

A SUINOCULTURA BRASILEIRA E SEU POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DO TRATAMENTO DOS DEJETOS SUÍNOS

Cleandro Pazinato Dias¹ (cleandropazinato@uol.com.br), Fabrício Oliveira Leitão² (fabriciofol@hotmail.com), Fabiano Coser³ (fabiano@coseragronecio.com.br), Warley Henrique da Silva⁴ (warleyhsilva.eng@gmail.com)

1, 3 – Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA)/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)

2 - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA)/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Centro Universitário do Distrito Federal (UDF)

4 – Programa de Pós-Graduação em Agronegócios (PROPAGA), Universidade de Brasília (UnB)

Grupo de Pesquisa: Agropecuária, Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Resumo

A inclusão de fontes renováveis de energia na matriz energética brasileira é pauta de discussões há anos. Nesse sentido, o objetivo deste artigo consiste em quantificar e analisar o potencial de geração de energia elétrica através do biogás oriundo do tratamento de dejetos da suinocultura no Brasil. Para a coleta dos dados foram utilizadas as técnicas de observação direta, pesquisa bibliográfica e levantamento documental. Em termos metodológicos, o potencial energético da suinocultura brasileira foi analisado a partir da mensuração do total de efluentes gerados pelos sistemas de criação com matrizes tecnificadas e do biogás gerado com a instalação de biodigestores e posterior conversão em KW/h. Como principais resultados foi possível demonstrar que um total de 1.600.000 matrizes tecnificadas, e com uma potência de geração de biogás de 0,775 m³/dia/animal, seria possível produzir 115.200 m³/dia de biogás. Com isso foi constatado o potencial da geração de energia existente a partir do tratamento de dejetos na suinocultura brasileira e posterior geração do biogás. Trata-se de uma fonte alternativa e renovável com potencial significativo de incorporação na matriz energética brasileira, principalmente para o uso nas próprias propriedades agrícolas frente ao forte aumento do custo da energia elétrica no país, além de garantir a autossuficiência energética da propriedade.

Palavras-chave: Biogás; Fontes de Energia Sustentáveis; Atividade Suinícola.

Abstract

The inclusion of renewable energy sources in the Brazilian energy matrix is discussion agenda for years. In this sense, the objective of this article is to quantify and analyze the potential for electricity generation through biogas originating from the treatment of swine waste in Brazil. For data collection techniques were used direct observation, literature and documentary survey. In terms of methodology, the energy potential of the Brazilian pig production was analyzed from the measurement of the total waste generated by farming systems with technicality arrays and biogas generated from the installation of digesters and

subsequent conversion in KW/ h. The main results was possible to demonstrate that a total of 1,600,000 technicality arrays, and a power of biogas generation of 0,775 m³/day / animal, it would be possible to produce 115,200 m³ day of biogas. It was found the potential of existing power generation from waste treatment in the Brazilian pig and later generation of biogas. It is an alternative and renewable source with significant potential for incorporation into the Brazilian energy matrix, mainly for use in their own farms against the strong increase in energy costs in the country, and ensure energy self-sufficiency of the property.

Key-words: *Biogas; Sources of Sustainable Energy; Pig activity.*

1. Introdução

A inclusão de fontes renováveis de energia no ambiente industrial e residencial do Brasil é pauta de discussões há muito tempo. Ainda na década de 80, a Comissão Nacional de Energia já ressaltava que ações vigorosas voltadas para a substituição da eletricidade por outras formas de energia renováveis, bem como para a redução de desperdícios através de medidas conservacionistas deveriam iniciar imediatamente. A utilização do gás natural e do biogás recebeu destaque neste sentido (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA, 1986).

Nos tempos atuais, o cenário não é diferente. Street (2015) em estudo acerca da crise energética no Brasil destaca que o sistema elétrico do País foi concebido visando tirar proveito da vasta disponibilidade de recursos hídricos existentes. Ainda segundo o autor, no período chuvoso, a participação das hidrelétricas no atendimento ao consumo ultrapassa os 90%. Em virtude das variações nos níveis de chuvas e por consequência dos rios, frequentemente é preciso recorrer às termelétricas para complementar a operação (STREET, 2015). Todavia, tanto as hidrelétricas quanto as termelétricas são matrizes energéticas de alto custo de implantação e ambientalmente prejudiciais.

Neste cenário, o biogás, oriundo do tratamento dos dejetos suínos, surge como uma alternativa para a inclusão de fontes renováveis de energia na matriz energética brasileira. O biogás é formado a partir da mistura de metano (CH₄) e de gás carbônico (CO₂), cujas concentrações são de 65% e 35%, respectivamente (GUSMÃO, 2008). Embora seja possível a comercialização, Martins e Oliveira (2011) relatam ser mais vantajoso economicamente o uso desta energia na propriedade rural, substituindo ou reduzindo a aquisição da energia elétrica distribuída pela concessionária.

A Resolução Normativa 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, de abril de 2012, estabelece as condições gerais para micro geração e minigeração distribuída, bem como o sistema de compensação de energia elétrica. A partir de então, a energia elétrica produzida a partir do biogás dos dejetos da suinocultura pode ser injetada no sistema de distribuição da concessionária estadual e utilizada em um prazo de 36 meses.

O capítulo III da resolução da ANEEL trata do sistema de compensação da energia elétrica a partir da microgeração. Para fins de compensação, a energia ativa injetada no sistema de distribuição pela unidade consumidora, por exemplo uma granja de suínos, será cedida a título

de empréstimo gratuito para a distribuidora, passando a unidade consumidora a ter um crédito em quantidade de energia ativa a ser consumida por um prazo de 36 meses. Esse crédito de energia elétrica poderá ser utilizado pela própria unidade geradora em épocas de alto consumo (acima da geração) ou em outras unidades consumidoras cadastradas no mesmo CPF ou CNPJ que consumam energia da mesma concessionária.

O fato em questão favorece a competitividade do setor, haja vista que nos sistemas de criação de suínos no Brasil, o custo com energia elétrica corresponde a 3,98% dos custos totais de produção, em média (CONAB, 2014). Em estados como o de Minas Gerais, por exemplo, onde existe maior incidência de tributos sobre a energia elétrica, este percentual chega a 7,43%.

A viabilidade econômica do tratamento de dejetos suínos como forma de geração de energia elétrica através do biogás é o cerne de estudos como os de Coldebella et al., (2008) e Cervi Esperancini e Bueno (2010). Estes estudos demonstram que o sistema de produção de biogás é potencialmente viável do ponto de vista econômico. Além disso, o tempo de retorno do investimento torna-se atrativo com a intensificação do uso do sistema.

Oliveira e Higarashi (2006) destacam que a análise do recurso produtivo energia é significativa nos sistemas de criação de suínos no Brasil em virtude de sua interferência no custo final de produção. Os autores ainda ressaltam que este fator deve ser mais bem trabalhado, considerando que as oscilações de preço e consumo podem reduzir a competitividade do setor.

Este artigo faz parte de ações de pesquisa que se destinam a avaliar e disseminar alternativas economicamente viáveis para o tratamento de dejetos na suinocultura brasileira. O tratamento de dejetos suínos é uma alternativa tecnológica para minimizar a emissão de gases de efeito estufa (GEE) e mitigar as mudanças climáticas. Em função disso, integra as estratégias do Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Frente ao exposto, este artigo tem como objetivo quantificar e analisar o potencial de geração de energia elétrica através do biogás oriundo do tratamento de dejetos da atividade de suinocultura no Brasil.

Para tanto, o trabalho se divide em quatro seções, seguintes a essa introdução. Na primeira seção, discute-se por meio de um aporte teórico-metodológico, o cenário da suinocultura brasileira na atualidade, destacando aspectos produtivos, comerciais e organizacionais. Ademais, discute-se também a geração de energia através de fontes renováveis e alternativas, e finaliza-se esta seção com conceitos e princípios acerca de biodigestores e biogás. Na segunda seção, são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados neste artigo. Em seguida, na terceira seção, apresentam-se os dados e propõem-se linhas de discussão para os mesmos. Ao final, conclui-se o presente artigo, destacando a potencialidade de geração de energia elétrica através do uso do biogás advindo da atividade suinícola no Brasil.

2. Referencial teórico

2.1 Aspectos produtivos, econômicos e organizacionais da suinocultura brasileira

Em território brasileiro, a cadeia produtiva de suínos reúne aproximadamente 50 mil produtores que atuam em granjas bem diversificadas, principalmente, no quesito área de exploração. Apesar de ser grande o número de pequenos produtores, é cada vez mais significativa a produção de suínos em grandes unidades produtivas (ASSOCIAÇÃO DOS CRIADORES DE SUÍNOS - ABCS, 2011).

De acordo com Gervásio (2014), a suinocultura no Brasil atualmente é uma atividade exercida, em sua maioria, de forma integrada à indústria, sendo os produtores independentes a parcela menor representando menos de 25% da produção total.

Os sistemas de produção em carácter integrado tem o objetivo de produzir de acordo com as normas e fornecer o produto com qualidade e características solicitadas pela indústria, que por sua vez, se responsabilizam pelo processamento e distribuição aos pontos de venda e finalmente pela promoção do produto para o mercado consumidor com ações de marketing (ROCHA, 2006; MIELE e WAQUIL, 2006; BÁNKUT e SOUZA, 2014).

Geograficamente, as granjas de suínos no Brasil se concentram na região Sul, detendo 60% das matrizes tecnificadas alojadas, com o estado de Santa Catarina como o principal produtor. A região Sudeste também é destaque neste segmento (ver Tabela 1). A título de exemplo, o Estado de Minas Gerais conta com 241 mil matrizes, alcançando a posição de quarto maior produtor do país (IBGE, 2009).

Tabela 1 - Matrizes tecnificadas alojadas no Brasil por unidade federativa.

Unidade Federativa	Número de matrizes tecnificadas
Santa Catarina	400.000
Rio Grande do Sul	314.000
Paraná	265.000
Minas Gerais	245.000
São Paulo	82.000
Mato Grosso	106.000
Goiás	83.000
Mato Grosso do Sul	51.749
Espirito Santo	18.660
Distrito Federal	11.000
Ceará	8.000
Bahia	6.000
Outros	9.591
Total	1.600.000

Fonte: ABCS, 2015.

Um dos motivos que permitem explicar esse expressivo patamar produtivo é a estruturação da atividade em torno das agroindústrias de abate e processamento de carne, sistema conhecido como integração contratual ou simplesmente sistema de integração (ABCS, 2011). Ainda segundo esta fonte, além do sistema de produção e das agroindústrias de processamento, o Brasil conta ainda com uma enorme estrutura de fornecimento de insumos e serviços para granjas de suínos. São indústrias de rações, medicamentos, suplementos minerais e vitamínicos, vacinas, equipamentos, empresas de genética, assistência veterinária, entre outros.

Em termos de volume de produção, o Brasil produz aproximadamente 3,5 milhões de toneladas, o que o coloca na quarta colocação no ranking internacional da produção de carne suína. Com relação às exportações o Brasil também ocupa a 4º posição no ranking mundial, com volume médio de 500 a 550 mil toneladas/ano (ABCS, 2015; RODRIGUES et, al. 2015).

2.2 Fontes de energia renovável e alternativa

No setor agropecuário, o crescimento da produção de alimentos está diretamente relacionado à produção de energia (COLDEBELLA et, al., 2008). O tratamento de resíduos ou dejetos oriundos da produção, de acordo com Souza, Pereira e Pavam (2004), são alternativas de geração de energia não poluentes e economicamente viáveis quanto tratadas da forma correta.

Este fato corrobora com as afirmações de Lorenzo (1994). Segundo o autor, ainda na década de 90 do século passado, a eficiência energética e redução no consumo, bem como o fornecimento futuro da demanda, deverão ser baseados nas fontes renováveis, que deverão formar o alicerce da matriz energética mundial.

No Brasil, o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia) pode ser entendido como uma das principais estratégias do governo no intuito de estimular a criação de fontes alternativas de energia. O programa foi criado através da Lei nº 10.438/02, tendo o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica gerada por Produtores Independentes Autônomos (PIA) a partir de fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas (PCH's) e biomassa no sistema interligado nacional (BRASIL, 2002).

O desenvolvimento desta política pública abre uma oportunidade para que sistemas de geração de energia elétrica que fazem o uso do biogás como fonte primária de energia sejam implantados e, por consequência, promovam a participação desta fonte renovável alternativa de energia na matriz energética nacional.

Para Costa e Prates (2005), as novas fontes renováveis de energia – biomassa, eólica, solar, de marés, pequenas centrais hidroelétricas (PCHs) – têm se constituído em alternativas às fontes tradicionais. Considerando o caso do Brasil, a existência de fontes renováveis na matriz energética é significativa, principalmente a hidroeletricidade, conforme revelam os dados da Tabela 2.

Tabela 2 - Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE).

Especificação	GWh		2014/2013 %	Estrutura (%)	
	2013	2014			
Hidro	390.992	373.439	-4,5	64	59,8
Bagaço de Cana	29.871	32.303	8,1	4,9	5,2

Eólica	6.578	12.210	85,6	1,1	2
Solar	5	16	235,5	0,001	0,003
Outras Renováveis	10.600	13.879	30,9	1,7	2,2
Óleo	22.090	31.668	43,4	3,6	5,1
Gás Natural	69.003	81.075	17,5	11,3	13
Carvão	14.801	18.385	24,2	2,4	2,9
Nuclear	15.450	15.378	-0,5	2,5	2,5
Outras Não-Renováveis	11.444	12.125	5,9	1,9	1,9
Importação	40.334	33.775		6,6	5,4
TOTAL	611.169	624.254	2,1	100	100

Fonte: Adaptado de Resenha Energética Brasileira - Ministério de Minas e Energia, (2015).

Os dados do Ministério de Minas e Energia, que compõem a publicação anual intitulada por Resenha Energética Brasileira, permitem verificar que em 2014, a OIEE chegou a 624,3 TWh. O valor é superior (2,1%) àquele verificado no ano de 2013, que correspondeu a 611,2 TWh. Convém destacar os aumentos de 85,6% na oferta por eólica, de 43,4% por óleo, e de 30,9% por lixívia e outras renováveis (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME, 2015).

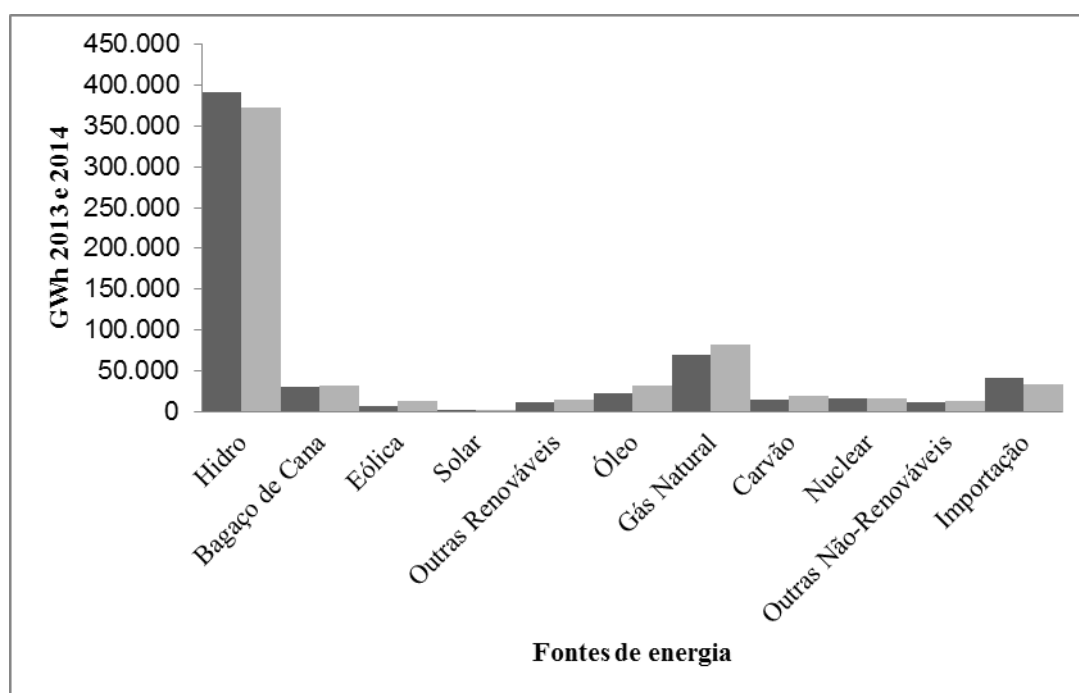


Figura 1: Histograma da OIEE nos anos de 2013 e 2014, respectivamente.

Os dados da Figura 1, apresentados em formato de histograma, permitem compreender de forma mais lúcida o quanto o papel da geração hidráulica ficou menos protagonista no ano de 2014, correspondendo a 65,2% na estrutura da OIEE, incluindo a importação de Itaipu, contra 70,6% verificados em 2013 (MME, 2015).

Souza, Pereira e Pavan (2004) destacam que quaisquer possibilidades de geração de energia por fontes descentralizadas e em pequena escala é fundamental para o desenvolvimento sustentável, sobretudo em países com grandes extensões territoriais, como o caso do Brasil, por exemplo.

2.3 Princípios fundamentais de biodigestores e biogás

Segundo Lima (2007) os biodigestores são estruturas hermeticamente fechadas nas quais podem ser acumuladas grandes quantidades de dejetos orgânicos que, por digestão anaeróbica, produzem biogás. O biogás contém compostos simples como o metano - CH₄ e o dióxido de carbono - CO₂ (LIMA, 2007).

Nos estudos de Kunz, Higarashi e Oliveira (2004) e Oliveira (2002), os autores destacam que mesmo com o interesse de grande parte dos suinocultores do Brasil, o uso e a disseminação dos biodigestores, principalmente na década de 70 e 80, se esbarrou em uma série de fatores que impediram sua expansão neste período.

De acordo com os respectivos autores, destacaram-se os seguintes fatores: a) falta de conhecimento técnico sobre a construção e operação dos biodigestores; b) o custo de implantação e manutenção elevado; c) o aproveitamento do biofertilizante continuava a exigir equipamentos de distribuição na forma líquida com custo de aquisição, transporte e distribuição elevados, dentre outros (KUNZ et al., 2004; OLIVEIRA, 2003).

A geração do biogás por meio dos biodigestores, segundo Oliveira (2003) pode ocorrer em três níveis de temperatura: na temperatura entre 45 e 60°C, o processo é considerado termofílico, entre 20 e 45°C é mesofílico e a digestão anaeróbia de matéria orgânica em temperaturas inferiores a 20°C é conhecida por digestão psicrófila. O autor destaca que a maioria dos biodigestores anaeróbios são desenvolvidos no nível mesofílico.

A eficiência de produção do biogás depende fundamentalmente da qualidade do biodigestor; do manejo do equipamento; da gestão da água no sistema de produção e conseqüentemente do percentual de matéria seca no dejetos; e até mesmo do manejo alimentar dos animais.

Lima (2007) destaca que a utilização de biodigestores apresenta eficiência muito maior que as lagoas convencionais. A produção de biogás nesses equipamentos, ao degradar cerca de 60% a 90% da matéria orgânica, permite uma redução significativa dos tempos de retenção e facilita a realização dos trabalhos de limpeza das lagoas.

Nos sistemas de produção de biogás, quando se opta por sistemas de co-geração, parte da energia elétrica pode ser utilizada nas próprias granjas e parte pode ser comercializada, além de produzirem energia necessária às atividades agropecuárias onde se encontram, podem gerar um excedente energético (OLIVEIRA, 2003; ANEEL, 2012).

Mesmo assim, Oliveira e Higarashi (2006) destacam que os biodigestores fazem parte de um processo de tratamento dos dejetos, não devendo ser vistos como uma solução definitiva, pois ele possui limitações quanto a eficiência da remoção da matéria orgânica e de nutrientes. A possibilidade de utilização do biogás para geração de energia térmica e elétrica agrega valor ao dejetos diminuindo seus custos com o tratamento.

3 Material e métodos

Este artigo se caracteriza como um estudo exploratório, uma vez que se enquadra na definição proposta por Gil (2002), possibilitando levantar e discutir temas que poderão servir posteriormente a outras pesquisas. A natureza das variáveis estudadas são quali-quantitativas (ENSSLIN e VIANNA, 2008). Para a coleta dos dados foram utilizadas as técnicas de observação direta, pesquisa bibliográfica e levantamento documental.

Em termos metodológicos, o potencial energético da suinocultura brasileira foi analisado a partir da mensuração do total de efluentes gerados pelos sistemas de produção de suínos e do biogás gerado com a instalação de biodigestores.

De acordo com Souza, Pereira e Pavan (2004), cada matriz suína em ciclo completo gera 72 litros de dejetos/dia, cujo potencial de geração de biogás é de 0,775 m³/dia. Dados de campo mais recentes (ER-BR 2014) chegaram ao total de 1,2 m³/dia por matriz em ciclo completo. O poder calorífico do biogás é de 6,5 KWh/m³ e a eficiência de conversão do biogás em energia elétrica com grupos geradores (motores ciclo Otto) é de aproximadamente 25% (CCE, 2000).

Em posse dos dados referente ao rebanho de porcas no Brasil (1,6 milhões de animais), foi possível mensurar o volume total de dejetos gerados por dia, haja vista que cada animal em ciclo reprodutivo gera 72 litros de dejetos/dia (SOUZA; PEREIRA; PAVAN, 2004). Ademais, calculou-se este valor em metros cúbicos e multiplicou-se o mesmo pelo valor correspondente a potência de geração de biogás (0,775). Com estes dados, foi possível quantificar a produção de biogás por hora (dividindo o valor por 24). Por fim, para mensurar a produção de energia em KW/h, multiplicou-se o valor encontrado por 1,625, (6,5 KWh/m³ x 0,25%). De tal forma, foi possível chegar o valor referente ao potencial de geração de energia elétrica a partir do tratamento dos dejetos suínos e posterior utilização do biogás.

4 Resultados e discussões

Dentro da mesma atividade suinícola, os dejetos podem apresentar diferentes concentrações e biodegradabilidade, de acordo com a composição das dietas alimentares, sistema de cultivo e de limpeza das instalações e, sobretudo, do sistema de criação adotado (SANTOS, 2000). A Tabela 3 apresenta a capacidade de produção diária de biogás da suinocultura brasileira a partir do tratamento de dejetos.

Tabela 3 - Produção de biogás a partir de dejetos da suinocultura brasileira.

Sistema de criação	Unidade de referência	Plantel brasileiro (cabeças)	Geração de dejetos (L/animal/dia)	Produção diária de dejetos (m ³ /animal/dia)
Unidade de produção de Leitões (matrizes tecnificadas)	Matriz reprodutora em ciclo fechado	1.600.000	115.200.000	115.200

Fonte: Dados da pesquisa. Baseado em Santos (2000).

Com os valores apresentados na Tabela 3, vê-se a quantidade de produção de resíduos na suinocultura brasileira, com um rebanho atual de 1.600.000 porcas reprodutoras em criação de

leitões, onde cada animal produz o equivalente a 72 litros de chorume/dia. Com isso, tem-se uma produção diária de aproximadamente 115 milhões de litros de dejetos (115.200 m^3).

A partir destes dados, foi possível mensurar também a produção diária de biogás. De acordo com a Tabela 3 são produzidos diariamente em torno de 115.200 m^3 de biogás. Segundo Coldebella et, al. (2008) e Santos (2000), a produção de biogás esta diretamente relacionada a temperatura, uma vez que esta influencia na digestão anaeróbia e afeta os processos relacionados a atividade biológica dos microrganismos envolvidos.

O poder calorífico do biogás é de $6,5 \text{ KWh/m}^3$ e a eficiência de conversão do biogás em energia elétrica com grupos geradores (motores Ciclo Otto) é de aproximadamente 25% (SANTOS, 2000). Importante ressaltar que a tecnologia predominante na geração de energia elétrica a partir do biogás tem eficiência de apenas 25% (motores ciclo Otto) e que a disseminação de novas tecnologias, como é o caso da utilização de turbinas movidas pelo vapor gerado na queima do biogás, aumenta substancialmente o potencial energético da suinocultura.

Com um total de 1.600.000 matrizes e com uma potência de geração de biogás de $0,775 \text{ m}^3/\text{dia}/\text{animal}$, seria possível produzir $1.240.000 \text{ m}^3/\text{dia}$ de biogás, que dividido por 24 horas, corresponderia a $51.666,66 \text{ m}^3/\text{hora}$ de biogás. Este valor multiplicado por $1,625 \text{ KWh}$ ($6,5 \text{ KWh/m}^3 \times 0,25\%$) chegaria ao total de $83.958,32 \text{ KW/h}$.

Com estas bases teóricas podemos estimar que o potencial total de geração de energia elétrica se fosse tratado por biodigestão anaeróbica 100% do dejetos do plantel de matrizes tecnificadas brasileiras seria de $83.958,32 \text{ KW/h}$.

Contudo, verifica-se a potencialidade da geração de energia existente a partir do tratamento de dejetos na suinocultura brasileira e posterior geração do biogás. Trata-se de uma fonte alternativa e renovável com potencial significativo de incorporação na matriz energética brasileira, sobretudo, para uso nas próprias propriedades agrícolas.

5 Considerações finais

Constatou-se o grande potencial da geração de energia elétrica em carácter renovável, através da utilização do biogás. Considerando o plantel de matrizes tecnificadas no Brasil, é possível gerar $83.958,32 \text{ KW/h}$ de energia. Em escala mais ampla, pode se tornar uma nova fonte de renda extra na propriedade suinícola, sobretudo frente ao forte aumento do custo da energia elétrica no país, bem como garantir a autossuficiência energética da propriedade.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, uma residência unifamiliar (4 a 6 pessoas) consome em média 75 KW/h , com base no ano de 2015. A partir dessa base teórica, é possível verificar que o total de KW/h gerados pelo tratamento dos dejetos suínos ($83.958,32$) consegue abastecer 1119 residências deste porte. Caso este potencial energético seja utilizado nas propriedades rurais, o resultado é ainda mais nítido.

Assim, conclui-se que o uso de biodigestores em propriedades rurais, além ser uma excelente alternativa para o tratamento dos dejetos gerados pelas atividades suinícolas, torna-se economicamente viável quando o biogás é gerado e convertido em energia elétrica.

Constatou-se o grande potencial da geração de energias elétrica em carácter renovável, através da utilização do biogás. Em escala mais ampla, pode se tornar uma nova fonte de renda extra

na propriedade suinícola, sobretudo frente ao forte aumento do custo da energia elétrica no país, bem como garantir a autossuficiência energética da propriedade.

REFERÊNCIAS

- ABCS – Associação Brasileiro dos Criadores de Suínos. **Manual brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos**. Elaboração de Conteúdo Técnico: Alexandre César Dias. Brasília DF: ABCS, MAPA, 2011. 140p.
- BAJAY, S. V.; BADANHAN, L. F. **Energia no Brasil**: os próximos dez anos. Departamento Nacional de Política Energética–DNPE, Secretaria de Energia–SEM Ministério das Minas e Energia–MME, Brasília, 2002.
- BÁNKUT, S. M.S.; SOUZA, J. P.. Arranjos contratuais e assimetria de poder no sag suinícola no oeste paranaense no sag suinícola no oeste paranaense. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 16, n. 1, 2014.
- BRASIL. Lei nº 10.438/2002. **Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE)**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10438.htm. Acesso em 05 de Jan. 2016.
- CCE - Centro para Conservação de Energia. Guia Técnico do Biogás. Ed. JE92. Projetos de Marketing Ltda, Algés, Junho, 2000.
- CERVI, R. G.; ESPERANCINI, M. S. T.; BUENO, O. C. Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suinícola para geração de energia elétrica. **Engenharia Agrícola**, p. 831-844, 2010.
- COLDEBELLA, A. SOUZA, S.N.M.; FERRI, P.; KOLLING, E.M. Viabilidade da geração de energia elétrica através de um motor gerador utilizando biogás da suinocultura. **Informe Gepec**, v. 12, n. 2, 2008.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Planilha Custo de Produção Suínos – Série Histórica, Suínos-UPTS-UF2014, nº 28**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1562&t=2>> Acesso em: 28 jul. 2015.
- COSTA, R. C.; PRATES, C. P. T. **O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 21, p. 5-30, 2005.
- ENSSLIN, L.; VIANNA, W. B. O design na pesquisa quali-quantitativa em engenharia de produção: questões epistemológicas. **Revista Produção Online**, v. 8, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/rpo/article/view/28>>. Acesso em: 18 de Agosto 2015.
- ER-BR Energias Renováveis - **Tarifas de energias elétricas no país e geração de energia utilizando o biogás** – Palestra, IV Pannel de Biomassa & Bioenergia, Feira Internacional de Produção e Processamento de Proteína Animal – FIPPPA, Curitiba, 28 de abril de 2015.
- FERRAZ, J. M. G.; MARIEL, I. E. **Biogás, uma fonte alternativa de energia**. 1980. 27 p.
- GERVASIO, E. W. **Suinocultura - Análise da Conjuntura Agropecuária**. SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/SuinoCultura_2012_2013.pdf. Acesso em: 10 out. 2015.

GUSMÃO, M. M. F. C.C. **Produção de biogás em diferentes sistemas de criação de suínos em Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 170 p. 2008.

KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 22, n. 3, p. 651-665, 2005.

LIMA, P. C.R. **Biogás da Suinocultura**: Uma importante fonte de geração de energia. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Brasília, 2007. Disponível em: http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/areas-da-conle/tema16/2007_11958.pdf. Acesso em: 26 de agosto de 2015.

LORENZO, E. *Electricidad solar. Ingenieria de los sistemas fotovoltaicos. Sevilla, Espanha: Progensa*, 1994. 184 p.

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

MIELE, M.; WAQUIL, P. D. **Dimensões econômicas e organizacionais da cadeia produtiva da carne suína**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. p. 35

OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M. Geração e utilização de biogás em unidade de produção de suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. **Série Documentos**, n. 115, 2006.

ROCHA, D. T. **Competitividade entre os sistemas integrado e independente de produção de suínos**. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006.

RODRIGUES, G. Z. et al. Evolução da produção de carne suína no Brasil: uma análise estrutural-diferencial. **Revista de Economia e Agronegócio-REA**, v. 6, n. 3, 2015.

SANTOS, P. **Guia técnico de biogás**. Portugal: Centro para a Conservação de Energia, 2000.

SOUZA, S. N. M.; PEREIRA, W.C.; PAVAN, A.P. Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura. *Acta Scientiarum Technology*, v. 26, n. 2, p. 127-133, 2004.

STREET, A. **A crise energética de 2015**. Valor Econômico. São Paulo, 24 de fevereiro de 2015.

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**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. 103p, 2003.