A case study of an agro-zootechnical company 	Industrie Alimentari	O objetivo deste artigo foi analisar o processo de produção de uma empresa do setor agroalimentar e do processo de cogeração de energia utilizando a biomassa gerada pela produção agrícola e pecuária, bem como a análise dos aspectos econômicos.
<ul style="list-style-type: none"> • Influence of wood shavings bed material for dairy cattle on biogas methane content 	Journal of Food, Agriculture and Environment	O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de aparas de madeira usados como cama para os bovinos, sobre o conteúdo de metano no biogás.

<ul style="list-style-type: none"> • Biotecnologia e sustentabilidade: potencial de digestão anaeróbia na redução de resíduos, na produção de energia e de biofertilizantes 	<p>Journal of Social, Technological and Environmental Science</p>	<p>Este artigo visa instalar e qualificar uma unidade sustentável: Projeto “Vitrine da Sustentabilidade”, demonstrativa de produção e uso de bioenergia e biofertilizantes. Analisa o desempenho de um reator tubular de PVC de 10 m³ no tratamento de resíduos alimentares do Restaurante da Universidade de Brasília.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Sustainability challenge for small scale renewable energy use in Yogyakarta 	<p>Procedia Environmental Sciences</p>	<p>Este artigo descreve exemplos que demonstram desafios na aplicação de instalações de energia renovável em pequena escala com base em bioenergia, hidráulica e sistema de energia fotovoltaica em pequena escala em Yogyakarta.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Comparing centralized and decentralized bio-energy systems in rural China 	<p>Energy policy</p>	<p>Estudos sobre as vantagens e desvantagens dos sistemas de bio-energia descentralizados e centralizados são raros. Assim este estudo tem como objetivo discutir sobre as performances destes dois sistemas em termos de efeitos sociais, econômicos e ambientais.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Modelling the socio-economic impacts of modern bioenergy in rural communities in Ghana 	<p>Sustainable Energy Technologies and Assessments</p>	<p>Este estudo analisa os impactos socioeconômicos dos sistemas de biogás, utilizando uma comunidade rural remota em Gana como um estudo de caso</p>

Quadro 5 - Vantagens e desvantagens da geração de biogás.
Fonte: Adaptado de Gomes et. al. 2014.

Levando em conta as informações apresentadas pelos 8 artigos, a avaliação permite concluir que há uma variedade de aplicações e tipos de biodigestores, com as mais variadas tecnologias, materiais, tamanho ou modelo. Estes podendo influenciar diretamente nos custos e rendimentos para a produção de energia elétrica.

5. Considerações finais

O presente estudo objetivou apresentar uma visão sobre a utilização dos resíduos da suinocultura para a geração de biogás. Diante da busca por fontes alternativas de energia, destaca-se o biogás gerado a partir da biomassa de criação de suíno.

Verifica-se o aumento de biodigestores implantados no Brasil, porém esse número é pequeno comparado com o número de propriedades rurais produtoras de suínos. Visto o auto potencial poluidor dos resíduos advindos da suinocultura a possibilidade do uso do biogás e biofertilizante nas propriedades, agregando valor ao processo de tratamento dos dejetos e diminuindo os custos de produção diante da redução dos gastos do produtor com compra de energia e insumos.

A interpretação da análise dos artigos encontrados, permite deduzir que a combinação dos dois temas biodigestor e bioenergia precisa ser mais estudado e aprofundado, tendo em vista que apenas oito artigos apresentaram a combinação dos dois temas e que atuam na produção de energia, existindo assim uma lacuna relacionada a estudos prescritivos.

Considerando os aspectos apresentados, conclui-se que a suinocultura, aliada à técnicas de produção de energia a partir da produção de biogás, torna-se uma alternativa rentável para o produtor e benéfica para a gestão ambiental dentro das propriedades.

Referências

AMON, T. et al. *Methane production through anaerobic digestion of various energy crops grown in sustainable crop rotations*, Bioresource Technology, v. 98, n. 17, p. 3204-3212, 2007.

ANGONESE, A. R. et al. *Energy efficiency of swine production system with biodigestor waste treatment*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 3, p. 745-750, 2006.

ARVANITTOYANNIS, I. S.; LADAS, D. *Meat waste treatment methods and potential uses*. International Journal of Food Science & Technology, v. 43, n. 3, p. 543-559, 2008.

DEGANUTTI, R. et al. *Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada*. Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural, 2002.

FERREIRA JUNIOR, J. C. G., RODRIGUES, M. G. *Um estudo sobre a energia eólica no Brasil*. Ciência Atual, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 02-13, 2015.

FERREIRA, P. F.; GÖBEL, L.; BUENO, LRS. *Automação de biodigestor de resíduos em escala piloto para acoplamento em micro unidade de geração de energia*. Blucher Chemical Engineering Proceedings, v. 1, n. 2, p. 1248-1254, 2015

FREITAS, S.P. et al. *Efeitos de resíduos da suinocultura sobre a atividade do diuron aplicado ao solo*. Ceres, v. 45, n. 262, 2015.

GOMES, A. C. A. et al. *Incentivos para a viabilização do biogás a partir dos resíduos da pecuária leiteira no Estado de Minas Gerais*. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 30, 2014.

HACHMANN, T.L. et al. *Resíduos de aves e suínos: Potencialidades*. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 8, n. 5, p. 59-65, 2014.

MARTINEZ, J.; GUIZIOU, F.; PEU, P.; GUEUTIER, V. *Influence of treatment techniques for pig slurry on methane emissions during subsequent storage*. Biosystems Engineering, v.85, n.3, p.347-354, 2003.

MARTINS, F. M.; OLIVEIRA, P. de. *Análise econômica da geração de energia elétrica a partir do biogás na suinocultura*. Engenharia Agrícola, v. 31, n. 3, p. 477-486, 2011.

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.

OLIVEIRA, P.A.V. *Uso racional da água na suinocultura*. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia – SC. 2009. Disponível em <
[http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/578661/4/CusersPiazzonDocuments CartilhaDia.pdf](http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/578661/4/CusersPiazzonDocuments%20CartilhaDia.pdf)> Acesso em 26 ago 2015.

OLIVER, A. P.M. et al. *Manual de treinamento em biodigestão*. Salvador: Winrock Internacional, 22p, 2008.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR, J. *Produção animal e o meio ambiente: uma comparação entre potencial de emissão de metano dos dejetos e a quantidade de alimento produzido*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.31, n.2, abr. 2011.

PAVAN, M. C. O. *Geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos: avaliação e diretrizes para tecnologias potencialmente aplicáveis no Brasil*. 2010. 186 f. Tese (Doutorado em Energia) - Programa de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo. São Paulo,

2010.

PERMINIO, G.B. *Vabilidade do uso de biodigestor como tratamento de efluentes domésticos descentralizado.* Monografia (Formas Alternativas de Energia) Universidade Federal de Lavras , Minas Gerais.2014.

RICARDO, C.M. *Avaliação econômica de biodigestor de fluxo tubular, com sistema de recirculação, no tratamento de dejetos de suínos.* Dissertação (Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais,2013.

RITTER, C.M.; SANTOS, F. R.; CURTI, S. M.. *Potencial de produção de biogás com dejetos da suinocultura: sustentabilidade e alternativa energética em Santa Catarina.* Revista Tópos, v. 7, n. 1, p. 32-40, 2013.

RODRIGUES, P. H. F., et. al. *Avaliação de empresas start-up por Opções Reais: o caso do setor de biotecnologia.* Gestão & Produção, São Carlos, v. 20, n. 3, p. 511-523, 2013.

SALES FILHO, I.O.; SANTOS, SM; LIMA, H.C. *Avaliação da toxicidade e remoção de matéria orgânica de efluente de biodigestor de resíduos sólidos orgânicos tratados em Wetlands.* Dissertação (Engenharia Civil E Ambiental) Universidade Federal De Pernambuco, 2014.

SANTOS, L.A.R. *Manutenção Para Biodigestores De Dejetos De Suínos E Produção De Biogás: Tecnologias De Biodigestão Difundida Pela Embrapa.* III Congresso Brasileiro De Engenharia De Produção2013.

TEIXEIRA, C.C.M.; *Estudo Do Potencial De Geração De Energia Elétrica No Município De Ipojuca/Pe, Através Da Utilização De Biogás.* XXXII Encontro Nacional De Engenharia De Producao,2012.

ZAGO, S. *Potencialidade de produção de energia através do biogás integrada à melhoria ambiental em propriedades rurais com criação intensiva de animais, na região do meio oeste catarinense.*103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Regional de Blumenau, Centro de Ciências Tecnológicas, Blumenau, 2003.

ZAMMAR, L. BOOGAARD, T. A. V.D.; ZAMMAR, G.; KOVALESKI, F. *Sistema de Purificação de Biogás.* IV Congresso Brasileiro De Engenharia De Produção, 2014.

-
1. (UTFPR) cliceumartinkoski@gmail.com
 2. (UTFPR) nhpanzarini@gmail.com
 3. (UTFPR) rrodrigues@outlook.com.br
 4. (UTFPR) jefersongomes@utfpr.edu.br
 5. (UTFPR) clecius.martinkoski@gmail.com
 6. (SECAL) synn_2010@hotmail.com
-

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 18) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]