



**Análise de viabilidade econômica da geração de energia elétrica por  
biomassa provinda de propriedades rurais**

**Economic feasibility analysis of electricity generation by biomass from  
rural properties properties**

Lucas Carvalho Martins <sup>1</sup>

Cynara mendonça Moreira Tinoco<sup>2</sup>

Gleyzer Martins<sup>3</sup>

Luciana Oranges Cezarino<sup>4</sup>

Pedro Henrique Faccirolli Scanavez<sup>5</sup>

Jacqueline Campoi Martins<sup>6</sup>

Lydia Cheibub de Matos<sup>7</sup>

**Resumo**

A preocupação mundial com a preservação ambiental, os elevados preços da energia obtida do petróleo e a instabilidade por crises políticas e econômicas, motiva cada vez mais a busca por alternativas de produção de energia a partir de fontes renováveis. Com o propósito de desenvolver o mercado de geração autossuficiente de energia elétrica no Brasil, a ANEEL regulamentou o conceito de geração distribuída de energia renovável no âmbito de produtores

<sup>1</sup> Mestrado em Administração de empresas. Universidade de São Paulo (USP). Butanta, São Paulo – SP.

E-mail: [lucascarvalhomar@gmail.com](mailto:lucascarvalhomar@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutorado em Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Goiás (UFG). Av. Esperança, s/n, Chácara de Recreio Samambaia, Goiânia - GO, CEP: 74690-900. E-mail: [cynara.mendonca@ufg.br](mailto:cynara.mendonca@ufg.br)

<sup>3</sup> Doutorado em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Av. João Naves de Ávila, 2121, Santa Mônica, Uberlândia - MG, CEP: 38408-100. E-mail: [gmartins@ufu.br](mailto:gmartins@ufu.br)

<sup>4</sup> Pós-Doutorado em Administração de empresas. Universidade de São Paulo (USP). Butanta, São Paulo – SP. E-mail: [lcezarino@gmail.com](mailto:lcezarino@gmail.com)

<sup>5</sup> MBA em Administração de empresas. Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Av. João Naves de Ávila, 2121, Santa Mônica, Uberlândia - MG, CEP: 38408-100. E-mail: [pedroscanavez@gmail.com](mailto:pedroscanavez@gmail.com)

<sup>6</sup> MBA em Administração de empresas. Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Av. João Naves de Ávila, 2121, Santa Mônica, Uberlândia - MG, CEP: 38408-100. E-mail: [jackicampoi@gmail.com](mailto:jackicampoi@gmail.com)

<sup>7</sup> MBA em Administração de empresas. Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Av. João Naves de Ávila, 2121, Santa Mônica, Uberlândia - MG, CEP: 38408-100. E-mail: [lydia.cheibub@gmail.com](mailto:lydia.cheibub@gmail.com)

que geram sua própria energia. O Sistema de Compensação de Energia Elétrica, trazido pela Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL, foi uma importante modificação na qual permite que a energia excedente produzida pela unidade consumidora seja inserida na rede de distribuição, gerando créditos para o produtor. Nesse contexto o presente estudo mostra como a produção de energia elétrica por biomassa provinda de dejetos animais pode gerar rentabilidade e autossuficiência para os produtores rurais, visto que a prática agrícola no Brasil gera em abundância esse recurso. A partir disso foram comparadas três fazendas de diferentes culturas (suínos, bovinos e cama de aves) que utilizam o biogás para produzir energia elétrica. Dessa forma realizou-se um levantamento dos dados em relação aos investimentos das propriedades em equipamentos, custos de manutenção e todas as despesas relacionadas ao sistema de biodigestor. Com base nesses dados foi realizado uma análise de viabilidade econômica comparando os três casos através do método de Valor Presente Líquido (VPL), demonstrando que o projeto de implantação do sistema é mais viável na Suinocultura. O resultado obtido mostra um valor do VPL para a cultura de Suínos superior em 26,52% ao da Cama de Aves e 47,39% ao da cultura de Bovinos, que se mostrou viável, mas menos eficiente em relação as outras.

**Palavras-chave:** Energias Renováveis. Dejetos Animais. Biogás. VPL. Análise de Viabilidade.

### **Abstract**

The worldwide concern with environmental preservation, the high prices of energy obtained from oil and the instability due to political and economic crises, motivates more and more the search for alternatives of energy production from renewable sources. With the purpose of developing the market for self-sufficient power generation in Brazil, ANEEL regulated the concept of distributed generation of renewable energy in the context of producers who generate their own energy. The Electric Energy Compensation System, brought in by ANEEL's Normative Resolution No. 482/2012, was an important modification in which it allows the surplus energy produced by the consumer unit to be inserted into the distribution network, generating credits for the producer. In this context, the present study shows how the production of electricity by biomass from animal waste can generate profitability and self-sufficiency for rural producers, since the agricultural practice in Brazil generates an abundance of this resource. From this, three farms of different cultures (pigs, cattle and poultry litter) that use biogas to produce electricity were compared. In this way a survey of the data regarding the investments of the properties in equipment, maintenance costs and all expenses related to

the biodigester system was carried out. Based on this data an analysis of economic viability was performed comparing the three cases through the method of Net Present Value (NPV), demonstrating that the project of system implementation is more viable in pig farming. The result obtained shows a NPV value for the Swine culture superior in 26.52% to that of the Poultry Cama and 47.39% to that of the Cattle culture, which proved to be viable, but less efficient in relation to the others.

**Keywords:** Renewable Energy. Animal Waste. Biogas. NPV. Viability Analysis.

## Introdução

A matriz energética vem sendo mudada nos últimos tempos. De acordo com “A Crise Energética Brasileira” (2015), e com a crescente expansão tecnológica e consumismo exacerbado, há um aumento da quantidade de equipamentos eletrônicos e eletrodomésticos existentes, o que vem sobrecarregando os sistemas geradores de energia elétrica. Frente a esta realidade, a preocupação com a sustentabilidade, economia e reutilização de recursos faz com que novas fontes de energias alternativas, renováveis e sustentáveis sejam exploradas em sua plenitude, levando esta modalidade de geração a consumidores residenciais, comerciais, industriais e rurais.

Senergam (2016) denota que o biogás é uma mistura de gases derivada da decomposição da matéria orgânica cujo os principais constituintes são: metano e dióxido de carbono. Sua utilização como combustível abrange diversos modos, como motores a combustão interna, aquecimento de caldeiras, turbinas a gás, entre outros.

A geração de energia elétrica por biomassa, de acordo com ANEEL (2008), promove um correto destino para os dejetos, evitando problemas ambientais como a poluição dos lençóis freáticos, além de diminuir ou até mesmo eliminar os custos com energia elétrica pagos para as concessionárias. Essa possibilidade vem mudando o panorama energético devido a viabilidade econômica e sustentabilidade promovida por este formato de geração.

A principal motivação para este projeto foi viabilizar a geração de energia para os produtores rurais que já possuem uma grande fonte geradora, a biomassa. Alguns produtores já utilizam o sistema de biodigestores em suas fazendas, porém não utilizam o sistema para a geração de energia elétrica, somente para o tratamento dos dejetos. Com a implantação do sistema completo, o produtor se torna autossuficiente e, a energia que antes gerava alto custo, passa a gerar lucro.

Como apoio ao estudo foi utilizada a ferramenta de análise econômica Valor Presente Líquido (VPL) que, segundo Rossi et al. (2010), é válida caso o objetivo seja fazer uma comparação de opções de investimentos que são mutuamente excludentes, sendo levados ao setor atual todos custos e lucros do intervalo.

O objetivo geral deste estudo é analisar e comparar a viabilidade das instalações de sistemas de geração de energia elétrica em fazendas por meio de dejetos de aves, bovinos e suínos.

## Referencial Teórico

O uso de fontes de energias renováveis e o foco na máxima eficiência energética, de acordo com Júnior (2012), são os pilares da energia sustentável. O uso da biomassa para produção de energia possui várias subdivisões, podendo ser biomassa vegetal ou de dejetos de animais, que é o foco deste trabalho.

### 2.1 Geração distribuída

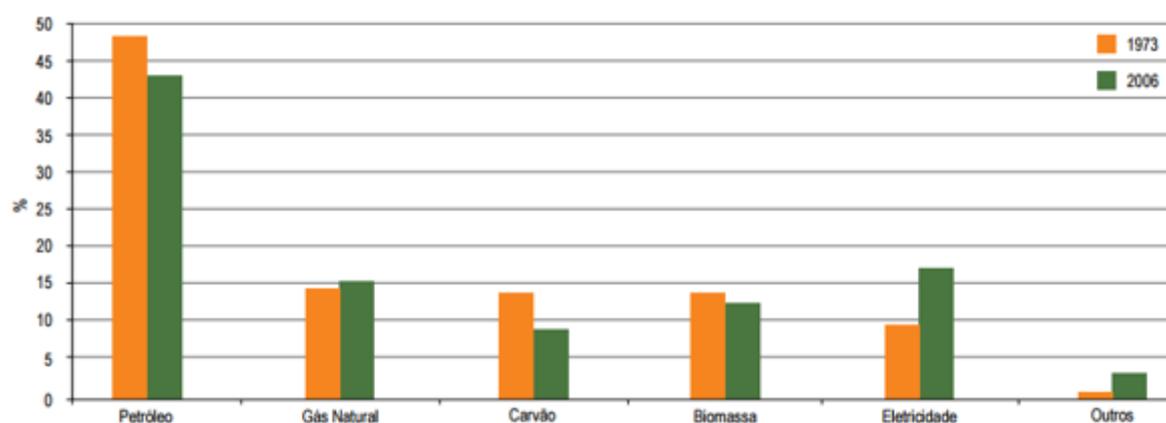
De acordo com o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE), a Geração Distribuída (GD) consiste em qualquer fonte geradora com produção reservada a demandas próximas, sem necessidade de uma rede de transmissão. Porém, tal conceito é variável de acordo com alguns fatores como o propósito da geração, local onde será instalada e as tecnologias envolvidas. É caracterizada por unidades geradoras independentes e de menor capacidade, utilizando determinadas fontes como eólicas, solares, biomassa e gás natural. As vantagens e desvantagens da geração distribuída podem ser analisadas na Figura 1.

<b>Desvantagens</b>	<b>Vantagens</b>
Aumento da complexidade da operação e da manutenção	Aumento da eficiência dos autoprodutores
Condições de curto-circuito	Redução dos impactos ambientais
Redução do fator de utilização das instalações das distribuidoras	Redução do uso das redes de transmissão
Em alguns casos há alto custo e grande tempo de amortização	Redução das perdas técnicas locais

**Figura 1 - Vantagens e Desvantagens da geração distribuída**  
Fonte: INEE (2001)

## 2.2 Geração de energia elétrica por biomassa

Visto o cenário em que a humanidade se encontra frente à situação energética, segundo Prati (2010), a utilização da biomassa vem ganhando incentivos e adesão de diversas organizações privadas. A Figura 2 ilustra uma estimativa de aproximadamente 13% do consumo mundial de energia provinda da biomassa nos anos de 1973 e 2006. De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2008, no Brasil registrou-se 31,1% na matriz energética por biomassa, sendo a quarta maior fonte de energia, respondendo por 3,7% da oferta.



**Figura 2 - Matriz de consumo final de energia nos anos de 1973 e 2006**

Fonte: ANEEL (2008)

## 2.3 Processo de produção do biogás

De acordo com Santos (2001), o biogás é constituído por hidrocarbonetos de cadeia curta e linear, predominantemente o metano ( $\text{CH}_4$ ). Pode ser obtido pela forma natural ou artificial, sendo a primeira provinda da ação de micro-organismos bacteriológicos em acúmulos de substâncias orgânicas (biomassa) como rejeitos urbanos e industriais. A segunda é conseguida utilizando um equipamento conhecido como Biodigestor Anaeróbico.

Na Figura 3, é descrito o rendimento da produção do biogás a partir de dejetos animais. Como pode ser observado, a biomassa provinda de suínos possui maior rendimento, com  $560\text{m}^3$  de biogás por tonelada de dejetos.

Biomassa utilizada (dejetos)	Produção de Biogás (a partir de material seco em $m^3.t^{-1}$ )	Percentual de gás metano produzido
Bovinos	270	55%
Suínos	560	50%
Equinos	260	Variável
Ovinos	250	50%
Aves	285	Variável

**Figura 3 - Rendimento da produção do biogás por dejetos animais.**

Fonte: Adaptado por Colatto e Langer (2012)

À medida que os microrganismos obtêm sucesso no processo, adquire-se o biogás por misturas com 60 ou 65% do volume total compondo-se em metano, ao passo que os 35 ou 40% que restaram consistem, especialmente, em gás carbônico e quantidades menores que os demais gases (SEIXAS, 1980).

## 2.4 Biodigestores

De acordo com Batista (1981), um biodigestor esculpe-se em um dispositivo que assegura um cenário controlado de temperatura, umidade, homogeneidade e aeração enquanto o composto é produzido. Sua estrutura é configurada por um envoltório fechado estruturado de forma a elaborar a degradação de uma biomassa sem nenhum contato com o ar, pois é metabolizada por bactérias anaeróbicas, que evolui sem a necessidade de oxigênio. Com consequência dessa fermentação ocorre a liberação do biogás.

No modelo Canadense, segundo Torres (2012), também conhecido como tubular, e como mostrado na Figura 4, sua disposição é horizontal, sua largura é maior que a profundidade, tendo uma maior área de exposição ao sol. É constituído de um domo removível de plástico flexível, que é inflado conforme o gás é produzido, tendo um efeito semelhante ao de uma bexiga. Pode ser feito sobre o solo ou subsolo. Possui uma caixa de carga feita de tijolos, evitando entupimentos devido a sua largura. Sua desvantagem é o alto custo do domo, que muitas vezes o torna inviável.



**Figura 4 - Biodigestor modelo Canadense**

Fonte: Torres (2012)

## 2.5 Biogás por Dejetos Animais

Para Colatto e Langer (2011), dejetos animais possuem grande capacidade de contaminação por ação do gás liberado na sua fase de decomposição, devido a dieta dos animais ser constituída por altos valores energéticos e proteicos e, portanto, devem ser tratados corretamente antes de serem descartados no meio ambiente. Dado isso, órgãos ambientalistas recomendam o controle da excreção do nitrogênio, fósforo, potássio e metano na prática da pecuária. Existem também leis que normatizam o tema, a nível federal, estadual e municipal, como exemplo a lei federal “Código das Águas” - Decreto nº 24.643, de 10.07.1934, entre outras com diversas características locais e relativas a determinadas situações.

### 2.5.1 Bovinocultura

Segundo Manso e Ferreira (2007) para otimizar a produtividade na bovinocultura é utilizado um sistema que consiste em delimitar a área onde os animais são criados, alimentando-os em cochos. Com o grande consumo de alimentos e espaço restrito, é gerado um numeroso volume de esterco em alta concentração. Esse sistema é conhecido como sistema intensivo de produção animal, o que não seria possível em casos de produção a pasto, na qual o animal circula em uma área ampla e o esterco dispersa no ambiente.

No caso da produção de leite, normalmente, os estábulos são limpos todos os dias para o processo de retirada dos dejetos dos animais, gerando uma quantia satisfatória de efluente líquido (água e esterco) que normalmente é despejado em piscinas de decantação, ou também

em biodigestores, na qual futuramente será gerada a energia elétrica. Em confinamento de corte é preciso construir canaletas para recolher os dejetos de modo mais eficiente no momento da lavagem.

### **2.5.2 Cama de Aves**

Segundo Paganini (2004), a cama representa todo rejeito distribuído no chão dos galpões para ser oferecido de leito às aves, correspondendo a um conjunto de excremento, penas, ração. A reutilização da cama tornou-se uma alternativa viável uma vez que sua comercialização para alimentar ruminantes foi proibida devido a riscos de contaminação. Além disso, existe a vantagem de diminuir o impacto ambiental e o fornecimento para regiões onde há falta de material base. Entretanto, não é recomendado reutilizar a cama caso o lote anterior tenha passado por algum tratamento sanitário relevante. Neste caso, é necessário realizar a limpeza e a troca de cama antes de adicionar o lote seguinte. De acordo com LIEN et al. (1992); MALONE (1992) e BRAKE et al. (1992), a reutilização da cama pode ser efetuada de 1 a 6 vezes em situações de normalidade, ou seja, nada relevante em relação à mortalidade, aumento de peso, ingestão de ração, entre outros. A fim de aproveitar os dejetos, os avicultores apostam na biodigestão ou digestão anaeróbica.

### **2.5.3 Suinocultura**

Os dejetos suínos são utilizados na produção do biogás através de biodigestores, no qual o dejetos usualmente é dissolvido em água, compreendendo 72 litros por dia por suíno. O Brasil é o 4º maior Produtor e Exportador mundial de carne suína, com 2,84% de produção média anual e 4,91% de exportação. De acordo com Tania Lyra, consultora em Defesa Sanitária da Confederação Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2015), os principais estados produtores são Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais. Dito isso, vale ressaltar a importância do tratamento e utilização dos dejetos dos suínos no Brasil para produção de Biogás.

A Defesa Sanitária da Confederação Agricultura e Pecuária do Brasil (2015) aponta que comparado com dejetos de outros animais, os suínos apresentam grande capacidade energética devido à sua alta concentração de carbono, sendo um grande potencial para produção de biogás.

## 2.6 Ferramentas para Análise de Viabilidade Econômica

Projetos, de acordo com o escrito no Project Management Body of Knowledge (PMBOK), são esforços temporários, em várias atividades, empreendidos a fim de se obter um determinado objetivo. É indispensável avaliar a viabilidade de um projeto no mercado, considerando suas restrições, como exemplo a matéria prima, o capital e notando seus riscos.

O Valor Presente Líquido é a ferramenta mais utilizada e a que será utilizada para analisar a viabilidade da instalação do sistema de geração de energia através do Biogás, pois apresenta maior grau de confiabilidade.

### 2.6.1 Valor Presente Líquido (VPL)

De acordo com Samanez (2007), a análise de investimentos de capital necessita de um grau justo de raciocínio econômico e da projeção das condições futuras, o que ultrapassa o uso de demonstrações financeiras normais. Dessa forma, existem várias técnicas, métodos, convenções e critérios comumente aproveitados na análise e no processo decisório.

O VPL é um método que mensura o valor presente dos fluxos de caixa oriundos do projeto e o compara com o investimento inicial. Para Samanez (2007), o objetivo do método do VPL é encontrar investimentos que rendam mais do que custam. A definição matemática para o VPL pode ser vista na Figura 5.

$$VPL = -I + \sum_{i=1}^n \frac{FCt}{(I + ia.a)^t}$$

**Figura 5 – Fórmula do VPL**

Fonte: Samanez (2007)

Com FCt representando o fluxo de caixa no t-ésimo período, I é o investimento inicial, no horizonte de planejamento e ia.a é o custo do capital mensal.

### Metodologia

- Pesquisa exploratória
- Referencial teórico
- Dados coletados junto aos produtores rurais

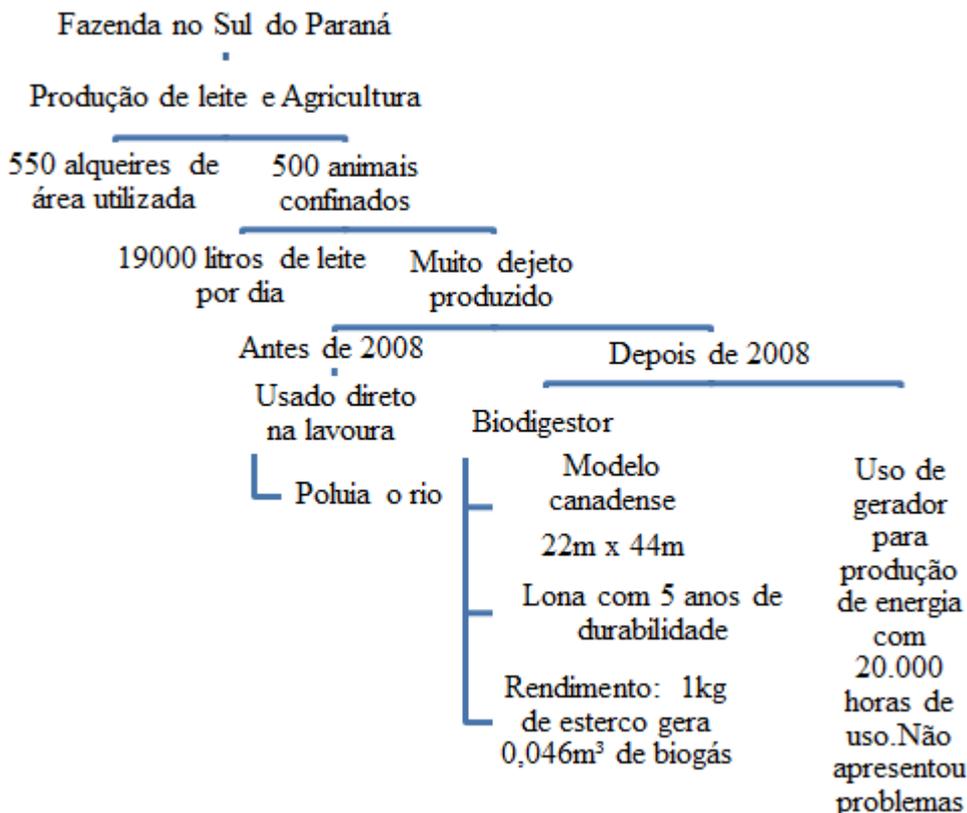
- Informações coletadas são quantitativas, feitas por entrevistas
- Análise de dados através de ferramentas de engenharia econômica
- Análise de viabilidade da implantação dos sistemas de geração de energia por biomassa nas fazendas
- Demonstração dos prós e contras do sistema
- Os dados coletados foram estruturados através do DRE
- Dados analisados através da ferramenta de viabilidade econômica VPL.

### **Estudo de caso**

O estudo foi realizado em propriedades rurais que produzem energia elétrica por biomassa. Cada propriedade utiliza um tipo de dejetos: bovino, suíno e cama de aves. A partir dessas propriedades foram coletados dados referentes ao investimento, manutenção e receita de cada uma delas.

#### **4.1 Bovinocultura**

O fluxograma do estudo de caso na parte de bovinocultura é visto na Figura 6.



**Figura 6 – Fluxograma do sistema para a bovinocultura**  
Fonte: Autoria Própria (2017)

A Figura 7 apresenta a tabela para o sistema de biodigestão da fazenda de bovinos.

<b>Bovinocultura</b>	
Geração de Energia (kWh/mês)	26.000
Economia Mensal (R\$)	12.480
Quantidade de Biodigestores	2
Vida útil de cada biodigestor (anos)	5
Abastecimento do biodigestor	Diário
Quantidade de Geradores	1
Potência de cada Gerador (kVA)	330
Quantidade de lagoas de decantação	1
Quantidade de caixas de mistura	0

**Figura 7 - Sistema de biodigestão da fazenda de bovinos**  
Fonte: Autoria Própria (2017)

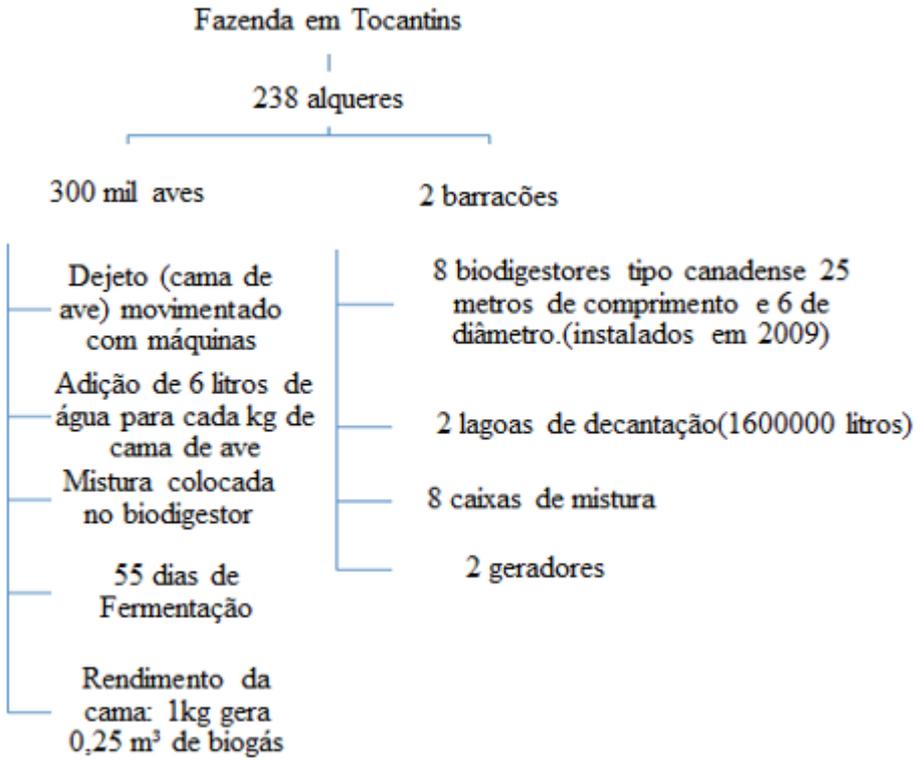
Na Figura 8 estão denotados os custos e receitas referentes ao sistema de geração de energia por bovinocultura.

BOVINOS	
<b>Investimento inicial</b>	<b>Custo(R\$)</b>
Todo o Sistema	350.000
<b>Manutenção</b>	
Troca de óleo e peças (mensal)	2.000
Troca da lona do biodigestor	80.000
<b>Economia de energia</b>	
Total de kWh gerado por mês	26.000
Custo do kWh	0,48
Economia mensal (R\$)	12.480

**Figura 8 - Custos e receitas Bovinocultura**  
 Fonte: Autoria própria (2017)

**4.2 Cama de Aves**

Na figura 9 podem ser analisadas as características do processo de geração de energia utilizado em uma fazenda em Tocantins para a atividade da avicultura.



**Figura 9 – Processo e estrutura em uma fazenda em Tocantins**  
 Fonte: Autoria Própria (2017)

Na Figura 10 podem ser analisados o sistema de biodigestão de cama de aves da

fazenda de Tocantins.

<b>CAMA DE AVES</b>	
<b>Investimento inicial</b>	<b>Custo(R\$)</b>
Todo o Sistema	850.000
<b>Manutenção</b>	
Troca de óleo e peças(mensal)	3.000
Retifica do motor	22.000
<b>Economia de energia</b>	
Total de KWh gerado por mês	62.500
Custo do KWh	0,48
Economia mensal(R\$)	30.000

**Figura 10 - Sistema de biodigestão da fazenda de cama de aves**

Fonte: Autoria Própria (2017)

Os custos e benefícios referentes a este sistema de geração de energia estão apresentados na Figura 11.

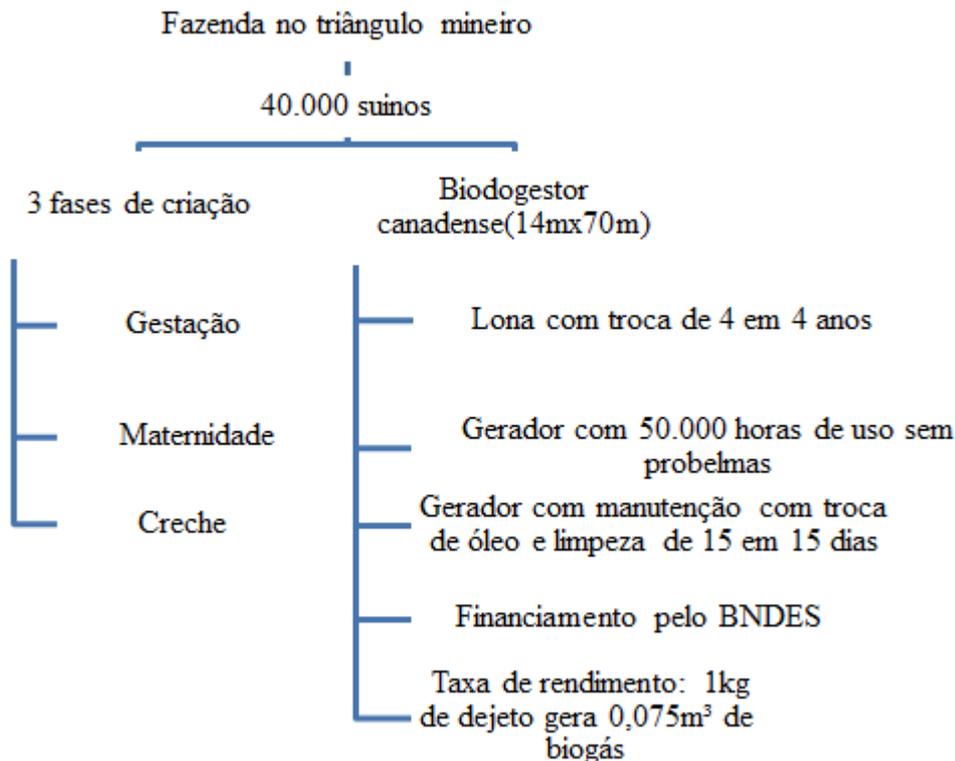
<b>Cama de Aves</b>	
Geração de Energia (kWh/mês)	62.500
Economia Mensal (R\$)	30.000
Quantidade de Biodigestores	8
Vida útil de cada biodigestor (anos)	5
Abastecimento do biodigestor	Diário
Quantidade de Geradores	2
Potência de cada Gerador (kVA)	109
Quantidade de lagoas de decantação	2
Quantidade de caixas de mistura	8

**Figura 11 - Custos e receitas Cama de Aves**

Fonte: Autoria própria (2017)

### 4.3 Suinocultura

Na Figura 12 pode ser visto o sistema relacionado a suinocultura em uma fazenda no T triângulo mineiro



**Figura 12: Sistema de geração de energia por criação de suínos**  
 Fonte: Autoria própria (2017)

A Figura 13 apresenta as informações relacionadas aos equipamentos da fazenda.

<b>Suinocultura</b>	
Geração de Energia (kWh/mês)	35.400
Economia Mensal (R\$)	17.000
Quantidade de Biodigestores	1
Vida útil de cada biodigestor (anos)	5
Abastecimento do biodigestor	Diário
Quantidade de Geradores	1
Potência de cada Gerador (kVA)	100
Quantidade de lagoas de decantação	1
Quantidade de caixas de mistura	0

**Figura 13 – Sistema de biodigestão da fazenda de suínos**  
 Fonte: Autoria própria (2017)

Os custos e receitas provindos do sistema de geração de energia elétrica via suinocultura estão abordados na Figura 14.

SUÍNOS	
Investimento inicial	Custo(R\$)
Sistema de Biodigestão	130.000
Gerador	150.000
Estrutura para o gerador	50.000
<b>TOTAL</b>	<b>330.000</b>
Manutenção	
Troca de óleo e peças(mensal)	4.000
Troca da lona do biodigestor	80.000
Retifica do motor	10.000
Economia de energia	
Total de KWh gerado por mês	35.400
Custo do KWh	0,48
Economia mensal(R\$)	17.000

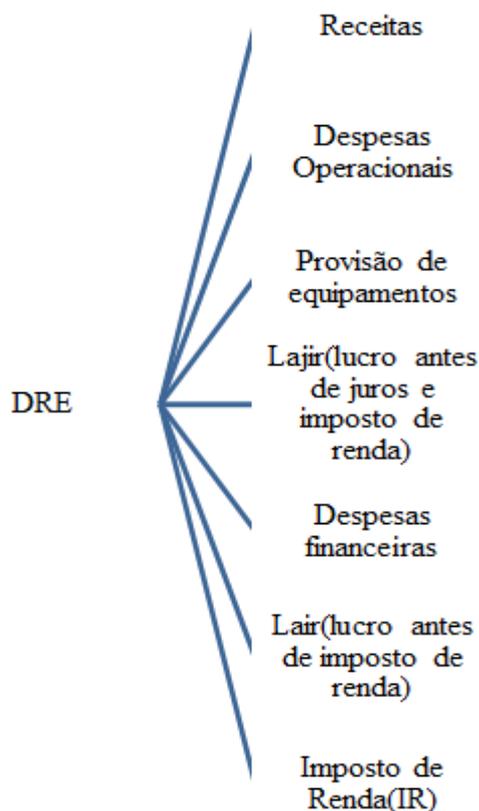
**Figura 14 - Custos e receitas na Suinocultura**

Fonte: Autoria própria (2017)

## Resultados e Discussões

Nesta seção foram abordados os resultados e discussões referentes ao estudo de caso apresentado no capítulo anterior.

Nas tabelas a seguir estão apresentados os Demonstrativos dos Resultados dos Exercícios (DRE's) anuais de Bovinos, Cama de Aves e Suínos referentes a 10 anos, desde a instalação até uma previsão para anos futuros. Esse período foi considerado por se tratar do tempo de vida médio, definido pelo fabricante dos equipamentos utilizados. O investimento inicial e as despesas operacionais foram estabelecidos de acordo com as informações obtidas pelas entrevistas com os proprietários das instalações. Os itens presentes para os cálculos da DRE podem ser vistos na Figura 15.



**Figura 15 – Itens para os cálculos da DRE**  
 Fonte: Autoria própria (2017)

### 5.1 Bovinocultura

Para esse tipo de cultura foi elaborada a Figura 16 que contempla o detalhamento da DRE.

	2008	2009	2010	2011	2012
RECEITA	149760	149760	149760	149760	149760
DESPESAS OPERACIONAIS	-28800	-28800	-28800	-28800	-28800
PROVISÃO DE EQUIPAMENTOS	-70000	-70000	-70000	-70000	-70000
(=) LAJIR	50960	50960	50960	50960	50960
DESPESAS FINANCEIRAS	-53350	-53350	-53350	-53350	-53350
(=) LAIR	-2390	-2390	-2390	-2390	-2390
IR	0	0	0	0	0
<b>LUCRO LÍQUIDO(R\$)</b>	<b>-2390</b>	<b>-2390</b>	<b>-2390</b>	<b>-2390</b>	<b>-2390</b>
	2013	2014	2015	2016	2017
RECEITA	149760	149760	149760	149760	149760
DESPESAS OPERACIONAIS	-28800	-108800	-28800	-28800	-28800
PROVISÃO DE EQUIPAMENTOS					
(=) LAJIR	120960	40960	120960	120960	120960
DESPESAS FINANCEIRAS	-53350	-53350	-53350	-53350	-53350
(=) LAIR	67610	-12390	67610	67610	67610
IR	0	0	0	0	0
<b>LUCRO LÍQUIDO(R\$)</b>	<b>67610</b>	<b>-12390</b>	<b>67610</b>	<b>67610</b>	<b>67610</b>

**Figura 16 - DRE's Bovinocultura**  
 Fonte: Autoria própria (2017)

No ano de 2014 as despesas operacionais foram maiores pois foi necessária a troca da lona do biodigestor. O pagamento dessa manutenção foi feito à vista no valor de R\$80.000,00.

Como a depreciação considerada foi de 5 anos, de acordo com a Tabela da Receita Federal, o ano de 2012 foi o último a ser considerado na parcela referente a depreciação do sistema (R\$70.000,00/mês).

## 5.2 Cama de Aves

Para esse tipo de cultura foi elaborada a Figura 17 que contempla o detalhamento da DRE

	2009	2010	2011	2012	2013
RECEITA	360000	360000	360000	360000	360000
DESPESAS OPERACIONAIS	-72000	-72000	-72000	-72000	-72000
PROVISÃO DE EQUIPAMENTOS	-170000	-170000	-170000	-170000	-170000
(=) LAJIR	118000	118000	118000	118000	118000
DESPESAS FINANCEIRAS	-129550	-129550	-129550	-129550	-129550
(=) LAIR	-11550	-11550	-11550	-11550	-11550
IR	0	0	0	0	0
<b>LUCRO LÍQUIDO(R\$)</b>	<b>-11550</b>	<b>-11550</b>	<b>-11550</b>	<b>-11550</b>	<b>-11550</b>
	2014	2015	2016	2017	2018
RECEITA	360000	360000	360000	360000	360000
DESPESAS OPERACIONAIS	-94000	-72000	-72000	-72000	-72000
PROVISÃO DE EQUIPAMENTOS					
(=) LAJIR	266000	288000	288000	288000	288000
DESPESAS FINANCEIRAS	-129550	-129550	-129550	-129550	-129550
(=) LAIR	136450	158450	158450	158450	158450
IR	0	0	0	0	0
<b>LUCRO LÍQUIDO(R\$)</b>	<b>136450</b>	<b>158450</b>	<b>158450</b>	<b>158450</b>	<b>158450</b>

**Figura 17 - DRE's Cama de Aves**

Fonte: Autoria própria (2017)

No ano de 2014 as despesas operacionais foram maiores pois foi necessária a retífica do motor gerador no valor de R\$22.000,00.

A depreciação no caso da Cama de Aves teve um custo de R\$170.000,00/mês até o ano de 2013, valor referente ao tempo de depreciação dos equipamentos com base na Tabela da Receita Federal.

## 5.3 Suinocultura

Para a cultura em questão foi elaborada a Figura 18 que contempla o detalhamento da DRE.

	2010	2011	2012	2013	2014
RECEITA	204000	204000	204000	204000	204000
DESPESAS OPERACIONAIS	-48000	-48000	-48000	-48000	-88000
PROVISÃO DE EQUIPAMENTOS	-66000	-66000	-66000	-66000	-66000
(=) LAJIR	90000	90000	90000	90000	50000
DESPESAS FINANCEIRAS	-50300	-50300	-50300	-50300	-50300
(=) LAIR	39700	39700	39700	39700	-300
IR	0	0	0	0	0
<b>LUCRO LÍQUIDO</b>	<b>39700</b>	<b>39700</b>	<b>39700</b>	<b>39700</b>	<b>-300</b>
	2015	2016	2017	2018	2019
RECEITA	204000	204000	204000	204000	204000
DESPESAS OPERACIONAIS	-98000	-48000	-48000	-48000	-48000
PROVISÃO DE EQUIPAMENTOS					
(=) LAJIR	106000	156000	156000	156000	156000
DESPESAS FINANCEIRAS	-50300	-50300	-50300	-50300	-50300
(=) LAIR	55700	105700	105700	105700	105700
IR	0	0	0	0	0
<b>LUCRO LÍQUIDO</b>	<b>55700</b>	<b>105700</b>	<b>105700</b>	<b>105700</b>	<b>105700</b>

**Figura 18 - DRE's Suinocultura**

Fonte: Autoria própria (2017)

No ano de 2014 e 2015 as despesas operacionais foram maiores devido a troca da lona do biodigestor que foi paga nesses dois anos no valor de R\$40.000,00/mês. Em 2015 o motor foi retificado por ter excedido seu tempo máximo de funcionamento de 50.000 horas, contribuindo para o aumento das despesas operacionais deste ano em mais R\$1.000,00.

#### 5.4 Análise de Viabilidade Econômica

A obtenção dos dados fez jus aos reais cenários analisados, a taxa de juros utilizada foi baseada no Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic), sendo de 10% ao ano. Todos as DRE's foram trazidos ao início do ano de 2017, considerando todas as movimentações financeiras até o final de 2016, de acordo com a montante, para o cálculo do VPL, levando todos os resultados a essa data, a fim de apontar o quanto os valores gastos e investidos valem na data atual.

O VPL indica o quanto um processo é viável durante sua vida útil, sua efetividade se dá pela diferença entre o valor atual dos benefícios e custos trazidos a uma determinada data. Tendo um VPL positivo Tabela 11, denota-se que os valores investidos foram recuperados, e quanto maior o valor, mais viável é o investimento.

A cultura de Cama de Aves obteve um VPL maior em relação aos demais, por possuir maior quantidade de animais e de biodigestores que os demais. Sendo assim, o VPL foi calculado para cada cultura e analisado em relação a quantidade de kWh gerada por mês, pois

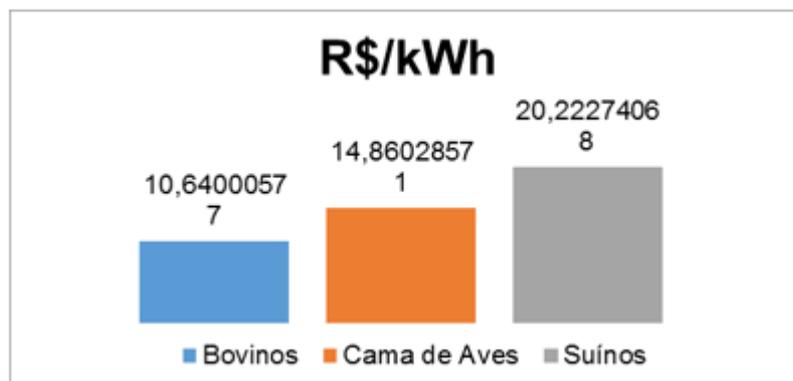
cada modalidade gera quantidades diferentes de energia por várias particularidades já abordadas em seções anteriores. Assim, na Figura 19 são fornecidos valores comparáveis e uma análise real de qual cultura é mais viável, sendo esta a de Suínos.

Cultura para a Geração de Energia	VPL(R\$)	KWh gerado/mês	VPL/KWh(R\$/KWh)
Bovinos	276.640,15	26.000	10,64000577
Cama de Aves	780.165,00	52.500	14,86028571
Suínos	715.885,02	35.400	20,22274068

**Figura 19 - Comparação do VPL de cada cultura.**

Fonte: Autoria própria (2017)

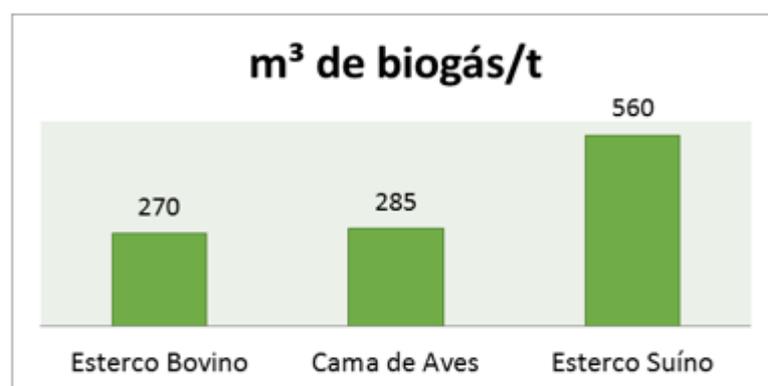
Na Figura 20 é mostrado um gráfico que mostra o comparativo de viabilidade das três culturas.



**Figura 20 - Gráfico de comparação do VPL/kWh entre as culturas**

Fonte: Autoria própria (2017)

Como é possível observar na Figura 21, o volume de biogás gerado depende da matéria orgânica que o produz.



**Figura 21 - Volume de biogás gerado por cada matéria orgânica**

Fonte: Adaptado de Colatto e Langer (2012)

A análise de viabilidade econômica foi realizada baseando-se na comparação do resultado do VPL com a quantidade de kWh gerados em cada cultura. Portanto o resultado condiz com o esperado, pois o esterco suíno gera mais m<sup>3</sup> de biogás por kg de esterco (560 m<sup>3</sup> de biogás por tonelada), por isso sua viabilidade econômica acaba sendo maior em termos de kWh gerado (R\$20,22/kWh). A cama de aves, apesar de demorar mais para acumular esterco comparado com o suíno e o bovino, possui bastante potencial energético em m<sup>3</sup> de biogás por kg de dejetos (285 m<sup>3</sup> de biogás por tonelada). O esterco bovino é o que produz menor quantidade de m<sup>3</sup> de biogás por kg (270 m<sup>3</sup> de biogás por tonelada) e também foi o que resultou em menor viabilidade econômica (R\$10,64/kWh), porém ainda se torna um projeto viável.

### Conclusão

De acordo com a revisão bibliográfica apresentada e os resultados e discussões obtidos, é possível e economicamente viável a geração de energia elétrica por biogás oriundo de dejetos animais. Os trabalhos referenciados também contribuíram para um melhor embasamento teórico do estudo apresentado, em relação ao funcionamento de biodigestores, vantagens ambientais com o sistema, geração de energia elétrica por biogás e cálculo de análise de viabilidade utilizando VPL

Em resposta ao objetivo geral do trabalho, os resultados obtidos mostraram um valor positivo no VPL de todos os casos analisados, confirmando que todo o valor investido no sistema de biodigestor foi recuperado em 5 anos.

Com relação aos objetivos específicos, mostrou-se possível a geração de energia elétrica a partir de dejetos animais, sendo todas as culturas analisadas economicamente viáveis, com destaque na Suinocultura por apresentar um retorno positivo sobre o valor investido a partir do seu primeiro ano de funcionamento.

De acordo com os resultados analisados, a cultura de Suínos obteve um melhor resultado do VPL em relação a quantidade de kWh gerado, levando a um valor de 26,52% superior ao da cultura de Cama de Aves e 47,39% ao da cultura de Bovinos, que se mostrou a menos viável em relação as outras.

Portanto, o sistema de biodigestão apresentou-se como uma excelente opção de tratamento de resíduos, comprovando ser lucrativo para os produtores rurais além de proporcionar um desenvolvimento sustentável.

Perante o estudo realizado verifica-se que os resultados apresentados são de grande relevância, disseminando o conhecimento das vantagens econômicas e sustentáveis da

geração de energia elétrica por biomassa, provinda de propriedades rurais de três diferentes culturas.

### Referências

A CRISE ENERGÉTICA BRASILEIRA. Energia Inteligente. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2015. Disponível em:<<http://energiainteligenteufjf.com/especial/especial-a-crise-energetica-brasileira/>> Acesso em: 17 out. 2016

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Biomassa, 2008. Disponível em:<[http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/atlas3ed\\_.pdf/ad6dfab8-d770-47fc-9472-2f80ee18c97f](http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/atlas3ed_.pdf/ad6dfab8-d770-47fc-9472-2f80ee18c97f)> Acesso em: 17 out. 2016.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Consumo de Energia, 2008. Disponível em:<[www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par1\\_cap2.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap2.pdf)> Acesso em: 05 nov. 2016

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Derivados de Petróleo, 2008. Disponível em:<[http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/atlas3ed\\_.pdf/ad6dfab8-d770-47fc-9472-2f80ee18c97f](http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/atlas3ed_.pdf/ad6dfab8-d770-47fc-9472-2f80ee18c97f)> Acesso em: 17 out. 2016.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Geração Distribuída, 2016. Disponível em:<[http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset\\_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracao-distribuida-introducao-1/656827?inheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracao-distribuida-introducao-1/656827?inheritRedirect=false)> Acesso em: 10 out. 2016.

BATISTA, L.F. Manual técnico construção e operação de biodigestores. Brasília, DF, 1981, (Manuais, 24) BRAKE, J. D. et al. Evaluations of whole chopped kenaf and kenaf core used as a broiler litter material. Poultry Science, v. 72, n.11, p. 2079 a p.2083, 1992.

COLATTO, L; LANGER, M. Biodigestor – resíduo sólido pecuário para produção de energia. Unoesc & Ciência – ACET, Joaçaba, v.2, n.2, p 119-128, jul/dez. 2011.

DEFESA SANITÁRIA DA CONFEDERAÇÃO AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. Brasil deve manter o quarto lugar em produção e exportação de carne suína até 2018. Disponível em:<<http://www.cnabrazil.org.br/noticias/brasil-deve-manter-o-quarto-lugar-em-producao-e-exportacao-de-carne-suina-ate-2018>> Acesso em: 17 out. 2016.

INEE - INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. O que é Geração Distribuída. Disponível em: <[http://www.inee.org.br/forum\\_ger\\_distrib.asp](http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp)> Acesso em: 10 out. 2016.

JÚNIOR, S. A. Formas de Geração de Energia. Faculdade de Engenharia de Bauru. Disponível em:<<http://pt.slideshare.net/JuNNioRe/gerao-de-energia-eltrica-28903279>> Acesso em: 13 jan. 2017.

LIEN, R. J.; CONNER, D. E.; BILGILI, S. F. The use of recycled paper chips as litter material for rearing broiler chickens. *Poultry Science*, v. 71, n.1, p. 81 a p.87, 1992.

MALONE, G. W. Nutrient enrichment in integrated broiler production systems. *Poultry Science*, v. 71, n.1, p. 1117 a p.1122, 1992.

MANSO, K. R. J; Ferreira, O.M. Confinamento de bovinos: estudo do gerenciamento dos resíduos. Goiânia, Universidade Católica de Goiás, Departamento de Engenharia – Engenharia Ambiental, 2007.

PAGANINI, F. J. Manejo de cama. In: MENDES, A.; NAÃS, I.A.; MACARI, M. Produção de frangos de corte. Campinas: FACTA, 2004. p.356

PMI. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. Guia PMBOK 5ª ed. – EUA: Project Management Institute, 2013.

PRATI, Lisandro. Geração de Energia Elétrica a Partir do Biogás Gerado por Biodigestores. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2010.

ROSSI, L. A., DAVID, E., SARUBBI, J., PAGLIARDI, O. Viabilidade técnico-econômica do uso de diferentes tecnologias de iluminação para indução de foto período na produção de mudas de crisântemo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 30, 1-8. 2010.

SAMANEZ, CARLOS P. Gestão de Investimentos e Geração de Valor. São Paulo, Prentice Hall, 2007 SANTOS. Biogás. 2001. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/energia/biogas/biogas.htm>> Acesso em 05 nov 2016.

SEIXAS, J. Construção e funcionamento de Biodigestores. Brasília, DF, 1980.

SENERGAM. Biogás. Disponível em: <<http://www.senergam.com.br/pagina/post/9/biogas>> Acesso em: 20 out. 2016.

TORRES, Aline; PEDROSA, João Felipe. Fundamentos de Implantação de Biodigestores em Propriedades Rurais. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1248&class=02>> Acesso em: 10 out. 2016.

Submetido em: 28.10.2022

Aceito em: 29.11.2022