



Octubre 2019 - ISSN: 1988-7833

BIOGÁS: UMA FONTE DE ENERGIA SUSTENTÁVEL

Arlindo Ananias Pereira da Silva¹

(Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho")

Adriano Roberto Franquelino²

(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul)

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Arlindo Ananias Pereira da Silva y Adriano Roberto Franquelino (2019): "Biogás: uma fonte de energia sustentável", Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (septiembre 2019). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/cccss/2019/09/biogas-energia-sustentavel.html>

RESUMO

Os sistemas de produção de suínos geram grandes quantidades de dejetos que podem ser tratados convertendo-se matéria orgânica em biogás, que é uma fonte alternativa de energia, para alimentação de geradores de eletricidade, no entanto isso também tem causado problemas ambientais fruto da concentração e aumento de escala da atividade. A geração e o aproveitamento do biogás a partir desses resíduos se mostra como uma alternativa interessante, pois permite o aproveitamento do biogás gerado em biodigestores como fonte de energia térmica e elétrica, reduzindo os custos provenientes da demanda energética. Este estudo vem agregar conhecimento para fonte de energias a partir da biomassa de dejetos de suínos.

Palavras chaves: Biodigestor, Dejetos de suínos, Geração de energia elétrica.

ABSTRACT

Pig production systems generate large quantities of waste that can be treated by converting organic matter into biogas, which is an alternative source of energy, for feeding electricity generators, however this has also caused environmental problems due to concentration and Increased scale of activity. The generation and use of biogas from these wastes is an interesting alternative, since it allows the use of the biogas generated in biodigestors as a source of thermal and electric energy, reducing the costs coming from the energy demand. This study will aggregate knowledge for new sources of energy from the biomass of swine manure.

Key words: Biodigestor, Pig waste, Electric power generation.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Fernandes (2012) citado por SILVA (1996), a biomassa é considerada uma fonte de energia renovável devido ao fato da sua reposição na natureza, podendo ser feita sem grandes dificuldades num período de tempo consideravelmente curto em relação a outras

1- Engenheiro Florestal – Mestrando em Agronomia pela FEIS/UNESP, Ilha Solteira – SP. e-mail: arlindo-ananias@hotmail.com

2- Geógrafo, Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – CPTL. e-mail: adrianofranquelinogeo@gmail.com

fontes, por exemplo os combustíveis fósseis, no qual a reposição natural envolve milhares de anos e condições favoráveis.

A sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro, onde se compreende em quatro dimensões a saber que é a sustentabilidade ecológica, ambiental, social e política. É interessante examinar esta suposição pelo enfoque do uso da energia e minerais no sistema de produção de suínos, pois a produção de energia é mais efetiva quanto menor for sua importação notando-se maior sustentabilidade e exportação de nutrientes pela propriedade rural, tudo isto com o menor impacto possível (FILHO et al.,2001).

A demanda de energia cresce a cada dia, pois é um insumo indispensável à sociedade. Geralmente sua obtenção é proveniente de fontes não-renováveis prejudicando o meio ambiente. Nos Balanço Energético Nacional, 44% de energia provêm de fontes não-renováveis, ou seja, combustíveis fósseis. Além destas fontes serem finitas, quando utilizadas emitem gás carbônico (CO₂), o qual contribui para o efeito estufa. A acuidade das alterações climáticas, a crescente preocupação com o aumento dos preços dos combustíveis fósseis, assim como a segurança energética faz com que muitos países introduzam a utilização de fontes alternativas de energias em sua matriz energética, como estratégia para garantir o suprimento energético e reduzir impactos ao meio ambiente (FERNANDES, 2012).

De acordo com Associação Brasileira de Criadores de Suínos do Brasil (ABCS), em 2016 o Brasil foi o quarto maior produtor e exportador de suínos do mundo. Esta posição foi alcançada através da substituição de um modelo de produção de subsistência ou de pequena escala por médias e grandes unidades de produção de suínos em confinamento. Apesar de ainda muito concentrada na Região Sul do Brasil, durante a última década acelerou-se a migração desta atividade para as Regiões Centro-Oeste e Sudeste do país. As características ambientais tais como o clima, relevo e solo, e as econômicas como o tamanho e capacidade de investimento da propriedade e a disponibilidade de área agrícola, distintas destas duas regiões trazem novos desafios para o correto manejo dos efluentes gerados na suinocultura (ABCS, 2016).

Muitas tecnologias estão disponíveis atualmente para o manejo dos dejetos líquidos de suínos. No entanto, a seleção destas tecnologias deve considerar os aspectos técnicos e econômicos intrínsecos a cenário, assim como as características da propriedade: número de animais alojados e produção de efluente, disponibilidade de área para uso agrônomo dos dejetos, além das eventuais oportunidades para produção de energia e fertilizantes orgânicos para uso *in loco* ou comercialização (FILHO et al.,2001).

O biogás consiste em uma mistura gasosa inflamável, produzida através da digestão anaeróbia e processo fermentativo de bactérias. 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 das bactérias é realizada em biodigestores, a mistura gasosa resultante do processo de biodigestão

que pode ser usada como combustível, o qual, além de seu alto poder calorífico, não produz gases tóxicos durante a queima, e é uma ótima escolha para aplicação dos dejetos produzidos. Por fim, ainda deixa como resíduo um lodo que é um excelente biofertilizante, o biogás é uma fonte renovável de energia composta por uma mistura de metano (CH_4) e de gás carbônico (CO_2), com concentrações de 65% e 35%, respectivamente, e pode trocar as fontes convencionais na produção de suínos (PANZARINI et al., 2015).

O presente estudo tem como objetivo geral apresentar uma visão sobre a otimização de biomassa em forma biogás decorrente de resíduos da suinocultura.

2. PRODUÇÃO E MANEJO DE SUÍNOS

Em um sistema de produção de suínos, denominado de granja, é constituído por um conjunto de componentes que estão inter-relacionados e cujo objetivo básico é a produção de suínos para proteína animal. Neste sistema é necessário considerar as entradas de insumos como água, energia, ração, medicamentos e sanitizantes, instalações, tipo e categoria de produção, formas de manejo e gerenciamento dos resíduos. Sendo que, o desempenho da produção irá depender da harmonia entre estes componentes, o que determina a capacidade de produção e a geração de dividendos (ABCS, 2016).

O esquema do sistema produtivo de uma granja de suínos com as entradas de insumos, os resíduos gerados, o processo de tratamento com a utilização de um biodigestor, assim como, o aproveitamento dos subprodutos desse processo (**Figura 1**).

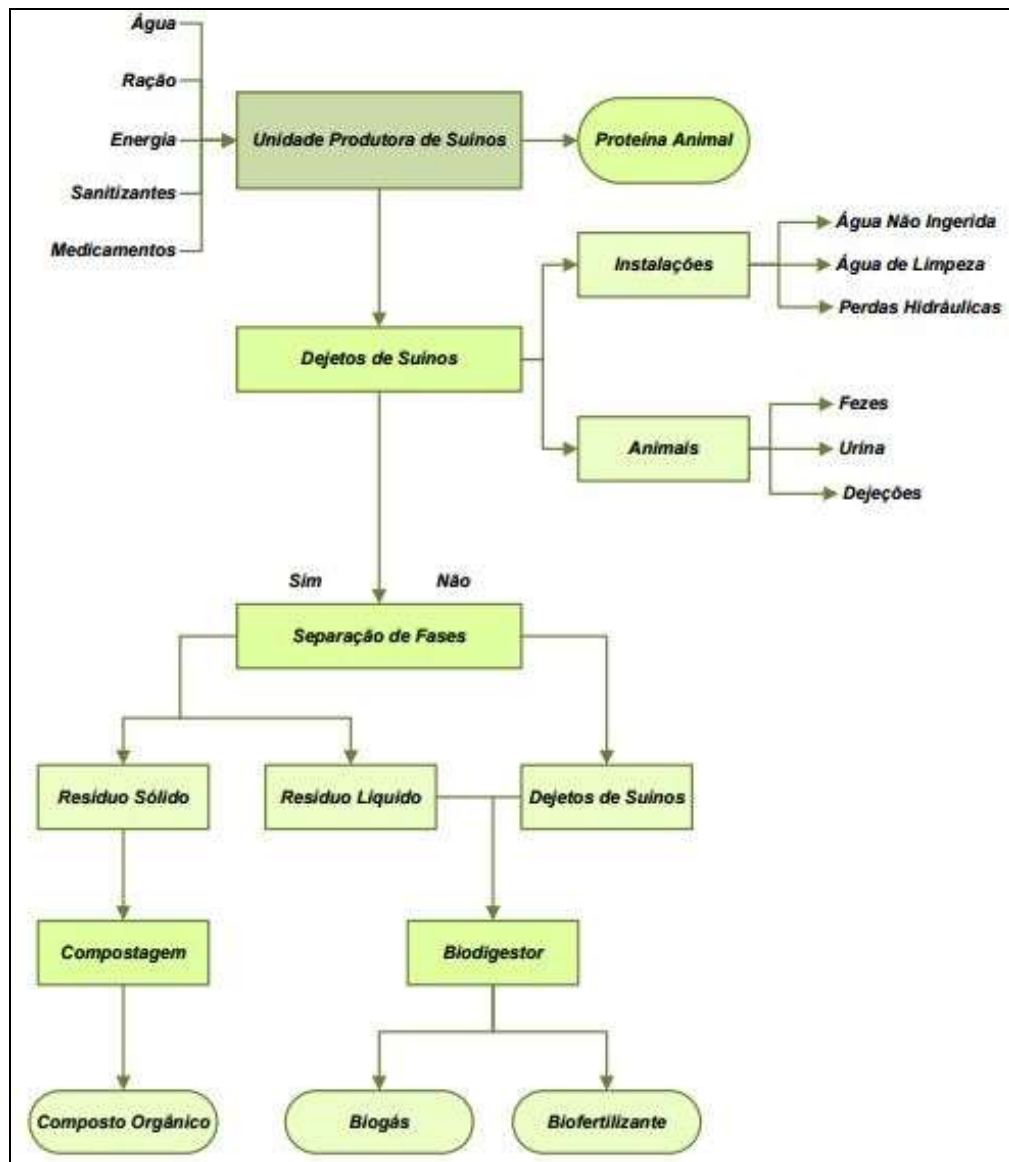


Figura 1 - Esquema do sistema produtivo de uma granja de suínos.
Fonte: FERNANDES, (2012).

Nesse sistema, os tipos de produção, assim como à condição de divisão e especialização das atividades características da criação de suínos, são variáveis com a fase de vida dos mesmos, sendo divididas as criações de suínos em quatro fases, como Gestação, maternidade, creche e terminação. Na fase de gestação possui fêmeas adultas com média de 200 kg onde passam sua fase de gestação por 114 dias, na fase de maternidade onde ocorre o parto é uma fase de 21 a 28 dias onde são desmamados leitões de 5 a 6 kg, a fase de creche, onde os leitões desmamados chegam e ficam entre 40 a 50 dias saindo com média de 25kg e por fim esses leitões chegam a terminação saindo com peso de 100 a 120 kg entre 100 a 120 dias (ABCS, 2016).

O total de dejetos líquidos por suínos pode varia de acordo com o seu desenvolvimento ponderal, mas proporciona valores decrescentes de 8,5 a 4,9% em relação a seu peso vivo/dia para a faixa de 15 a 100 kg, onde um suíno adulto produz em média 7 - 8 litros de dejetos líquidos / dia ou 0,21 - 0,24m³ de dejetos por mês (**Tabela 1**).

Tabela 1 — Diferentes fases produtivas dos suínos de acordo com a produção média diária de dejetos.

Categoria	Esterco (Kg/dia)	Esterco + urina (Kg/dia)	Dejetos líquidos (Litros/dia)
Gestação	3,60	11,00	16,00
Maternidade	6,40	18,00	27,00
Creche	0,35	0,95	1,40
Terminação	2,30	4,90	7,00

Fonte: AZEVEDO et al., (2015).

Entre os sistemas, há três características importantes, água, energia e materiais; que podem caracterizar o processo de produção como a sua eficiência, e para determinar as características físico-químicas e biológica dos efluentes, no caso a biomassa residual, em que a estrutura de custos consiste nos valores de custos fixos, em um tempo que não muda durante um certo período e os custos variáveis, aqueles variar dentro de um determinado período de tempo, de acordo com a produção (PANZARINI et al., 2015).

Os nutricionistas veterinários normalmente calculam uma relação de 4:1, para a ingestão de água em relação à ingestão de matéria-seca. Assim, um suíno adulto, consumindo em torno de 2,5 kg de ração ao dia, teria uma necessidade ao redor de 10 litros de água. Na prática, há muita variação nestes números, devida principalmente a problemas de dimensionamento dos bebedouros e problemas sociais entre os animais na baia de criação. A **Tabela 2**, desenvolvido por Barbari e Rossi (1992) citado por Fernandes (2012) apresenta as necessidades de água por suíno em função de suas categorias.

Tabela 2 - Necessidades de água por suíno em função de suas categorias

Categoria dos suínos	Litros de água/suínos/dia
Leitão na maternidade	0,1 a 0,5
Leitão na creche (5 a 25kg)	1,0 a 5,0
Suíno em crescimento (25 a 50kg)	4,0 a 7,0
Suíno em recria (50 a 100kg)	5,0 a 10,0
Suíno em terminação (100 a 150kg)	7,0 a 15,0
Porca em desmama	5,0 a 10,0
Porca em gestação	10,0 a 20,0
Porca em maternidade	20,0 a 35,0
Cachaço (macho)	10,0 a 15,0

Fonte: Barbari e Rossi (1992).

O tipo de piso, tipologia da edificação, a densidade dos dejetos, o tipo de bebedouro e o manejo de água para limpeza determinam o volume de dejetos líquidos produzidos. O desperdício de água nessa fase devemos pensar em todas os modos aceitáveis de impedirmos. Uma pequena goteira em um bebedouro, com pressão de 2,8 kg/cm² representa uma perda de 26,5 litros/hora (0,63m³ /dia) e 150 litros/hora num vazamento maior. Em suas melhorias e para prevenção, esses desperdícios de água nas instalações, os animais devem arranjar água de boa qualidade e em quantidade suficiente, caso contrário podem ocorrer vários dificuldades em sua performance produtiva e para limpeza das instalações de uma

granja no sistema confinado, que são consumidos em média 6 litros/água/dia por matriz e 2 litros por animal na fase de terminação (FILHO et al., 2001).

O desperdício de decorrente de instalação de bebedouros inadequados, instalações hidráulicas e mal dimensionadas é a condição básica para promover o armazenamento, processamento e utilização dos dejetos suínos. No desperdício de água tem a participação dos bebedouros, o ideal é aquele que fornece um apropriado volume de água na integração com o tempo, com baixa lentidão de escoamento. A altura e o ângulo de posicionamento dos bebedouros devem ser acurados em função do exemplar e da altura dos animais, onde o tipo de bebedouro proporciona uma altura ideal para sua instalação de acordo com a fase do animal. A **Tabela 3** apresenta a vazão mínima para bebedouros na fase produtiva dos suínos.

Tabela 3 - Vazão mínima para bebedouros na fase produtiva dos suínos

Categoria de Suínos	Vazão de água (L/min)
Leitões na maternidade	0,25 a 0,40
Suíno (até 30kg)	0,50 a 0,60
Suíno (30 a 50kg)	0,60 a 0,75
Suíno (50 a 150kg)	0,75 a 1,00
Porca em lactação	1,50 a 2,00
Porca em gestação	1,00 a 1,50
Cachaço	1,50 a 2,00

Fonte: OLIVEIRA & MOREIRA (2007) adaptado por FILHO et al., (2001).

2.1. GERAÇÃO DE DEJETOS

Segundo PANZARINI e colaboradores (2015) a geração de dejetos é constituída por esterco, urina, resíduos de ração e água, essa composição dos dejetos está associada ao sistema de manejo adotado, que poderá apresentar grandes variações na concentração dos elementos componentes, dependendo da diluição à qual foram submetidos e do sistema de armazenamento. A produção de fezes e urina, a água de limpeza e higiene e as perdas de água pelos bebedouros são os fatores que mais contribuem para a diluição dos dejetos. O volume é um parâmetro importante para caracterizar a concentração de elementos, dimensionar as estruturas de tratamento, armazenagem e o fluxo hidráulico, sendo esse, considerado um aspecto difícil, em função das variações existentes entre as granjas e dentro da própria granja, ao longo do tempo. A quantidade total de dejetos produzido por um suíno em determinada fase do seu desenvolvimento, é um dado fundamental para o planejamento das instalações de coleta e estocagem, e definição dos equipamentos a serem utilizados para o transporte e distribuição do mesmo na lavoura. Sendo que, as quantidades de fezes e urina são afetadas por fatores zootécnicos, ambientais e dietéticos (**Figura 2**).

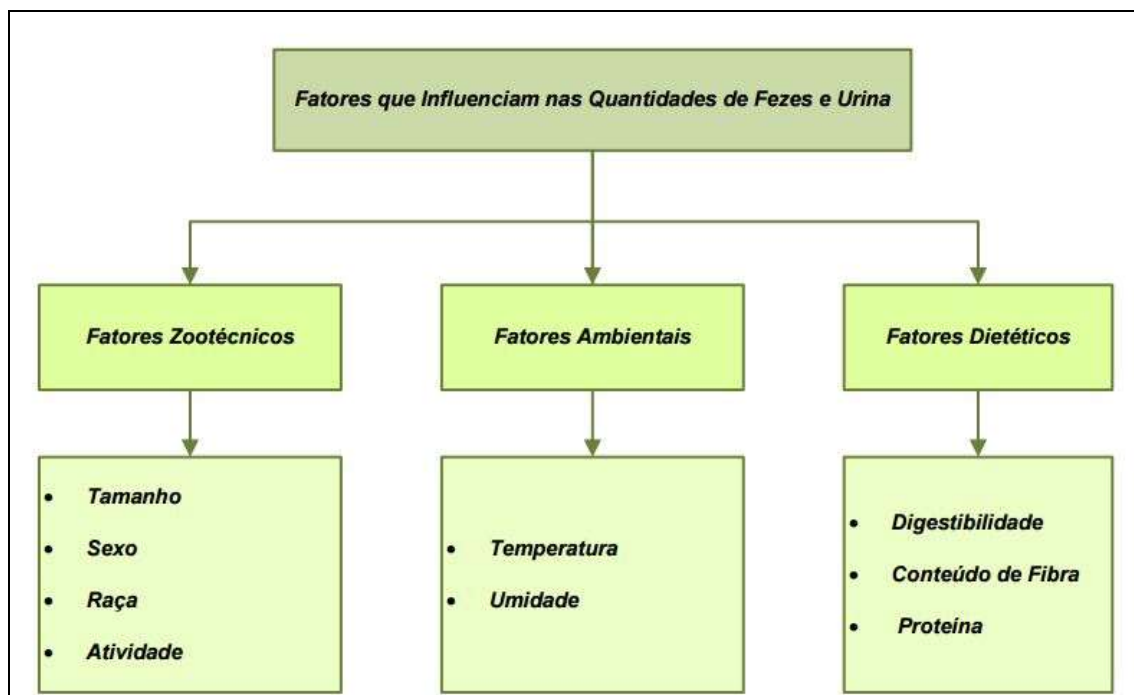


Figura 2 - Fatores que influenciam nas quantidades de fezes e urina.
Fonte: DALLARARA, (2005) adaptado por PANZARINI et al., (2015).

Deste modo, a composição do dejetos suíno varia em função da quantidade de água usada nas instalações, tipo de alimento e idade dos animais, sendo que a composição mais completa de resíduos líquidos está na fase de crescimento e terminação.

3. CARACTERIZAÇÃO DA BIOMASSA PARA SUINOCULTURA

Segundo Fernandes (2012) citado por Cortez e colaboradores (2008), apenas há pouco mais de 100 anos a biomassa começou a perder cada vez mais sua liderança histórica para a energia do carvão, e depois, com o crescimento contínuo do petróleo e do gás natural, a utilização da biomassa foi reduzida praticamente às residências particulares em regiões agrícolas. Porém, com a necessidade de redução no consumo de combustíveis fósseis, a biomassa residual passou a ser uma importante fonte alternativa de energia. A biomassa define-se como a abrangência da matéria vegetal criada pela fotossíntese e seus derivados, tais como resíduos florestais e agrícolas, resíduos animais e matéria orgânica contida nos resíduos domésticos e municipais.

As fontes da biomassa podem ser obtidas através de vegetais não-lenhosos, de vegetais lenhosos, como é o caso da madeira e seus resíduos, e também de resíduos orgânicos, nos quais encontramos os resíduos agrícolas, urbanos e industriais. Assim como, também se pode obter biomassa dos biofluidos, como os óleos vegetais, tendo como exemplo, a mamona e a soja (**Figura 3**) (CORTEZ et al., 2008).

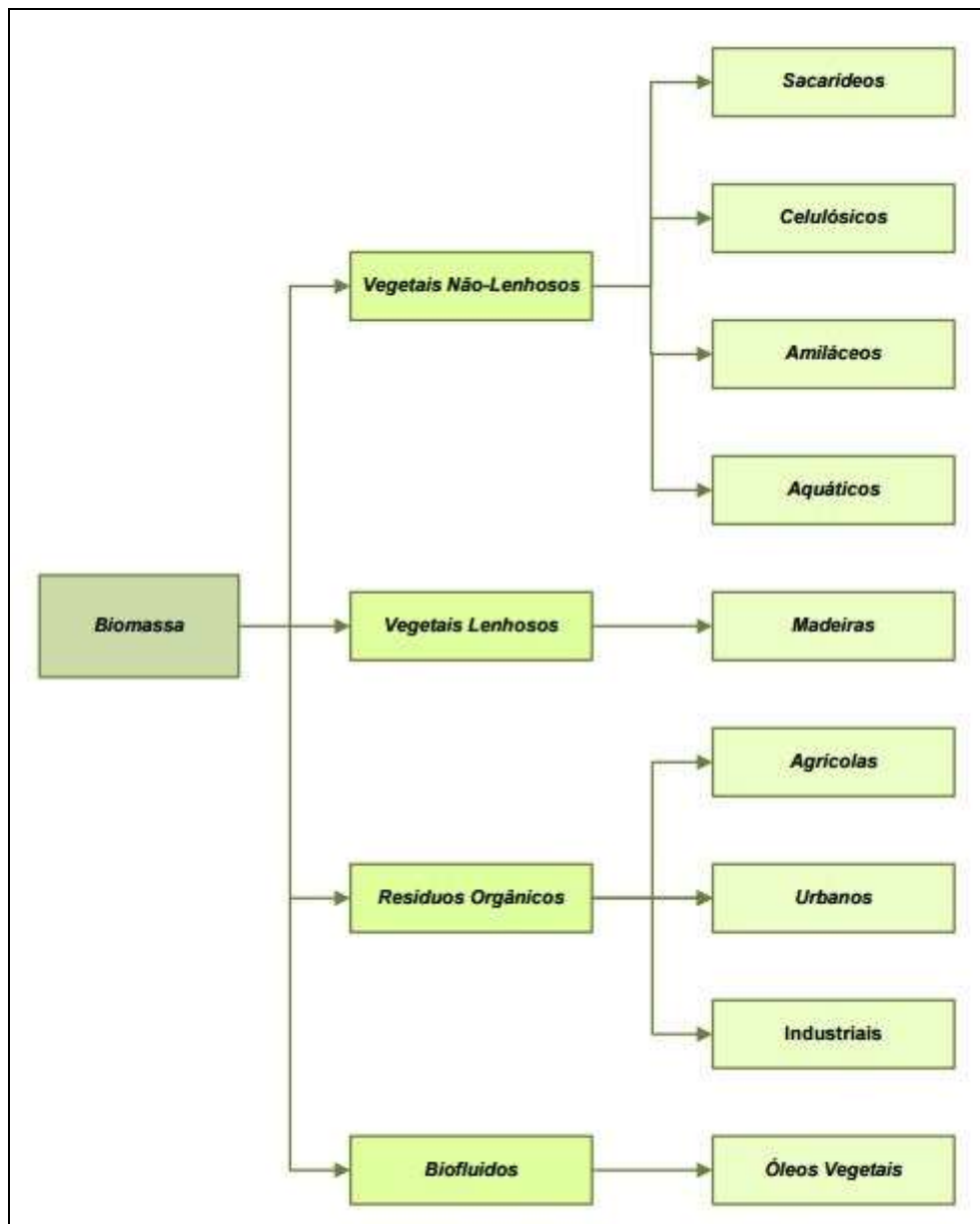


Figura 3 - Fontes de biomassa.
Fonte: Ministério de Minas e Energia (2012).

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME) (2012), a Agência Internacional de Energia (AIE) calcula que dentro de aproximadamente 20 anos cerca de 30% do total da energia consumida pela humanidade será proveniente de fontes renováveis, que hoje representam 14% da energia produzida no mundo. A biomassa representa 11,4% na participação de oferta de energia proveniente de fontes renováveis. Quanto aos recursos naturais renováveis devem ser usados em níveis abaixo dos direitos relevantes e com ritmo assimilável pelo meio ambiente, a este respeito que deve ser discutida a energia advinda dos suínos em diferentes vetores, renováveis e não renováveis

O bom uso dos recursos naturais, como a melhoria e simplificação usando o grau de capacidade para apoiar as atividades e a gestão de emissão de efluentes, segundo as características dos receptores ar, solo e água, determinarão a maior ou menor sustentabilidade

na atividade (WESTRUP et al., 2015). A Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, citada por CORTEZ e colaboradores (2008), define que a sustentabilidade possui um desenvolvimento como um processo aonde almeja as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atendendo suas próprias necessidades. Segundo a Comissão a exploração dos recursos no processo de transformação é considerado um desenvolvimento sustentável. A direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão harmonizadas e reforçam o potencial presente e futuro, com o intuito de atender as precisões e aspirações humanas.

3.1. RISCOS AMBIENTAIS

Nos dias de hoje há uma grande necessidade de planejamento ambiental em todos os setores empresariais, seja no setor rural ou industrial. Com isso para os profissionais que atuam no setor ambiental dentro de uma empresa, devem ser capacitados para que assim consigam planejar o uso dos recursos naturais situando as atividades, seja em propriedades rurais ou regiões em pontos que a capacidade suporte seja suficiente para a atividade. Isso requer a monitorização das águas residuais na aptidão, sistemas de reciclagem e/ou tratamento. Além do planejamento, há necessidade de uma atenção especial que deve ser dada à operação dos sistemas de manejo de resíduos, pois é comum encontrarmos sistemas que operam em péssimas condições ou até paralisados, não contribuindo em nada para a melhoria de qualidade ambiental (PANZARINI et al., 2015).

Os recursos ambientais, principalmente solo e na água vem sofrendo grandes impactos da suinocultura que são enormes desde que os métodos de produção convencionais são negligenciados a aplicação de medidas de conservação. No entanto, existem duas condições adversas que aumentam a degradação ambiental produzido pela grande escala criação de suínos, a ocorrência de uma grande parte do rebanho brasileiro é concentrado em uma relativamente pequena área geográfica no sul, separados por sub-bacias contribuintes duas bacias hidrográficas estratégico e que as consequências ambientais mais graves aparecem apenas o primeiro elo da cadeia de produção, a fazenda eo ambiente dos pequenos agricultores, assentados de forma difusa e nem sempre têm os recursos necessários para a implementação de tecnologias avançadas para a preservação do meio ambiente (PEREIRA, 2011).

Os aspectos ambientais são fatores integrantes de desempenho e impacto sobre o meio ambiente são as consequências destas atividades sobre o meio ambiente, quando os aspectos ambientais da interação com o meio ambiente é o impacto sobre o meio ambiente. Os fatores de desequilíbrio e impacto ambiental sobre os aspectos ambientais são próprios os desequilíbrios, ou seja, os aspectos ambientais das causas e efeitos sobre o meio ambiente são efeitos (FILHO et al., 2001). Na **Tabela 3** ressalta a aplicação dos conceitos de aspectos e impactos ambientais em suinocultura.

Tabela 3 - Conceitos de aspectos e impactos ambientais em suinocultura

Aspectos Ambientais (Causas)	Impactos Ambientais (Efeitos)
Geração de Dejetos	Contaminação dos solos Poluição das águas
Mortalidades	Contaminação dos solos Comprometimento da sanidade
Consumo de Água	Contaminação dos solos Comprometimento da sanidade
Consumo de Rações	Contaminação dos solos Comprometimento da sanidade

Fonte: FILHO et al., (2001).

Outro aspecto significativo é a poluição do ar, como resultado da produção intensiva da suinocultura que está associada com a produção de gases tóxicos no interior das instalações que podem causar a ocorrência de doenças no homem e nos animais, relacionadas com fenómenos de poluição atmosférica, devido à libertação de gases de efeito estufa proveniente de processos de digestão anaeróbica em sistemas armazenamento ou tratamento de resíduos, que são o principal dos gases emitidos a partir de sistemas de confinamento de suinocultura (FILHO et al., 2001).

Sem tratamento e destino adequado para os resíduos podem trazer um monte de danos ao meio ambiente, bem como solo, água e ar, e este processo de degradação, como a maioria das propriedades de suínos não tem o equipamento e as facilidades necessárias para o armazenamento e processamento. Portanto, para que seja determinada as diferenças na intensidade do impacto ambiental das várias formas de suinocultura, é necessário analisar várias tecnologias existente, que define atividades (KUNZ & OLIVEIRA, 2006).

3.2. CAPACITAÇÃO DE DEJETOS

Na capacitação de dejetos se confunde com tratamento, onde o tratamento se constitui a forma que os dejetos são degradados pelas bactérias, a capacitação é o recebimento, distribuição armazenamento dos dejetos, conquanto exista algumas formas de armazenar que não requerem qualquer atuação nesta definição. A armazenagem consiste em capacitar os dejetos em depósitos adequados durante um apurado período, com desígnio de fermentar a biomassa e reduzir os patógenos dos mesmos. Por não ser um sistema de tratamento, inferiormente os parâmetros ficam exigidos pela legislação ambiental para lançamento em corpos receptores e a sua utilização como fertilizante requer cuidados específicos (SUNADA et al., 2014).

Novos conceitos para tratamento de dejetos da suinocultura estão sendo desenvolvidos desde a última década, visando uma qualidade melhor do efluente final, integrando-se processos físicos, físico-químicos e biológicos. Um dos melhores métodos para a redução dos impactos ambientais ocasionados pelos dejetos produzidos pelos suínos é a utilização dos biodigestores (**Figura 4**), nos quais ocorre a digestão anaeróbica da biomassa por meio do processo fermentativo da matéria orgânica que tem como finalidade a formação de uma mistura de gases e a produção de um efluente rico em nutrientes (PECORA, 2006 citado por PANZARINI et al., 2015).

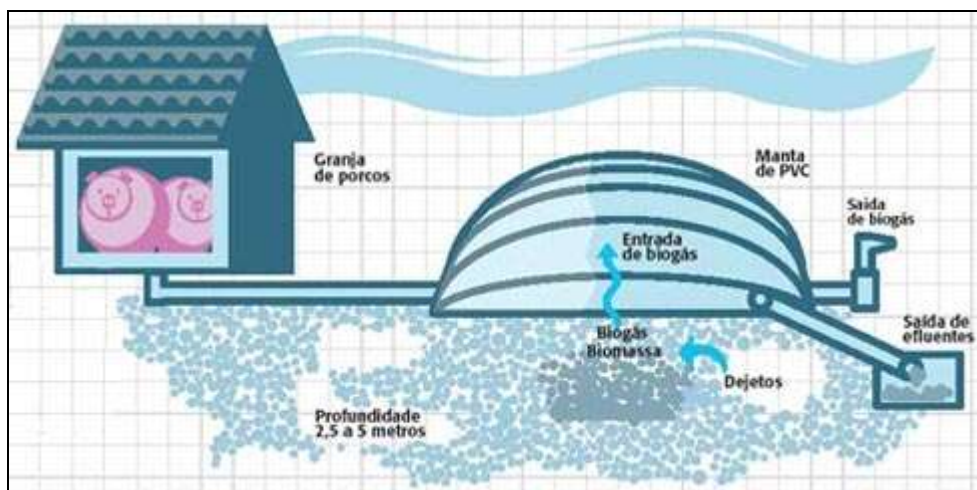


Figura 4 – Modelo tradicional de capacitação de dejetos por biodigestor
Fonte: PECORA, (2006).

3.3. BIODIGESTORES

De acordo com Pecora (2006) citado por Panzarini (2015), uns dos melhores métodos para a redução dos impactos ambientais ocasionados pelos dejetos produzidos pelos suínos é a utilização dos biodigestores, nos quais ocorre a digestão anaeróbica (ausência de oxigênio) da biomassa por meio do processo fermentativo da matéria orgânica que tem como finalidade a formação de uma mistura de gases (biogás) e a produção de um efluente (biofertilizante) rico em nutrientes.

Existem diferentes tipos de biodigestores, mas de um modo geral, são constituídos por uma câmara completamente fechada e vedada, com formato variado em que se coloca o material orgânico em solução aquosa para a fermentação e uma campânula de armazenamento ou gasômetro, onde é gerado e mantido o biogás para a posterior captação. 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 regulação da emissão do mesmo. O biodigestor Indiano (**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 (FERNANDES, 2012).

Segundo Kunz e Oliveira (2006), os biodigestores são reatores anaeróbios, alimentados com biomassa 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.



Figura 5 – Biodigestor tipo indiano, esse tipo é o mais utilizado na suinocultura.
Fonte: Barichello, (2015).

“Os dejetos de suínos possuem um bom potencial energético em termos de produção de biogás, tendo em vista, que mais de 70% dos sólidos totais são constituídos pelos sólidos voláteis, que são o substrato dos microrganismos produtores de biogás. O biogás liberado pela atividade de fermentação anaeróbia do dejetos tem elevado poder energético e a sua composição varia de acordo com a biomassa. O tamanho do biodigestor deve estar de acordo com as necessidades energéticas da propriedade, com a capacidade de consumo do biogás produzido, com o número de animais existentes e com a área disponível para aplicação do biofertilizante. Um método prático para estimar o tamanho do biodigestor é dado pela fórmula ($TB = V \times TRH$) onde se calcula pelo tamanho do biodigestor (m^3), a vazão diária de dejetos (m^3 /dia) e o tempo de retenção necessário para a degradação da matéria orgânica que podendo variar entre 20 a 50 dias” (DIESEL, et al., 2002).

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 (CORTEZ et al., 2008).

3.4. GERAÇÃO DE BIOGÁS

Na formação do biogás decorre da digestão bacteriana dos dejetos de suínos onde possuem um apropriado potencial energético em produção de biogás, onde mais de 70% dos sólidos são constituídos pelos sólidos voláteis, que são o substrato dos microrganismos produtores de biogás. A liberação do biogás é pela fermentação anaeróbia do dejetos tem alto poder energético e a sua composição altera de acordo com a biomassa (PRATI, 2010).

Para Martins & Oliveira (2011), o entendimento do processo de obtenção do biogás é de grande importância para o sucesso da tecnologia de aproveitamento do biogás, exista vista que são complementares e, caso não se tenham os devidos cuidados na geração, a utilização estará seriamente prejudicada. O mecanismo de decomposição anaeróbica se desenvolve pela ação de um consórcio de microrganismos, em que um dos produtos finais da degradação é o metano (**Figura 6**).

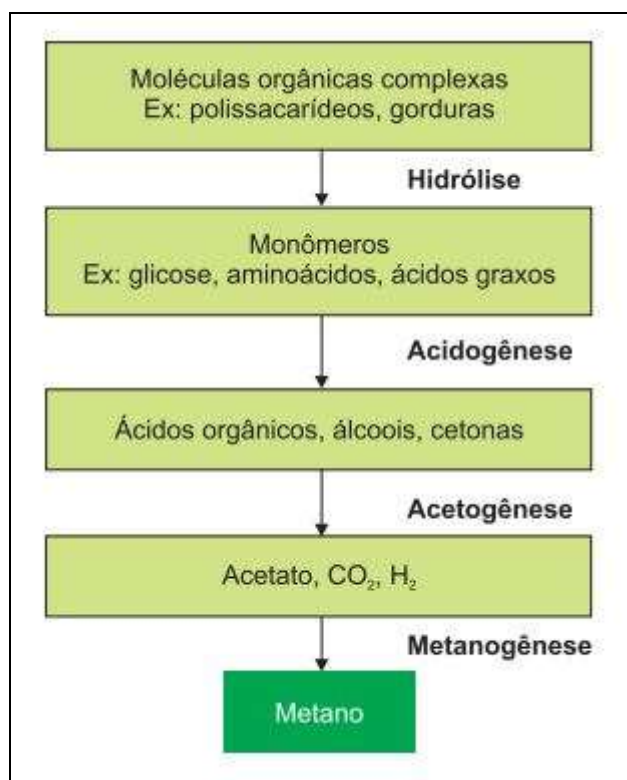


Figura 6 - Etapas da degradação anaeróbica.
Fonte: MARTINS & OLIVEIRA, (2011).

As características do biogás dependem da temperatura, da pressão e do teor de umidade. O biogás é incolor e não apresenta cheiro, assumindo coloração azul-lilás e pequenas manchas vermelhas quando em combustão, além de não deixar fuligem. Segundo Magalhães (1986) a mistura gasosa do biogás se compõe de metano (CH₄), gás carbônico (CO₂), gás sulfídrico (H₂S), nitrogênio (N₂) e oxigênio (O₂), sua concentração descrita na **Tabela 4**. O poder calorífico do biogás varia conforme a quantidade de metano e presença de

substâncias não combustíveis, podendo variar de 5.000 a 12.000 kcal/m³ quando altamente purificado (CORTEZ et al., 2008).

Tabela 4 – Composição aproximada do biogás.

Gases	% em volume
CH ₄	79,78
CO ₂	14,13
H ₂ S	2,42
N ₂ + O ₂	3,67

Fonte: BRONDANI, (2005) adaptado por CORTEZ e colaboradores (2008).

O biodigestor alojado na propriedade de suínos, quando manejado adequadamente, pode produzir biogás com eficácia de produção alterando entre 0,35 a 0,60 m³ de biogás por m³ de biomassa. Para uma produção economicamente aceitável de biogás, o manejo dos dejetos nas granjas de suínos deve procurar obter o máximo concentração possível de sólidos voláteis e impedir a diluição dos dejetos com a mistura de água de chuva, água desperdiçada pelos bebedouros e água de limpeza das instalações (LEMOS et al., 2012).

No processo da biodigestão anaeróbica é de grande importância para o meio ambiente, pois ajuda a eliminar os organismos patogênicos e parasitas presentes na matéria orgânica, confirmando que o tratamento dos dejetos por esse processo auxilia na transformação de gases prejudiciais ao meio ambiente em fontes alternativas com fins produtivos positivos. Além do aproveitamento do lodo como fonte de energia, pode proporcionar tanto um destino mais adequado a esses resíduos, como ganhos energéticos e econômicos no que se diz respeito à produção de combustíveis (COSTA et al., 2015).

3.5. Conversão Energética do Biogás

As tecnologias mais utilizadas para a conversão energética do biogás são de conjunto de gerador de eletricidade, onde Consiste em um motor de combustão interna Ciclo Otto adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um gerador de eletricidade, independente da rede de energia elétrica e o outro é o conjunto gerador economizador de eletricidade que semelhante ao anterior porem é acoplado a um motor assíncrono, de dois ou quatro polos, que passa a gerar energia ao ser conectado à rede de energia elétrica (COSTA et al., 2015).

Na otolização, grandes modificações nos motores são necessárias. Todo o sistema de injeção de Diesel é retirado e, em seu lugar, instala-se um sistema de carburação do gás ao ar de admissão e o sistema elétrico com velas para a ignição, que passa a ser feita por centelha. Também são necessárias modificações nos cabeçotes dos motores para a adequação de sua taxa de compressão, já que motores do ciclo Otto trabalham com taxas de compressão inferiores aos motores Diesel. Não são raras perdas de potência e performance de um motor otolizado (WESTRUP et al., 2015).

Outra forma de utilização do biogás é a conversão em energia térmica, devendo este ter com o ar uma relação que permita a combustão completa. Quando isso acontece, a chama

é forte, de coloração azul claro, emitindo um assobio. Esse tipo de queima não produz gases tóxicos, a não ser o CO², que em quantidade desejável pode contribuir benéficamente na manutenção da temperatura global (LEMOS et al., 2012).

O potencial de geração de energia hoje é baseado na produção diária de biogás, em termos teóricos 1m³ biogás teria potencial para gerar 1,3 kWh. O que reforça a ideia de que há sim a possibilidade de produzir energia a partir de biodigestores, sendo este um dos fatores que viabiliza o investimento no sistema (PRATI, 2010).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da busca por fontes alternativas de energia, destaca-se o biogás gerado a partir da biomassa de criação de suínos como uma alternativa que contribui para a geração de energia, é de fato de epítome importância para que se tenham outras possibilidades de gerar energia alternativa, bem como se sobressair também os benéficos com a utilização deste tipo de gás. O presente estudo proporcionou apresentar uma visão sobre a utilização dos resíduos da suinocultura através de capacitação de dejetos, tratados em biodigestores com a digestão anaeróbia de dejetos para a geração de biogás. Onde, esse tratamento é viável reduzindo os impactos ambientais diante a produção de gases poluentes, onde esses gases ficam armazenados no biodigestor podendo ser utilizado para a produção de energia em motores adaptados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCS, **Panorama da Produção de Suínos**. 2016. Disponível em: <http://www.abcs.org.br/informativo-abcs>. Acesso em: 05 jun 2017.

AZEVEDO, R. S. O.; SOUZA, R. G.; COLMAN, R. C.; MATTOS, L. V. **Monitoramento Tecnológico dos Processos de Aproveitamento do Biogás como Fonte de Energia Renovável**. Cad. Prospec., Salvador, v. 8, n. 4, p. 775-785, 2015.

CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. **Biomassa Para Energia**. Campinas: UNICAMP, 2008.

COSTA, S.; BARROS, S. L. P.; FALCÃO, V. **A Utilização Energética do Biogás Produzido em Aterros Sanitários**. Anuário de produções acadêmico - científicas dos discentes da faculdade Araguaia. v.3, p. 326-332, 2015.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C.; **Coletânea de Tecnologias Sobre Dejetos Suínos**. BIPERS n. 14, ANO 10, Concordia-SC, 2002.

FERNANDES, D. M. **Biomassa e Biogás da Suinocultura**, Cascavel-PR: UNIOESTE, p. 209, 2012.

FILHO, P. B.; CASTILHOS JR. A. B.; COSTA, R. H. R.; SOARES, S. R.; PERDOMO, C. C. **Tecnologias para o Tratamento de Dejetos de Suínos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.1, p.166-170, 2001.

KUNZ, A. & OLIVEIRA, P. A. V. **Aproveitamento de Dejetos de Animais para Geração de Biogás**. Revista Política Agrícola, Vol. 15, N. 3, 2006.

LEMOS, B. P.; CATAPAN, D. C.; CATAPAN, E. A.; CASTRO, N. J. **Geração de Energia Elétrica a Partir de Dejetos Suínos: Um Enfoque Sobre os Aspectos Técnicos e Econômicos**. III Seminário Internacional do Setor de Energia Elétrica - SISEE, Universidade Federal do Rio de Janeiro: UFRJ, Rio de Janeiro/RJ - Brasil, 2012.

MARTINS, F. M. & OLIVEIRA, P. A. V. **Análise Econômica da Geração de Energia Elétrica a Partir do Biogás na Suinocultura**. Engenharia. Agrícola, Jaboticabal, v.31, n.3, p.477-486, 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Matriz Energética Nacional 2030 / Ministério de Minas Energia**; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME; EPE, 2007. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: 05 jun. 2016.

PANZARINI, N. H.; RODRIGUES, R. L.; FRANCISCO, A. C. **Uso de Resíduo da Suinocultura na Produção de Biogás: Revisão da Literatura**. V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa-PR, 2015.

PEREIRA, G. **Viabilidade Econômica da Instalação de Um Biodigestor em Propriedades Rurais**. RACI – Revista de Administração e Ciências Contábeis de Ideau, Vol.6 - n.12, 2011.

PRATI, L. **Geração de Energia Elétrica a Partir do Biogás Gerado por Biodigestores**. Dissertação de Moografia – UFPR, Curitiba-PR, 2010.

SUNADA, N. S.; JORGE, L. J.; ORRICO, A. C. A.; ORRICO JUNIOR, M. A. P.; SCHWINGEL, A. W.; SCANFERLA, A. F. L. S. **Co-digestão Anaeróbia de Dejetos de Suínos, Níveis de Inclusão de Óleo de Descarte e Microrganismos Lipolíticos – Redução do Impacto Ambiental**. Cadernos de Agroecologia, Vol 9, N. 4, 2014.

WESTRUP, G.; DUARTE, G. W.; ALBERTON, J.; NIEHUES, R. C.; ROCHA, D. A.; VANDRESEN, S. **Estudo da Viabilidade Econômica de Geração de Energia Elétrica a Partir de Biogás Proveniente de Dejetos de Suínos de Uma Propriedade Rural Em Forquilha – SC**. Revista Ciência e Cidadania - v.1, n.1, 2015.