

Utilização de dejetos para produção de energia

Michel Alan Barazetti^{1*}; Joseane Bortolini¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}michelbarazetti@hotmail.com

Resumo: A suinocultura vem se destacando na economia brasileira, sendo considerado um segmento sólido e uma das principais fontes de renda dos produtores da Região Sul do país. Com base na legislação ambiental, tornou-se inviável a criação dos animais sem um manejo adequado dos resíduos. Uma das alternativas para a destinação correta dos dejetos suínos é o uso de biodigestores, os quais geram benefícios que agregam valor ao negócio, reduzindo os níveis de poluição, através do tratamento adequado dos dejetos suínos, minimizando os impactos ambientais e devolvendo ao produtor uma fonte de energia renovável através do sistema de biogás. Nesse contexto, o estudo teve como objetivo estimar o potencial de produção de biogás a partir de dejetos oriundos do ciclo produtivo de suínos e realizar sua conversão em energia elétrica, em uma propriedade rural localizada na linha Bem-Te-Vi no município de Maripá-PR, com início previsto para dia 10/10/2019 e término dia 31/01/2020. Para a coleta de dados *in loco*, foram realizadas visitas a fim de determinar o volume de dejetos produzidos no ciclo de 120 dias, permitindo a determinação da capacidade de produção de biogás e a sua conversão em energia. Foi possível observar que a propriedade pode se tornar autossustentável e que além de colaborar com o meio ambiente através da utilização do biofertilizante, evitando o uso de fertilizantes químicos para o cultivo de culturas a propriedade em questão pode produzir sua própria energia renovável do biogás, visto que com a produção de energia estimada em um mês é possível atender a demanda de dois meses de consumo da propriedade rural em estudo.

Palavras-chave: Suínos, Resíduo; Biodigestor; Energia Renovável.

Feasibility of using waste for energy production through biogas

Abstract: Pig farming has stood out in the Brazilian economy, being considered a solid segment and one of the main sources of income for producers in the South Region of the country. Based on environmental legislation, animal breeding without proper waste management has become impossible. One of the alternatives for the correct disposal of swine manure is the use of biodigesters, which generate benefits that add value to the business, reducing pollution levels, through the appropriate treatment of swine manure, minimizing environmental impacts and returning a source to the producer. renewable energy through the biogas system. In this context, the study aimed to estimate the potential for biogas production from manure originating from the swine production cycle and to accomplish its conversion into electrical energy, in a rural property located on the Bem-Te-Vi line in the municipality of Maripá- PR, scheduled to begin on 10/10/2019 and end on 31/01/2020. For on-site data collection, visits were carried out to determine the volume of waste produced in the 120-day cycle, allowing the determination of the biogas production capacity and its conversion into energy. It was possible to observe that the property can become self-sustainable and that in addition to collaborating with the environment through the use of biofertilizer, avoiding the use of chemical fertilizers for the cultivation of crops, the property in question can produce its own renewable energy from biogas, since that with the energy production estimated in one month it is possible to meet the demand for two months of consumption of the rural property under study.

Keywords: Pigs, Residue; Biodigester; Renewable energy.

Introdução

A suinocultura brasileira apresenta números de destaque mundial quando o assunto é produção. Atualmente o Brasil ocupa a 4ª posição na produção e exportação de suínos no mundo, atrás apenas da China, União Europeia e Estados Unidos. A produção dos animais no Brasil está distribuída da seguinte forma: Região Sul com 68,92%, seguida pela região Sudeste 16,03%, Centro-Oeste com 14,53% e as demais regiões representam 0,52% do abate de suínos (ABPA, 2018).

O crescimento expressivo dos últimos anos da produção de suínos, trouxe aos produtores mais uma opção de fonte de renda, mas também elevou os níveis de poluição, tanto que, hoje é vista como uma atividade potencialmente poluidora, principalmente em virtude de dejetos gerados. A grande produção de animais e consequentemente o aumento da quantidade de resíduos, tem apresentado vários problemas ambientais, como a contaminação do solo, rios, lençol freático e também para o aquecimento global devido a emissão do metano. Este trabalho tem por finalidade, adequar da forma consciente, transformando os dejetos através do biogás, à fim de minimizar os impactos ambientais e devolver aos produtores uma fonte de energia renovável (KAIBER, 2014).

A poluição provocada pelo manejo inadequado é um dos mais graves problemas ambientais deste século. Este problema vem sendo causado pela intensificação da emissão dos gases de efeito estufa, que, por sua vez, estão relacionados ao aumento da concentração de determinados gases, principalmente o dióxido de carbono, metano e óxido nitroso (BONAZZI, 2001). O gerenciamento adequado dos dejetos não deve ser visto apenas como uma necessidade ambiental, mas principalmente como uma vantagem competitiva, a gestão dos resíduos através de biodigestores ganhou ênfase dentro da suinocultura, por reaproveitar e valorizar subprodutos de produção.

O maior desafio das regiões com alta concentração de animais é a exigência da sustentabilidade ambiental, energética e a redução da emissão dos gases de efeito estufa (OLIVEIRA, 2003), assim a utilização de Biodigestores no Brasil, tem merecido destaque devido aos aspectos de saneamento e energia, além de estimular a reciclagem de nutrientes.

Existem vários tipos de biodigestores, cada um com características próprias de operação, porém se caracterizam por compartimentos fechados nos quais ocorre decomposição anaeróbica de matéria orgânica produzindo biogás e biofertilizante (DEGANUTTI, 2008).

Os dejetos suínos podem ser submetidos a digestão anaeróbica, que por sua vez, é um processo de tratamento de materiais orgânicos que se desenvolve na ausência de oxigênio e,

simultaneamente, uma opção energética, com reconhecidas vantagens ambientais (KAIBER, 2014).

A digestão anaeróbia do resíduo animal resulta na produção de biogás, composto basicamente de metano 70% e dióxido de carbono 30%, nesse sentido, a produção de biogás pode agregar valor à produção, tornando-a autossustentável economicamente, por meio da geração de energia térmica, onde o metano pode ser aproveitado como fonte de energia elétrica obtendo como vantagem, ser uma fonte de energia renovável (OLIVEIRA, 1993; OLIVEIRA, 2003). Cabe ressaltar também a questão da valorização agrônômica do biofertilizante, que contém vários macros e micronutrientes fundamentais para a nutrição de várias culturas. Com o uso do biofertilizante nas lavouras, pode-se reduzir o uso de fertilizantes químicos (KAIBER, 2014).

Neste ramo, muitas são as metodologias existentes para nos auxiliar na transformação de dejetos suínos em biogás, através de biodigestores. Uma das literaturas mais completas é a metodologia desenvolvida por Chen (1983), que além da ampla disseminação e validação no meio científico é um dos modelos matemáticos mais utilizados e confiáveis para estimativas da produção de biogás (ENGEVISTA, 2014). O gás metano é bastante efetivo na absorção da radiação solar na superfície da terra, sua concentração global tem aumentado consideravelmente, sendo que 80% têm origem biogênica, produzido por bactérias metanogênicas em condições de anaerobiose e estima-se que 14% da emissão de gás metano tenha origem em atividades relacionadas com a produção animal (USEPA, 1994).

Isto posto o trabalho teve como objetivo estimar o potencial de biogás a partir de dejetos oriundos do ciclo produtivo de suínos e realizar sua conversão em energia elétrica.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em uma propriedade rural, localizada na linha Bem-Te-Vi, município de Maripá-PR, com as seguintes coordenadas 24°24'44.68" S e 53°51'45.62" O, com 402 metros de altitude, conforme apresentado na Figura 1. A propriedade conta com a criação de 2.200 suínos em terminação que são subdivididos em três barracões de piso grelhado, sendo um de aproximadamente 90 metros de comprimento com capacidade para 1.100 suínos, o segundo com 70 metros de comprimento, alojando 650 suínos e o terceiro com 60 metros com capacidade para 450 suínos.

Figura 1 - Localização da área de estudo



Fonte: Google Earth (2019)

Caracterização do sistema de produção e geração de resíduo

Os ciclos produtivos do crescimento até a terminação duram cerca de 120 dias, e os suínos consomem aproximadamente 1,5 Kg de ração por dia, podendo chegar a até 2,6 Kg ao final do ciclo, o trato é dividido em quatro vezes ao dia.

Os suínos são recebidos na propriedade com aproximadamente 20 quilos e ao longo dos 120 dias, em encaminhamento para o abate podem pesar até 140 quilos. O local possui espaço limitado para facilitar a alimentação adequada, permitir a observação e evitar brigas entre os animais.

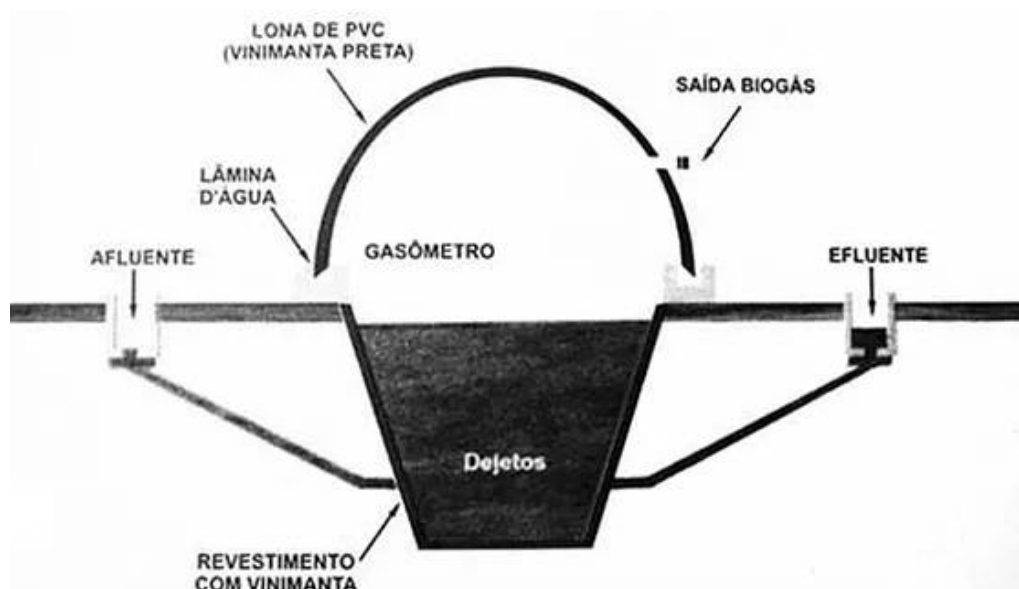
As instalações são mantidas em boas condições de higiene e limpeza. Após o tempo determinado em confinamento, as granjas são submetidas a uma pesada higienização e sanitização, para evitar a proliferação de qualquer tipo de doença ou pragas.

Gerenciamento de Resíduos – Biodigestão Anaeróbica

Os dejetos são conduzidos para um biodigestor modelo canadense com medidas de 20 metros de largura, 20 metros de comprimento e 4 metros de profundidade, com capacidade instalada de 805 m³ e volume útil aproximado de 708,4 m³, conforme exemplificado na Figura 2. Toda água utilizada para limpeza diária do piso grelhado também é encaminhada para o

biodigestor e depósito de biofertilizante revestido de lona de PVC que possui um manejo bastante viável.

Figura 2 – Esquema representativo do modelo de Biodigestor Canadense



Fonte: Deganutti, 2008.

Como produto da biodigestão, é obtido o gás e como efluente o biofertilizante. O biofertilizante é encaminhado para uma lagoa de armazenamento para posteriormente ser bombeado para a plantação de grama na mesma propriedade.

Imagem 1 – Biodigestor Canadense



Fonte: O autor

Geração de energia

O gás gerado no equipamento é encaminhado a um queimador, convertendo o metano (CH_4), principalmente o dióxido de carbono (CO_2) e evitando assim sua emissão à atmosfera. Para estimar o potencial de produção de energia, foram utilizados para o desenvolvimento

metodologias a estimar o volume de dejetos e o potencial de biogás, considerando a quantidade de animais do plantel e o volume de produção de dejetos em cada fase do ciclo de 120 dias. A avaliação teve início em 01/10/2019 e o término em 31/01/2020.

Os procedimentos técnicos envolveram pesquisas e levantamentos bibliográficos, com base em metodologias já existentes. Os métodos referentes à metodologia foram aplicados conforme às condições das granjas em observação e levado em consideração alguns parâmetros, tais como: peso vivo do animal, o percentual de machos e fêmea do plantel, percentual de mortalidade, produção de dejetos, concentração de sólidos voláteis e capacidade de produção de biogás pelo dejetos.

A obtenção dos dados foi realizada através de visitas quinzenais à propriedade, onde foi possível acompanhar o desenvolvimento dos animais durante as duas fases do ciclo: Fase inicial 25-100kg (70 dias) e Fase final <100kg (50 dias) e também observar a rotina diária da produção.

Imagem 2 – Gerador de energia



Fonte: O autor

Imagem 3 – Painel de controle



Fonte: O autor

A metodologia utilizada neste trabalho foi a estimativa de produção de metano, de Chen (1983) que aborda parâmetros importantes e é um dos modelos matemáticos mais utilizados e confiáveis para estimativas de produção de biogás. Este por sua vez, tem relação com o estudo em questão, sendo assim para estimar a produção de biogás é necessário realizar a utilização dos parâmetros descritos acima, os quais foram obtidos por meio do monitoramento e análises na propriedade.

O peso vivo refere-se à quantidade média de massa em quilos dos animais, para o estudo foi considerado um valor aproximado de 20 – 140 kg. A produção de dejetos, contempla todo o resíduo eliminado através dos processos metabólicos (fezes e urina) e também a água utilizada no processo de limpeza das baias. A produção de dejetos líquidos por dia de apenas um animal pode ser estimado tendo como base a literatura, porém são variáveis devido ao manejo adotado na propriedade, por este motivo, optou-se em considerar os volumes que foram medidos *in loco*, através da separação de alguns animais em uma baia específica, para ser possível realizar a medição do volume de esterco, urina e água em cada fase do ciclo dos animais, de modo a ficar mais próximo à realidade.

Tabela 1 – Valores médios de produção de dejetos suínos

Categoria de Suínos	Esterco	Esterco + Urina	Dejetos líquidos
25 - 100 kg	2,30	4,90	7,20
Machos	3,00	6,00	9,00
Média	2,65	5,45	8,10

Fonte: Oliveira (1993)

Além disso, avaliaram-se os fatores de interferência (controláveis e não controláveis) que poderiam influenciar na quantidade de dejetos produzidos e consequentemente na produção do biogás, como a própria produção de animais, a qual pode variar devido ao óbito inesperado por patologias diversas, podendo representar até 3% de cabeças a menos no plantel.

Através das medições, chegou-se à concentração de sólidos voláteis, referente a fração orgânica que foi volatilizada dentro do biodigestor. Sendo este, o parâmetro mais importante para estimar a produção de biogás. Para o estudo, foi utilizado o volume médio entre os intervalos estabelecidos pela literatura de 35,38gSV/L, ou seja, para cada litro de efluente produzido, foi considerado 35,38 gramas de sólidos voláteis.

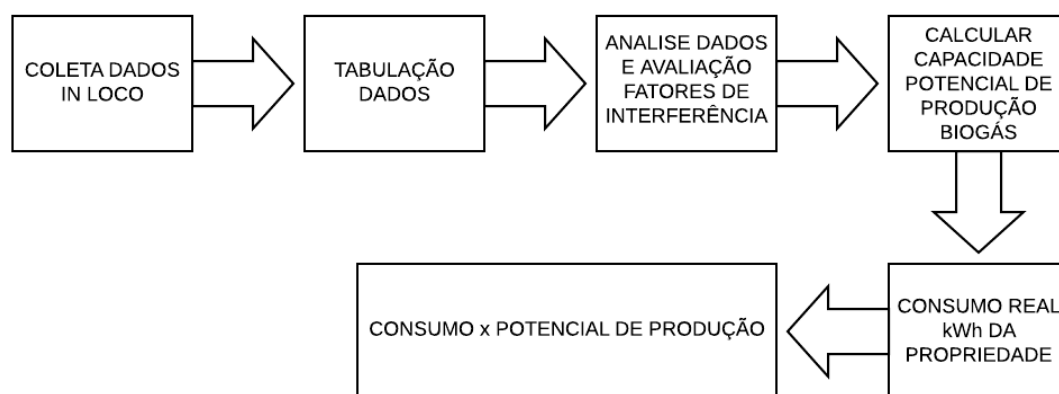
Por último, se fez necessário buscar a capacidade de produção de metano para obter a capacidade potencial de biogás. Este parâmetro foi obtido, em partes através da literatura Chen

(1983), trazendo para bases da realidade do estudo, considerando um valor médio de 0,32m³/kgSV, o que quer dizer que a cada um quilo de sólidos voláteis, obteremos 0,32 metros cúbicos de gás.

Quanto a conversão do gás para energia elétrica, foi considerado a capacidade real do equipamento da propriedade, para cada um metro cúbico de gás, tem-se 1,2 kWh. A obtenção destas informações foi importante para que fosse possível realizar todas as conversões e análises de modo assertivo.

A seguir, conforme fluxograma abaixo, estão elencadas as principais etapas vinculadas ao procedimento metodológico para a realização do estudo:

Figura 3 - Etapas Vinculadas ao procedimento metodológico



Fonte: O Autor

Os cálculos representados na tabela 2, foram realizados considerando o volume de produção de dejetos/dia observado *in loco* para cada fase do ciclo, o qual foi multiplicado pela quantidade de animais após a mortalidade e multiplicado pela quantidade de dias aproximado que duram cada fase ao longo dos 120 dias de confinamento, determinando-se assim o volume de dejetos total durante o ciclo.

Equação 1 - Cálculo de estimativa de volume de dejetos totais

$$Q = N^{\circ} \times PD \times D$$

Onde:

Q: volume total de dejetos produzidos ao dia / ciclo

Nº: número de animais

PD: volume de dejetos produzidos por animal (volume de dejetos / cabeça) e categoria (macho e fêmea)

D: dias de ciclo

Para mensurar o volume de sólidos voláteis do ciclo, apresentado na Tabela 3, considerou-se o peso de sólidos voláteis por gramas presente em cada litro de resíduo o qual foi multiplicado pelo volume total de litros de resíduos do ciclo e realizada a conversão de gramas por litro para quilos por litro.

Equação 2 - Cálculo do volume de sólidos voláteis do ciclo

$$SV/Kg = \frac{SV(g/L) \times Q}{1000}$$

Onde:

SV/Kg: quilos totais de sólidos voláteis

SV(g/L): sólidos voláteis por grama/litro

Q: volume total de dejetos produzidos ao dia / ciclo

Na tabela 4, foi demonstrado o volume de produção do biogás ao fim dos 120 dias de terminação.

Equação 3 - Cálculo do volume de gás produzido

$$VG = V_{\min} \text{ gás} \times SV/Kg$$

Onde:

VG: volume de gás total

$V_{\min}$ gás: valor mínimo por m³ de gás

SV/Kg: Sólidos voláteis por quilo

Para a conversão do volume de biogás em kWh foi considerando um gerador com potência de 30 KVA e que para cada m³ de biogás se obtém 1,2 kWh de energia elétrica.

Equação 4 – Conversão do volume de biogás em kWh

$$kWh \text{ total do ciclo} = VG \times kWh$$

Onde:

kWh total do ciclo: energia total

VG: volume de gás total

kWh: equivalência correspondente

Os resultados estão apresentados na tabela 5.

Resultados e Discussões

Através dos dados coletados *in loco* e levando em consideração alguns pontos importantes, como o peso vivo do animal, o percentual de machos e fêmea do plantel, pois ainda que pequena, existe uma variação na quantidade de dejetos produzidos, o percentual de mortalidade em cada uma das duas fases do ciclo, visto que com o passar dos dias e o aumento do peso a probabilidade dos animais sofrerem algum ataque e irem a óbito é maior e também, foi possível realizar a mensuração do volume em cada fase do ciclo, bem como o volume total, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados coletados *in loco* e volume de dejetos total durante o ciclo.

Fase animal (kg)	Dias de ciclo	Nro Animais (cb)	Mortalidade (%)	Animais totais (cb)	Macho/Fêmea (%)	Animais totais (cb)	Volume de dejetos (L)	Volume total (L)
25-100	70	2.200	0,80%	2.182	Macho 60%	1.309	8,2	751.366,00
					Fêmea 40%	873	7,5	458.325,00
<100	50	2.182	1,50%	2.149	Macho 60%	1.289	8,2	528.490,00
					Fêmea 40%	860	7,5	322.500,00
VOLUME TOTAL DE EFLUENTES DO CICLO							2.060.681,00	

Fonte: o autor

Após mensurar os dados acima, posteriormente foi necessário verificar a capacidade do biodigestor em transformar os resíduos em biogás. Conforme a metodologia aplicada, para estimar a produção de biogás buscou-se primeiramente calcular o volume de sólidos voláteis existentes, tendo como base a literatura, considerou-se para o estudo 35,38g de sólidos voláteis por litro de dejetos, ou seja, para cada litro de dejetos obtido durante o ciclo, tem-se 35,38 gramas de sólidos voláteis e, para cada quilo de sólidos voláteis 0,32 metros cúbicos de gás. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Volume de sólidos voláteis do ciclo

Sólidos Voláteis (g/L)	Litros dejetos
35,38	2.060.681,00
Gramas totais SV	
72.906.893,78	
Kg totais SV	
72.906,89	

Fonte: o autor

Tabela 4: Volume potencial de produção de Biogás

m ³	Kg de Sólidos Voláteis
0,32	72.906,89
Volume de Gás (m³)	
23.330,21	

Fonte: o autor

O volume de produção do biogás ao fim dos 120 dias de terminação, apresentado na Tabela 4, foi convertido em kWh considerando um gerador com potência de 30 KVA e que para cada metro cúbico de biogás obtém 1,2 kWh de energia elétrica, os resultados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Conversão em kWh de um ciclo

m ³ gás	kWh/m ³
23.330,21	1,2
kWh total	
27.996,25	

Fonte: o autor

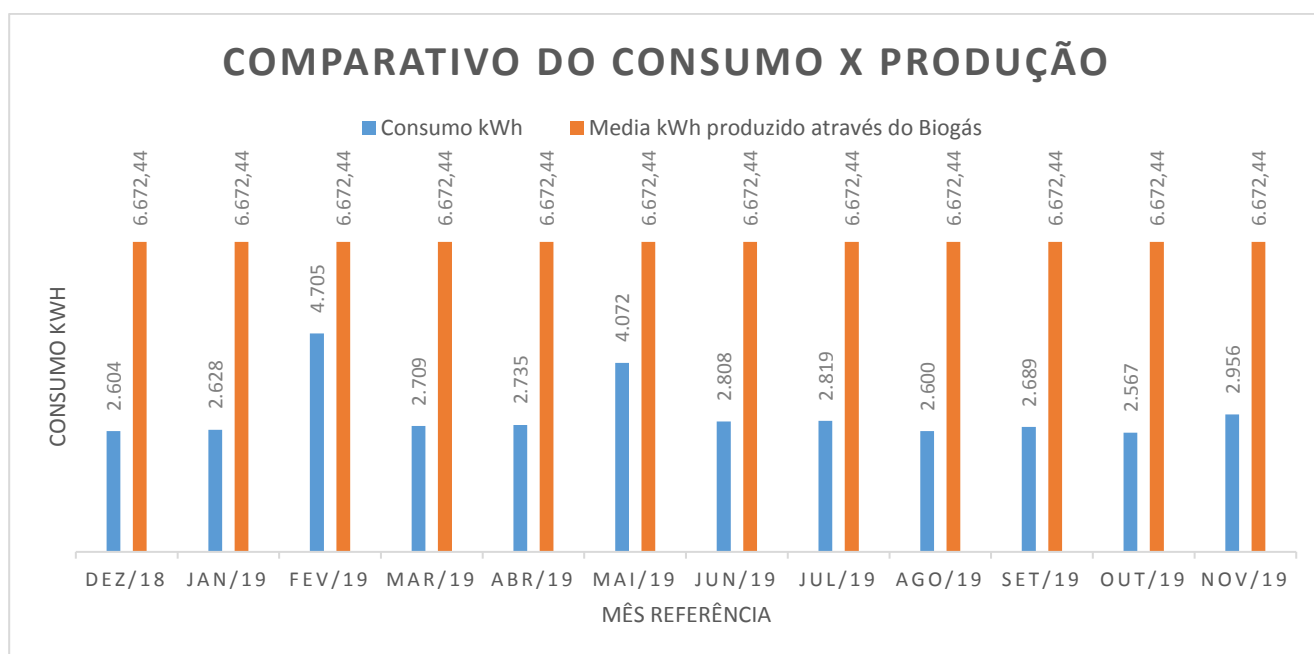
Observou-se que durante todo o ciclo foi possível produzir 27.996,25 kWh de energia. Considerando os intervalos de vazio de 7 dias após a retirada dos animais em um ano é realizado em média 2,86 ciclos de 120 dias, por tanto em um ano pode ser produzido aproximadamente 80.069,28 kWh.

Em uma residência a quantidade média de consumo de energia elétrica é de 273,1 kWh/mês no verão e 261,3 kWh/mês no inverno, segundo dados do laboratório de eficiência energética em edificações, de 2005. O consumo médio da propriedade em questão é de 2.991 kWh/mês, aproximadamente 10 vezes maior, quando comparado com o consumo doméstico, este consumo elevado, justifica-se, pois além do consumo residencial, também possui equipamentos automáticos instalados nas granjas que são responsáveis pela alimentação e bem-

estar dos animais. A propriedade também conta com lamina de água para produção de peixes, onde, devido a utilização de aeradores elétricos para oxigenação da água e sobrevivência dos peixes, tem um consumo considerado.

Considerando o consumo da propriedade em estudo, entre os meses de dezembro 2018 a novembro de 2018 foi possível realizar o comparativo entre consumo de kWh mensal da propriedade em estudo, e o volume (média mensal) resultante através do volume total produzido de biogás (6.672,44 kWh).

Gráfico 1 – Comparativo do Consumo X Produção



Fonte: O autor

Considerando o consumo médio da propriedade que é de 2.991 kWh/mês, observa-se que a produção de energia de um mês seria suficiente para abater em média dois meses de consumo. Com base em estudos relevantes referentes ao assunto, segundo Oliver (2008) o valor encontrado para a estimativa de produção de biogás é de 0,356m³/animal produzindo aproximadamente 5,5 kWh/m³ e comparado com este trabalho, os valores se tornam um pouco inferiores devido ao equipamento possuir um agitador automático, que permite a maior dissipação de gás.

Considerações Finais

Considerando o ciclo produtivo de dejetos suínos de 120 dias e os dados apresentados neste estudo, foi possível estimar uma produção média de 6.672,44 kWh e observar que o consumo médio da propriedade é de 2.991 kWh, onde será possível realizar o abatimento de pelo menos dois meses de consumo. A propriedade em questão pode ser autossustentável para utilização da energia renovável e não mais, ser dependente de concessionárias para o

recebimento e distribuição da energia que é utilizada para abastecer toda a propriedade. Além disto, cabe ressaltar a importância que este trabalho trás e proporciona a quem possui biodigestores, pois os benefícios que este trás, tanto para utilização da energia renovável independente produzida através dos resíduos, quanto para o meio ambiente, diminuindo a emissão de gases. E ainda, a questão da valorização agrônômica do uso de biofertilizante, que são fundamentais para a nutrição de várias culturas e reduz o uso de fertilizantes químicos, trazendo mais um benefício e colaborando com o meio ambiente.

Referências

ABPA, **Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual de Produção de Carne Suína, 2018.** Disponível em: < <https://granter.com.br/producao-exportacao-suinos-brasil/>>. Acesso em: 23 out. 2019.

BONAZZI, M. **Manual da utilização agrônômica dos efluentes.** 2. ed. Editora Unisidos Ltda, 2001. 320 p.

CHEN, Y. R. **Análise cinética da digestão anaeróbica de esterco de porco e suas implicações no projeto.** *Resíduos Agrícolas*, v. 8, n. 2, p. 65-81, 1983

DEGANUTTI, R. **Biodigestores rurais: modelo indiano, canadense e chinês.** Editora Baúru, SP, 2008.

ENGEVISTA, V. 16, n. 4, p.329-338, Dezembro 2014

GOOGLE, **Earth-mapas.** Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@-24.41243815,-53.86164558,385.83163639a,535.03318699d,35y,25.93275691h,0t,0r/data=ChQaEgoKL20vMDIyeDh4NRgBIAEoAg>>. Acesso em: 23 out. 2019.

KAIBER, I. R. **Viabilidade da implantação de um biodigestor para produção de energia e biofertilizante através dos dejetos de suínos.** 2014. Dissertação (Especialista em Agropecuária) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira.

OLIVEIRA, P.A.V. **Efeito Estufa** v.25 n. 172, 2003. 16-30 p.

OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concordia 1993. 188 p.

OLIVER, A. P. M. **Manual de treinamento em biodigestão .** Salvador: Instituto Winrock – Brasil, 2008.

USEPA, **Agencia de Proteção Ambiental dos Estados Unidos. Gases do efeito estufa: Dióxido de Carbono (CO₂) e Metano (CH₄),.** 2014. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28261-gases-do-efeito-estufa-dioxido-de-carbono-co2-e-metano-ch4/>>. Acesso em: 10 out. 2019.