

BIODIGESTOR ORGÂNICO: GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DE BIOGÁS

ORGANIC BIODIGESTER: ELECTRICAL ENERGY GENERATION THROUGH BIOGAS

Vinicius Negri Lino de ALMEIDA¹; Ricardo Luiz BRUNO².

¹Discente de graduação em Engenharia de Produção do Centro Universitário Hermínio Ometto – FHO|UNIARARAS.

²Docente do curso de graduação em Engenharias da FHO|UNIARARAS.

Autor responsável: Vinicius Negri Lino de Almeida. Endereço: Rua Oscar Candido Rodrigues, n. 600, Jardim Alvorada, Mogi-Guaçu – SP, CEP: 13.841-062, e-mail: <viniciusalmeida1919@hotmail.com>.

RESUMO

O metano é um gás incolor com estrutura molecular tetraédrica (CH₄), com capacidade extremamente baixa de se dissolver em água (H₂O). Com isso, ao entrar em contato direto com o ar atmosférico, seu poder calorífico se destaca, ganhando alto poder de inflamabilidade. O metano pode ser encontrado em aterros sanitários, refinarias de cana-de-açúcar, pântanos e combustores de biomassa anaeróbica. Como o metano é um gás com um alto poder de calor, pode-se obter a geração de energia térmica por meio de sua combustão, e esse energia pode ser transformada em elétrica, utilizada em habitações locais. O objetivo deste trabalho é provar que se pode operar um biodigestor com apenas dejetos orgânicos (fezes de animais) para a produção de eletricidade. Para isso, foi projetado um sistema de extração, coleta, armazenamento, queima e geração de energia. No projeto elaborado, a sustentabilidade foi o pilar mais cogitado, pois, para que este projeto possa ser montado em residências, seu custo deve ser o menor possível. A partir dessa ideia, na primeira sessão (extração e coleta), foram utilizados tubos de polietileno ou PVC e uma caixa d'água; na segunda etapa (armazenamento), utilizou-se um reservatório de polietileno; na terceira etapa (queima do biogás), utilizaram-se caldeiras; e, por fim, na quarta e última etapa (geração de energia), foi utilizado um gerador, de modo que todo o vapor liberado da caldeira pudesse ser canalizado e encaminhado até ele, convertendo, assim, o vapor em energia elétrica.

Por meio de um estudo mais aprofundado sobre o potencial de dejetos de vaca, porco, cachorro e galinha, chegou-se ao conhecimento de que as fezes de galinhas geram um teor de metano extremamente concentrado, assumindo maior rendimento de energia com sua queima de gás, o que possibilitaria sua utilização e a comercialização de energia elétrica para residências e concessionárias.

Palavras-chave: Matéria-orgânica. Metano. Energia. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Methane is a colorless gas with tetrahedral molecular structure (CH₄) and extremely low ability to dissolve itself in water (H₂O). As a consequence, when it contacts the atmospheric air directly, its calorific power stands out and gains high power of flammability. Methane can be found in landfill areas, sugar cane refineries, swamps and anaerobic biomass combustors. As methane is a high heat power gas, it is possible to generate thermal energy by means of its combustion, and this energy can be changed into electrical and used in local habitations. This work intends to prove that a biodigester can be operated with only organic waste (animal feces) to produce electricity. In this regard, an extraction, collection, storage, burning and energy generation system was designed. For this project to be assembled in houses, its cost should be as lowest as possible, so sustainability was the most considered element. From this idea, in the first session (extraction and collection), polyethylene pipes, or PVC, and a water tank were used; in the second step (storage), a polyethylene reservoir was used; in the third stage (biogas burning), boilers were used; and finally, in the fourth and last stage (energy generation), a generator was used so that all the vapor released from the boilers could be conducted to it and converted into electrical energy. As a result of a more in-depth study on the potential of cow, pig, dog and chicken waste, it was possible to learn that chicken feces generate extremely concentrated methane content, assuming a higher energy yield because of its gas burning, which would enable its use and the commercialization of electrical energy for houses and concessionaires.

Keywords: Organic matter. Methane. Energy. Sustainability.

INTRODUÇÃO

Com a alta quantidade de recursos existentes no planeta, o entendimento destes se torna cada vez mais visível, sendo aproveitados de forma comercial. A quantidade e a variabilidade de materiais orgânicos que são descartados são incalculáveis, e por meio de estudos foi apontado o material que pode se tornar mais viável para as pessoas de baixa renda: as fezes de animais.

Nas cidades do interior do Estado de São Paulo, as criações de animais são abundantes, e as principais fontes de geração de matéria orgânica vêm de fezes de gado, porcos e galinhas. Com base nisso, foram realizadas pesquisas para as quais grandes nomes da área cederam informações muito importantes.

Considerando-se que a produção de fezes é abundante em criações de animais, a geração de biogás é grandiosa. Com isso, os trabalhos com biodigestores são extremamente importantes.

O biogás é composto basicamente por: metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), hidrogênio (H_2), nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2) e gás sulfídrico (H_2S) (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2008).

Como 70% do biogás é composto de CH_4 , tem-se que este pode fornecer maior potencial de queima e, com isso, maior concentração de calor, havendo maior geração de eletricidade. Os demais gases, encontrados em menores teores, são eliminados principalmente por processos de queima (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2008).

Atualmente, o biogás é utilizado em termoelétricas e como biocombustível, mas a sua facilidade de queima pode fornecer um calor grandioso e, esta energia térmica, ser convertida em energia elétrica por alguns sistemas de conversão mecânica, como caldeiras e geradores (TOLMASQUIM, 2003).

O CH_4 está presente em larga escala em matérias-orgânicas, destacando-se as fezes animais e os dejetos (CICERONE; OREMLAND, 1988).

OBJETIVOS

Para este artigo, será apresentada a proposta de projeção de um biodigestor, na qual serão utilizadas fezes de porcos, vacas, cães e galinhas. Assim, todo o biogás extraído das fezes será transformado em energia térmica e, posteriormente, em energia elétrica por meio de um sistema de transformação mecânica, que consiste em quatro etapas: extração e coleta; armazenamento; queima de biogás; e geração de energia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local da pesquisa

Para a projeção do gerador, foi utilizada uma propriedade rural, localizada na cidade de Mogi-Guaçu, interior de São Paulo, a qual continha 87 galinhas, 1 vaca, 2 cachorros e 26 porcos.

Levantamento de dados

Os dados obtidos foram coletados a partir de levantamento bibliográfico em artigos científicos e *sites*, bem como em campo a partir de um estudo de caso.

Coleta e armazenamento de fezes

Foram coletadas as fezes manualmente nos pastos que os animais se alojavam e colocadas em recipientes de armazenamento (caixas d'água).

Construção e funcionamento do biodigestor

A construção do biodigestor foi realizada em três etapas: coleta e extração de CH_4 ; armazenamento de CH_4 ; e queima e geração de energia elétrica.

Etapa 1: coleta e extração do CH_4

Nessa etapa foram utilizados os seguintes materiais:

- Reservatório de polietileno: com capacidade de 1.000 litros, contendo baixa massa, resistência à corrosão, resistência à abrasão e alta flexibilidade, conforme demonstra a Figura 1 a seguir. Em vista de um dos critérios do projeto, a viabilidade, optou-se por esse modelo para baratear o desenvolvimento do projeto com a utilização de reservatórios residenciais de águas (caixas d'água).

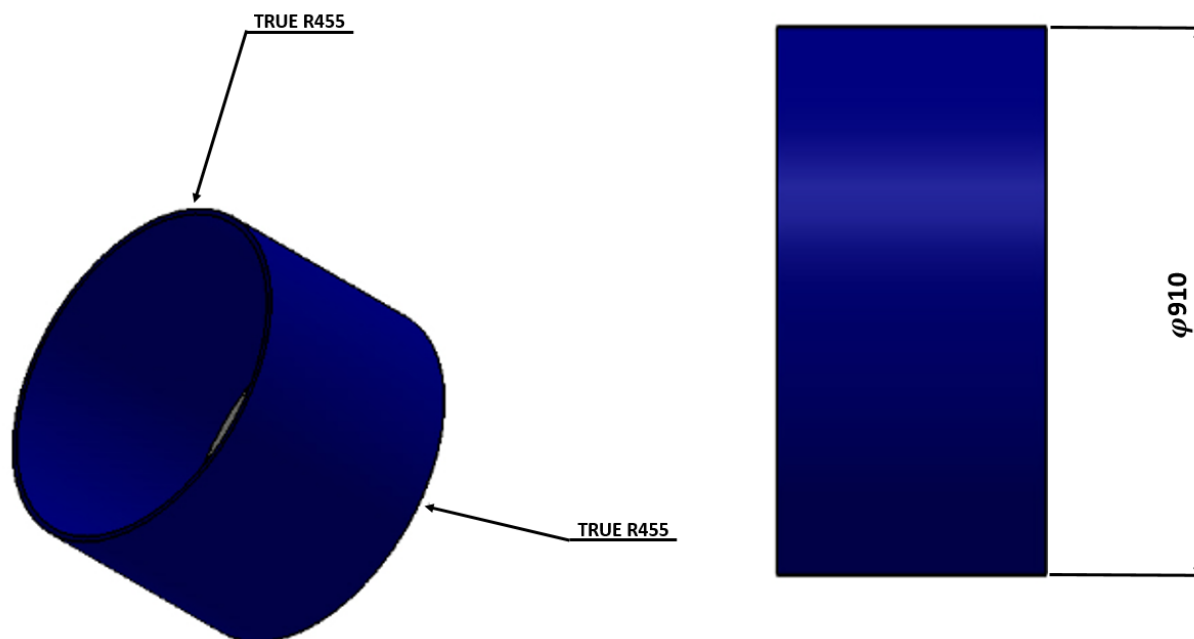


Figura 1 Desenho em SolidWorks do Reservatório de Polietileno.

- Tubos de polietileno: acompanhando a utilização de produtos leves e com baixo custo, foram utilizados três tubos de Ø50 mm,

conforme a Figura 2, que ficaram submersos no reservatório de polietileno, visando a uma boa extração de gás.

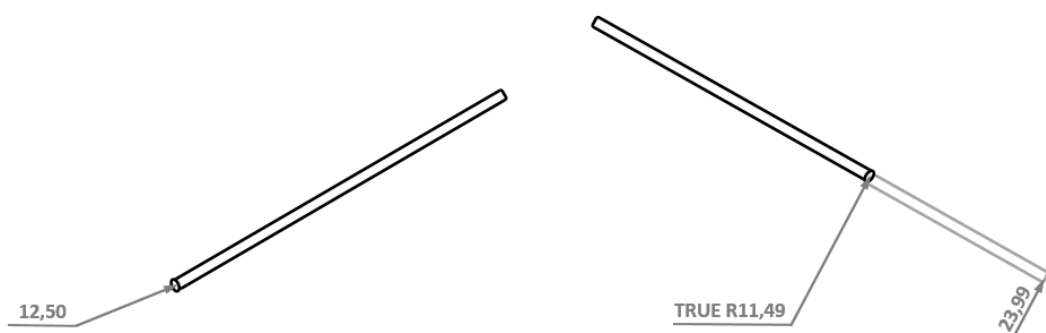


Figura 2 Desenho em Solidworks dos tubos de Polietileno.

- Cotovelos de polietileno: com o CH₄ sendo extraído e acessando os tubos, foram utilizados cotovelos para que o volume de gás pudesse ser encaminhado ao tanque de armazenamento e, posteriormente, ocorresse a queima do gás, gerando energia elétrica.

Funcionamento: nessa etapa, ocorreu a extração e a coleta de CH₄. Como o reservatório de polietileno ficou localizado abaixo do nível do solo, em 610 mm, todo o gás extraído foi direcionado para a superfície por meio dos tubos de

polietileno. No topo do reservatório estavam os cotovelos de polietileno, responsáveis por alinhar o trajeto do gás até o tanque de fibra de vidro, dando início à segunda etapa.

Etapa 2: armazenamento do CH₄

Para armazenar o CH₄, foi utilizado um reservatório de fibra de vidro de geometria cilíndrica, com 2.600 mm de altura e Ø1250 mm, o que possibilitou o armazenamento de 20.410 m³ de CH₄. A Figura 3 a seguir ilustra o reservatório de fibra de vidro utilizado.

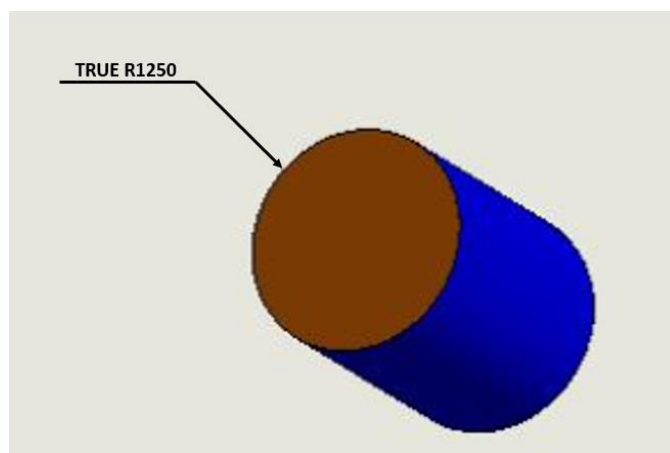


Figura 3 Desenho em SolidWorks do tanque de armazenamento.

Funcionamento: com o procedimento da Etapa 1, todo o gás foi transportado para o reservatório de fibra de vidro, cujo volume foi controlado para que pudesse ser encaminhado para a terceira e última etapa, na qual ocorrerá a queima, a conversão e geração de energia elétrica.

O tanque de fibra de vidro foi escolhido por duas razões: pelo baixo custo, já que, como é encontrado facilmente no comércio, é mais acessível, e por suportar pressões elevadas, pois, se o tanque fosse de metal, caso houvesse uma fagulha, a explosão seria inevitável.

Etapa 3: queima e geração de energia elétrica

Nessa etapa foram utilizados uma caldeira a vapor ECAL com suporte de 50 a 5.000 kg e um gerador a vapor Albacete GVE.

Durante o desenvolvimento do projeto, foram criadas duas tubulações, uma para a queima e outra para o direcionamento do gás. Pesquisas apontam que, geralmente, a queima desse gás inicia-se a 497°C e vai até 537°C (CICERONE; OREMLAND, 1988); portanto, para não haver problemas de derretimento e desidratação da tubulação, foi utilizado o antimônio, um material que suporta temperaturas elevadas.

Considerando-se que, durante a pesquisa, o antimônio tinha um preço médio de R\$ 1,08/kg, seguindo os conceitos de custo e sustentabilidade, optou-se por esse material. Já para a segunda tubulação, cujo obstáculo foi a alta temperatura do vapor de água, por volta de 374°C, optou-se pela

tubulação de zinco (Zn), por se tratar de um material também de fácil acesso e custo acessível. De acordo com o *site* Index Mundi, o preço médio do zinco é de R\$ 7,15/kg.

Funcionamento: após o armazenamento do CH₄ nos tanques de fibra de vidro, as tubulações transportaram o gás CH₄ para que pudesse ser queimado na base da caldeira a vapor.

Na caldeira, foi instalada uma tubulação de antimônio, que partiu do tanque de armazenamento de fibra de vidro, que transportou o gás armazenado na Etapa 2, havendo um aquecedor para estimular a queima, para que gerasse combustão, e esta combustão gerasse calor, fornecendo vapor de água na caldeira a vapor.

Para que fosse aproveitado todo o vapor gerado, foi instalado no topo da caldeira uma tubulação de zinco, que direcionou todo o vapor de água para um gerador elétrico, e o vapor gerado foi responsável por movimentar as pás do gerador. Com a movimentação, a geração da energia elétrica foi iniciada pelo processo de indução eletromagnética. Assim, com a movimentação das pás do gerador, o campo magnético gerado ganhou bastante intensidade, fazendo a energia predominante crescer até que fosse encaminhada para o consumo da propriedade.

Montagem da estação da geração

A Tabela 1 a seguir apresenta os materiais utilizados na construção da estação de geração de energia a partir do CH₄:

Tabela 1 Tabela de materiais.

Materiais	Quantidade unitária
Tubos de polietileno – PE	6
Reservatório de polietileno	1
Cotovelos de polietileno	3
Reservatório de fibra de vidro	1
Caldeira	1
Gerador	1
Indutor	3
Tubo de zinco e antimônio	2

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Levantamento do consumo energético da propriedade rural em estudo

A Tabela 2 mostra o consumo dos dispositivos elétricos da propriedade rural mencionada:

Tabela 2 Consumo dos dispositivos elétricos da propriedade rural localizada em Mogi-Guaçu, interior de São Paulo.

Consumo mensal de eletricidade (kW)			
Aparelho	kW consumido	Potência (W)	Tempo em uso (h) no mês
Ventiladores	31,5	150	210
Chuveiro	105	3.500	30
Secador de cabelo	15	2.000	7,5
Computador	30	200	150
Ferro de passar	7,5	1.000	7,5
Micro-ondas	10,5	1.400	7,5
Refrigerador de 322 l	115,2	200	576
1 televisões de 20"	42	200	210
Lavadora de roupas 10 kg	36	600	60
Carregador de celular	0,21	1	210
Chapinha	0,78	52	15
Barbeador	0,0225	3	7,5
Videogame	1,8	20	90

Total 395,51 kW

Levantamento de dados sobre os animais

Segundo o médico-veterinário, especialista e doutorando, Antônio Humberto Minervino (2016), alguns animais possuem fezes mais

energéticas que outros, sendo que o animal que se destaca é a galinha. As Tabelas de 3 a 7 apresentam um comparativo entre os animais.

Animal – Galinha
Produção de fezes (kg/dia) - 0,09
Metano resultante (m ³ /kg) - 0,088
Energia gerada (kW/dia) - 0,05
Eficiência energética (kW/kg) - 0,555

Tabela 3 Dados teóricos - fezes da galinha.

Animal – Cachorro
Produção de fezes (kg/dia) - 0,33
Metano resultante (m ³ /kg) - 0,084
Energia gerada (kW/dia) - 0,16
Eficiência energética (kW/kg) - 0,484

Tabela 5 Dados teóricos - fezes do cachorro.

Animal – Vaca
Produção de fezes (kg/dia) - 54,36
Metano resultante (m ³ /kg) - 0,049
Energia gerada (kW/dia) - 16
Eficiência energética (kW/kg) - 0,294

Tabela 7 Dados teóricos - fezes da vaca.

Animal – Porco
Produção de fezes (kg/dia) - 1,13
Metano resultante (m ³ /kg) - 0,074
Energia gerada (kW/dia) - 0,5
Eficiência energética (kW/kg) - 0,442

Tabela 4 Dados teóricos - fezes do porco.

Animal – Elefante
Produção de fezes (kg/dia) - 90,6
Metano resultante (m ³ /kg) - 0,071
Energia gerada (kW/dia) - 39
Eficiência energética (kW/kg) - 0,430

Tabela 6 Dados teóricos - fezes do elefante.

Levantamento da quantidade de fezes gerada na propriedade rural em estudo

Com o início do projeto, houve o armazenamento das fezes, por meio das quais

Animal – Galinha
Produção de fezes (kg/dia) - 0,065

Tabela 8 Dados reais - fezes da galinha.

Animal – Cachorro
Produção de fezes (kg/dia) - 0,28

Tabela 10 Dados reais - fezes do cachorro.

Animal – Porco
Produção de fezes (kg/dia) - 1,30

Tabela 9 Dados reais - fezes do porco.

Animal – Vaca
Produção de fezes (kg/dia) - 51,89

Tabela 11 Dados reais - fezes da vaca.

A partir do levantamento realizado, verificou-se que a quantidade de fezes dos animais coletadas mensalmente (considerando-se o padrão temporário de 30 dias) na propriedade é de 2.757,15 kg.

A partir disso, foi levantada a seguinte pergunta: “com essa quantidade de fezes, é possível gerar qual produção energética?”.

Para responder a essa pergunta, faz-se necessário entender os valores individualmente.

- **Galinhas:** na propriedade havia 87 galinhas e cada uma produziu diariamente 0,065 kg de fezes; porém, todas as galinhas liberaram

foram obtidas as quantidades apresentadas nas Tabelas de 8 a 11.

169,65 kg de fezes mensalmente. Sabendo que 1 kg de fezes de galinha gera em torno de 0,088 m³ de CH₄, obtém-se um total mensal de 14,93 m³.

- **Porcos:** na propriedade havia 26 porcos e onde cada um produziu diariamente 1,30 kg de fezes; porém, todos os porcos liberaram 1.014 kg de fezes mensalmente. Sabendo que 1 kg de fezes de porco gera em torno de 0,074 m³ de CH₄, obtém-se um total mensal de 75,04 m³.
- **Cachorros:** na propriedade havia 2 cachorros e cada um produziu diariamente

0,28 kg de fezes; porém, todos os cachorros liberaram 16,80 kg de fezes mensalmente. Sabendo que 1 kg de fezes de cachorro gera em torno de 0,084 m³ de CH₄, obtém-se um total mensal de 1,41 m³.

- **Vaca:** na propriedade havia 1 vaca, que liberou diariamente 51,89 kg de fezes; porém, as vacas geram 1.556,70 kg de fezes mensalmente. Sabendo que 1 kg de fezes de vaca gera em torno de 0,049 m³, obtém-se um total mensal de 76,28 m³.

Entendendo os valores individuais, pode-se concluir que 2.757,15 kg de fezes podem gerar 167,66 m³ de CH₄ no fechamento de 1 mês.

Capacidade de geração de energia elétrica

Se a densidade do CH₄ equivale a 0,716 kg/m³ (LANDIM; AZEVEDO, 2008), tem-se que 1 kg será igual a 0,00139 m³. Então, 167,66 m³ de gás equivalerá a 167.660 kg de CH₄. De acordo com Minervino (2016), 1 kg de fezes animal se converte em 0,44 kW, portanto, de acordo com os dados tem-se:

$$1,00 \text{ kg} = 0,44 \text{ kW}$$

$$167,66 \text{ kg} = x \text{ kW}$$

$$X = 73,77 \text{ kW}$$

- **Cálculo 1:** quantidade de watts adquirido a partir do CH₄ gerado no processo durante 1 mês.

A conversão proporcionará uma geração mensal de aproximadamente 73,77 kW.

Em Mogi-Guaçu, a empresa Elektro (órgão

responsável pela liberação, venda e manutenção de energia elétrica) comercializa cada kW por R\$ 0,66; portanto, com a geração energética de 73,45 kW, o proprietário economizará R\$ 48,48 por mês.

Assim, respondendo à pergunta anterior: “com essa quantidade de fezes é possível gerar qual produção energética?”, o proprietário, ao utilizar as fezes geradas por seus animais, poderá economizar R\$ 48,48 por mês com uma produção energética de 73,77 kW.

Custos ao trato de animais

Aplicando os conceitos da pesquisa operacional, é possível entender quais os custos da alimentação de cada animal:

- Dados referentes à alimentação dos animais (BRASIL, 2016):

- ✓ **Galinha:** consumo de 400 g de farelo de milho para cada animal por dia. [Farelo de milho = R\$ 0,35/kg].
- ✓ **Porco:** 3 Kg de farelo de milho para cada animal por dia. [Farelo de milho = R\$ 0,35/kg].
- ✓ **Cachorro:** 1 kg de ração para cada animal. [Ração Pedigree = R\$ 9,30/kg].
- ✓ **Vaca:** 7 kg de ração, 3 kg de farelo de milho e 5 kg de derivados verdes para cada animal por dia. [Farelo de milho = R\$ 0,35/kg, ração bovina = R\$ 1,25/kg e derivados verdes = R\$ 1,85/kg].

- Custos referentes à alimentação dos animais, conforme Tabela 12 a seguir

Tabela 12 Custos diários com a alimentação dos animais.

Animais	Quantidade de animais	Custo diário por animal (R\$)	Custo diário para todos os animais (R\$)
Galinha	87	0,14	12,18
Porco	26	1,05	27,30
Cachorro	2	9,30	18,60
Vaca	1	15,45	15,45
	Total	25,94	73,53

Os dados mostram que diariamente há um consumo alimentício de 129,80 kg, que resultam em um total de R\$ 73,53.

- Dados referentes à hidratação (água) dos animais:

- ✓ **Galinha:** 200 ml/dia por animal.
- ✓ **Porco:** 5,5 l/dia por animal.
- ✓ **Cachorro:** 600 ml/dia por animal.
- ✓ **Vaca:** 113 l/dia por animal.

- Custos com hidratação dos animais:

Antes de apontar os custos de hidratação (água) dos animais, é necessário salientar que a cidade de Mogi-Guaçu/SP cobra pelo trabalho de distribuição de água R\$ 1,31 a cada 1 m³ de água, ou seja, a cada 1.000 litros de água, o consumidor paga R\$ 1,31 (este valor está isento de impostos aglomerados ao serviço da empresa autorizada).

A Tabela 13 a seguir apresenta os custos diários, por animal e para todos os animais, referentes à hidratação.

Tabela 13 Custo diário com a hidratação dos animais.

Animais	Quantidade de animais	Custo diário por animal (R\$)	Custo diário para todos os animais (R\$)
Galinha	87	0,00026	0,023
Porco	26	0,0072	0,19
Cachorro	2	0,00079	0,0016
Vaca	1	0,15	0,15
	Total	0,16	0,36

Os dados mostram que diariamente há um consumo de água de 274,60 l que resultam em um total de R\$ 0,36.

Determinação de viabilidade financeira individual dos animais

• **Cálculo:**

✓ Galinha

1 kg de fezes (teórico) – 0,555 kW

0,065 kg de fezes (1 galinha) – X

$$X = 0,0361 kW$$

Então, para gerar 1 kW tem-se:

0,0361 kW – R\$ 0,14 (custo água /alimentos – 1 galinha)

$$1 kW – R\$ Y$$

$$Y = R\$ 3,89$$

Galinha = R\$ 3,89/1 kW

✓ Porco = R\$ 1,84/1 kW

✓ Cachorro = R\$ 69,49/1 kW

✓ Vaca = R\$ 577,78/1 kW

Pode-se afirmar, portanto, que o porco é o animal que apresenta maior viabilidade financeira.

Geração de adubo orgânico

Após a extração do CH₄, o que ocorrerá com as fezes que foram utilizadas no início do processo?

Com a retirada de todos os gases das fezes, os resíduos passam por um processo de desidratação, obtendo um produto que se transforma em adubo orgânico. Com isso em uma residência, o proprietário pode simplesmente comercializar o adubo ou utilizá-lo em plantações.

Segundo a empresa “Bosta em Lata”, 500 g de adubo desidratado pode ser comercializado a um valor de R\$ 17,77.

Com a implantação do sistema, o proprietário poderá ter duas fontes de receita: a primeira gerada a partir da economia com a energia elétrica, e a segunda, com a venda do adubo orgânico.

Custos da implantação do projeto

Em relação à construção do projeto, tem-se os seguintes custos apresentados na Tabela 14 a seguir:

Tabela 14 Materiais, quantidades e valores.

Materiais	Quantidade Unitária	Valor Total
Tubos de polietileno – PE	6	R\$ 176,90
Reservatório de polietileno	1	R\$ 151,90
Cotovelos de polietileno	3	R\$ 50,90
Reservatório de fibra de vidro	1	R\$ 590,00
Caldeira	1	R\$ 3.149,00
Gerador	1	R\$ 800,00
Tubo de zinco	1	R\$ 60,00
Tubo de antimônio	1	R\$ 80,00
	TOTAL	R\$ 5.058,00

De acordo com os materiais descritos na Tabela 14, o sistema é desenvolvido com o PE, visando a um baixo custo e à durabilidade mediana. Porém, a harmonia entre ciência e meio ambiente não é 100%, pois o gerador cria radiação determinada, e a caldeira necessita de capacitação

para operar de maneira segura sem causar possíveis acidentes.

Tempo de retorno do investimento da implantação do sistema de geração

Com todos os materiais necessários para a implantação do sistema de geração de energia,

somou-se um custo total de R\$ 5.058,00; porém, com a economia de R\$ 48,48 mensais, em aproximadamente 103 meses (8,6 anos) haverá o retorno total do investimento. Nesse caso, não estão sendo considerados os custos com o trato dos animais e a receita gerada com a venda do adubo orgânico, pois pode-se considerar que os animais já existem, e devem ser tratados, e que o adubo será utilizado na propriedade.

Considerações sobre os aspectos do processo de biodigestão

Dependendo da natureza da matéria-prima, deve-se levar em consideração os seguintes fatores: tempo de retenção, substâncias tóxicas e relação carbono/nitrogênio.

O tempo de retenção é caracterizado pela duração de entrada e saída de diferentes materiais do biodigestor, afetando diretamente o índice de armazenamento de biogás, o que pode aumentar ou diminuir a geração de energia, tornando o processo instável.

Caso haja alguma substância em excesso, podem ser gerados compostos tóxicos, como o excesso de enxofre e sulfeto de hidrogênio atrelado às fezes, podendo provocar sintomas de toxidez ao ser humano e problemas respiratórios (CARRAN; THEOBALD, 2000).

Outro problema envolvendo as substâncias tóxicas é a presença do íon amônio em digestores com alta produção (CARRAN; THEOBALD, 2000).

O problema da relação carbono/nitrogênio é que, como o nitrogênio pode existir na urina, principalmente das aves (galinhas), a quantidade de produtos indigestíveis tende a aumentar; o carbono, por sua vez, pode vir anexado a diversos tipos de matérias orgânicas, como fezes animais, e, com isso, o aumento da liberação de carbono ao ambiente torna-se um problema ambiental e sustentável (SEIXAS; FOLLE; MACHETTI, 1980).

CONCLUSÃO

Com este projeto, concluiu-se que é possível gerar energia elétrica a partir dos dejetos animais, cujo resíduo orgânico pode dar origem ao biogás, e, por meio de sua queima, pode-se produzir energia renovável a partir do processo de vaporização da água e de um gerador elétrico.

A principal vantagem deste procedimento é que quanto maior a quantidade de material

orgânico, maior será o rendimento energético por meio de retornos quantitativos do biogás gerado. Dessa forma, a economia a ser gerada por propriedades rurais, residências, organizações e afins parte do princípio de quantidade.

Com este desenvolvimento, obteve-se um projeto inovador, sustentável (principal produto é 100% orgânico) e adepto a grandes ajustes expansionistas.

Caso seja implantado em expansão municipal, a redução de gastos e a melhoria climática resultam em fatores extremamente positivos, pois haverá a redução de radiação local gerada pelas usinas, a redução de riscos com geradores e barragens e a purificação de ar atmosférico.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura. 2016.

CARRAN, R. A.; THEOBALD, P. W. Effects of excreta return on properties of a grazed pasture soil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 56, p. 79-85, 2000.

CICERONE, R. J.; OREMLAND, R. S. **Biogeochemical Aspects of Atmospheric Methane**. 1988.

DEUBLEIN, D.; STEINHAUSER, A. Biogas from Waste and Renewable Resources. **Ed. Wiley - VCH**, 2008.

LANDIM, A. L. P. F.; AZEVEDO, L. P. de. O aproveitamento energético do biogás em aterros sanitários: unindo o útil ao sustentável. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 27, p. 59-100, mar. 2008.

MINERVINO, A. H. Qual animal tem o cocô mais energético? **Revista Super Interessante**, 2016. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/ciencia/qual-animal-tem-o-coco-mais-energetico/>>. Acesso em: 14 de jun. 2016.

SEIXAS, J.; FOLLE, S.; MACHETTI, D. Construção e funcionamento de biodigestores. Brasília: EMBRAPA - DID, 1980.

TOLMASQUIM, M. T. Fontes renováveis de energia no Brasil. Rio de Janeiro: CENERGIA, 2003.