



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS.**

CAMPUS PALMAS

CURSO SUPERIOR TECNÓLOGO EM AGRONEGÓCIO.

JÚLIA DARA PEREIRA DA SILVA

**APROVEITAMENTO DOS DEJETOS DE EMPREENDIMENTOS RURAIS NA
GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL:
ESTUDO DE CASO**

Palmas

2016



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS.**

CAMPUS PALMAS

CURSO SUPERIOR TECNÓLOGO EM AGRONEGÓCIO.

JÚLIA DARA PEREIRA DA SILVA

**APROVEITAMENTO DOS DEJETOS DE EMPREENDIMENTOS RURAIS NA
GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL:
ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para obtenção do título de
Tecnólogo em Agronegócio do Curso Superior
Tecnológico em Agronegócio do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins - Campus Palmas.

Orientador: Prof. Msc. Clauber Rosanova

Palmas

2016

Pereira da Silva. Júlia Dara

**APROVEITAMENTO DOS DEJETOS DE EMPREENDIMENTOS RURAIS NA
GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL:
ESTUDO DE CASO. / Júlia Dara Pereira da Silva – Palmas-TO – 2016.30 F.**

Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Agronegócios) – Instituto Federal
de Educação Ciência e Tecnologia *Campus* Palmas, 2016.

Orientador: Professor Mestre Clauber Rosanova

1. Energia renovável, 2. Dejetos, 3. Biodigestor. Empreendimentos Rurais do Tocantins.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus como princípio, meio e fim da minha vida, a minha avó Maria Dalva e minha Mãe Marly Pereira, que são o princípio da formação do meu caráter.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força e perseverança que me fez ter durante a caminhada.

Agradeço a minha Avó pela compreensão dos dias estressantes que me aguentava pelas crises de choros após um dia cansativo. Obrigada vizinha pois o teu amor me tornou uma mulher forte que hoje sou.

Minha mãe um exemplo de guerreira, batalhadora e compreensível, obrigada por sempre acreditar na minha capacidade de conseguir realizar os meus sonhos e objetivos.

Meu irmão que mesmo as vezes sendo ignorante com ele pelo dia cheio que havia tido, sempre estava em oração por mim.

Toda minha família muito obrigada por tudo.

Meus amigos pelo apoio do dia-a-dia e companheirismo, Júlia Stéfanne, Jéssica, Nemésia, Juliana, Dannel, Lucas, Giselli, Tia Cida, Samera, Naiany, Marcileia, Leidiane, Bárbara e toda a família Sacrário Vivo.

Meus sinceros agradecimentos ao meu Orientador que com muita paciência e bom humor acreditou em mim.

“Mesmo quando tudo parece desabar, cabe a mim decidir entre ir ou chorar, ir ou ficar, desistir ou lutar; porque descobri, no caminho incerto da vida, que mais importante é o decidir.”

Cora Coralina.

RESUMO

Devido às novas políticas ambientais que estão sendo adotadas pelos governos, as propriedades rurais estão valorizando a instalação dos biodigestores para produção de energia renovável. Sendo uma alternativa rentável com suas vantagens econômicas que podem ser alcançadas com o uso dos dejetos na geração de energia térmica e elétrica, geração de biofertilizante e possível venda de créditos de carbono. O biodigestor é uma alternativa para geração de energia renovável e trazendo consigo alternativa para minimizar os impactos ambientais. Por se tratar de um país tropical, o Brasil, apresenta um enorme potencial para produção de biomassa vegetal, além de produzir resíduos industriais e dejetos gerados pela atividade agroindustrial e agropecuária. O estado do Tocantins destaca-se pela produção gerada pela agropecuária, porém, com o aumento da demanda e consequentemente o aumento da produção, a geração de esterco, seja ele de bovinos, suínos ou aves de qualquer outro tipo de animal vem se tornando um sério problema ambiental. Estes dejetos são importantes matérias-primas para produção de biogás, um combustível semelhante ao gás natural que pode ser convertido em energia elétrica, térmica ou mecânica dentro da própria propriedade rural, reduzindo os custos de produção e resultando em sustentabilidade dos sistemas de produção, sendo possível minimizar os impactos ambientais e utilizar para os proprietários uma alternativa de redução econômica o uso de energia.

Palavras chaves: energia renovável, biodigestor, empreendimentos rurais do estado do Tocantins.

SUMMARY

Due to new environmental policies being adopted by governments, rural properties are appreciating the installation of digesters for renewable energy production. As a cost-effective alternative with its economic advantages that can be achieved with the use of waste to generate heat and electricity generation bio-fertilizer and possible sale of carbon credits. The biodigester is an alternative to renewable energy generation and bringing alternative to minimize environmental impacts. Because it is a tropical country, Brazil, has a huge potential for producing biomass, and produces industrial waste and waste generated by the agro-industrial and agricultural activity. Tocantins state stands out for the production generated by agriculture, however, with increasing demand and consequently increased production, the generation of manure, be it beef, pork or poultry of any kind of animal is becoming an serious environmental problem. These waste products are important raw materials for the production of biogas, a fuel similar to natural gas that can be converted into electrical, thermal or mechanical energy within the farm, reducing production costs and resulting in sustainability of production systems, and possible to minimize environmental impacts and use to the owners an alternative economic reducing energy use.

Keys word: renewable energy, biodigester, rural enterprises of the state of Tocantins.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: – VISTA EM 3D, DO BIODIGESTOR MODELO INDIANO. FONTE: DEGANUTTI ET AL., (2002).....	21
FIGURA 2: VISTA 3D, EM CORTE, DO BIODIGESTOR MODELO INDIANO FONTE: DEGANUTTI ET AL., (2002).....	22
FIGURA 3: PRINCIPAIS REGIÕES DE CRIADORES DE BOVINOS DO ESTADO DO TOCANTINS...	24
FIGURA 4: - PRINCIPAIS REGIÕES DE CRIADORES DE SUÍNOS DO ESTADO DO.....	ERRO!
INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
FIGURA 5: PRINCIPAIS REGIÕES DE CRIADORES DE AVICULTURA DO ESTADO DO TOCANTINS.	27
FIGURA 6: – TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO EM SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA.	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. COMPOSIÇÃO DO BIOGÁS	17
TABELA 2. EQUIVALÊNCIA ENERGÉTICA DO BIOGÁS COMPARADO A OUTRAS FONTES DE ENERGIA.	18
TABELA 5. PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DOS SUÍNOS E BIOGÁS NAS MACRORREGIÃO	28
TABELA 5. PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DOS SUÍNOS E BIOGÁS NA PROPRIEDADE SUINICULTURA VALDUGA	32

LISTA DE SIGLAS

OIE - World Organisation for Animal Health (Organização Mundial da Saúde Animal)

SGA – Sistema Gestão Ambiental

ESA - EMBRAPA SUÍNOS E AVES

DQO – Demanda Química de Oxigênio

O&M - Operação e manutenção

GPL - Gás de petróleo liquefeito

TRI – Tempo de retorno do investimento

ADAPEC - Agência de Defesa Agropecuária

Sumário

Sumário.....	12
1. INTRODUÇÃO	12
2. Problemas da pesquisa	14
3. JUSTIFICATIVA.....	14
4. OBJETIVOS.....	16
4.2. Objetivos específicos:.....	16
5. REVISÃO DE LITERATURA	17
5.1. Biogás uma alternativa de energia renovável	17
5.2. Biomassa.....	18
5.3. Uso do biodigestor como alternativa sustentável.	19
5.4. Histórico	20
5.5. Biodigestores Indianos	21
5.6. Biodigestores Chinês	21
5.7. Biofertilizante	22
5.8. Gestão Ambiental	23
6. ESTIMATIVA DO REBANHO BOVINOS DO ESTADO DO TOCANTINS E POTENCIAL PARA GERAÇÃO DE DEJETOS E BIOGÁS.	24
6.1. ESTIMATIVA DO REBANHO SUÍNOS DO ESTADO DO TOCANTINS E POTENCIAL PARA GERAÇÃO DE DEJETOS E BIOGÁS.....	25
6.2. ESTIMATIVA DO REBANHO AVES DO ESTADO DO TOCANTINS E POTENCIAL PARA GERAÇÃO DE DEJETOS E BIOGÁS.....	27
7. MATERIAIS E MÉTODOS	28
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
REFERÊNCIAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

A relevância em busca de contribuir com a sustentabilidade ambiental do meio rural e do mundo, sugerindo a tecnologia do uso de dejetos provindos de produção de bovinos, suínos e aves usando como alternativa de produção de energia renovável o uso dos biodigestores. O funcionamento do biodigestor é importante para aproveitar dejetos de animais que na maioria das vezes são jogados nos rios ou córregos, prejudicando o ambiente (CAMPOS, 2009).

A produção de bovinos, suínos e aves são de grande importância para a população. Porém com a produção é de alta quantidade de dejetos que traz problemas ambientais. Conforme Dias (2011, p.132), o resultado dos dejetos é a geração de um gás de alto poder energético, capaz de substituir a lenha, a gasolina e Gás de petróleo liquefeito (GPL).

Para o desenvolvimento sustentável são necessários incentivos em tecnologias que utilizem fontes renováveis de geração de energia elétrica, possibilitando a criação de fontes de suprimentos descentralizadas e em pequena escala (COLDEBELLA; SOUZA, M; SOUZA, J; KOHELER, 2006).

O biodigestor é uma tecnologia já existente de grande potencial tanto na proteção ao meio ambiente quanto como fonte alternativa de energia. Sendo um equipamento capaz de criar o ambiente propício para a ação das bactérias metanogênicas, que realizam um processo natural de decomposição dos resíduos orgânicos cujos produtos resultantes são biofertilizantes e biogás (FARRET, 1999; NOGUEIRA, 1986).

A implementação e operação de um sistema de gestão ambiental, é a aplicação de conceitos e técnicas de administração, especializados em assuntos de meio ambiente. (MOURA, 2000, p. 60).

A contribuição principal deste sistema é que os dejetos, produzidos nas propriedades, sejam transformados em gás, além de utilizar os resíduos como fertilizantes. Sendo o gás metano (CH_4) participante na composição do biogás, tendo poder calorífico deste variando de 5.000 a 7.000 kcal por metro cúbico, pode chegar a 12.000 kcal por metro cúbico uma vez eliminado todo o gás carbônico da mistura, produzindo energia barata e aproveitando os resíduos.

Este trabalho tem por objetivo analisar e quantificar o aproveitamento dos dejetos de empreendimentos rurais para produção de energia renovável e preservação ambiental da região do Tocantins.

2. Problemas da pesquisa

O estado do Tocantins destaca-se pela produção gerada pela agropecuária, porém, com o aumento da demanda e consequentemente o aumento da produção, a geração de esterco, seja ele de bovinos, suínos, aves ou de qualquer outro tipo de animal vem se tornando um sério problema ambiental.

O questionamento do trabalho é: De que formas podem ser utilizados os dejetos da produção dos bovinos, suínos e aves dos empreendimentos rurais para a produção de energia renovável. Podendo evitar o despejo dos dejetos na natureza, rios e lençóis freáticos que causam maus odores, doenças transmitidas através de águas contaminadas comprometendo a saúde pública.

3. JUSTIFICATIVA

A necessidade de atender a demanda energética nas diversas áreas causando o mínimo de impacto seja ele social ou ambiental, faz surgir à busca e exploração de fontes energéticas alternativas. As tecnologias que convertem a energia disponível na natureza sejam do vento, da água, do sol ou dos combustíveis fósseis permitem que o homem aumente sua capacidade de trabalho (GADANHA ET. AL.,1991).

No setor agrícola, o aumento na produção de alimentos está diretamente relacionado à produção de energia (KOLLING, 2001).

Para Lorenzo (1994), a eficiência energética e redução no consumo, bem como o fornecimento futuro da demanda, deverão ser baseadas nas fontes renováveis, que deverão formar o alicerce da matriz energética mundial. O Brasil apresenta situação privilegiada em termos de utilização de fontes renováveis de energia.

Os dejetos têm sido tradicionalmente lançados diretamente no solo como fertilizantes, mas, em algumas situações, esses métodos podem causar problemas ambientais tais como mau odor e contaminação da água. Duas opções para aproveitamento energético foram estudadas para esses tipos de resíduos na Europa:

Uma é a digestão anaeróbica dos resíduos de suinocultura, e o outro é a combustão direta aproveitando a cama de aviário (DAGNALL ET. AL 2000).

O potencial energético mundial somente com a produção de esterco foi estimado em 20 exajoules (108 J) (HALL & WOODS, 1994). O biogás é composto por uma mistura de gases cujo tipo e porcentagem variam de acordo com as características do tipo de resíduos e as condições de funcionamento do processo de digestão.

A produção de biogás utilizando-se resíduos da avicultura é realizada por meio de biodigestores (reatores anaeróbios) onde o resíduo é geralmente diluído com água de lavagem, constituindo-se no chamado chorume. A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é utilizada para estimar a produção teórica de metano, Potencial Bioquímico do Metano – BMP em processos anaeróbios (OWEN et al., 1979). Segundo Speece, (1996) & Cce, (2000) a produção teórica de metano assume sempre um valor fixo, expresso em função da DQO (demanda química de oxigênio), onde 1 kg de DQO convertido corresponde a 0,35 m³ de metano (CH₄).

Não importa qual a forma de utilização do biogás, sua utilização terá como resultado pelo menos uma das seguintes formas de energia: elétrica, térmica ou mecânica. Quando pelo menos uma dessas formas de energia for útil, o biogás irá proporcionar uma poupança de recursos, com importante valor econômico associado. O uso do biogás gera renda e economias, fato que desperta um crescente interesse por esta tecnologia (SANTOS, 2000).

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral:

Analisar e quantificar o aproveitamento dos dejetos de empreendimentos rurais para produção de energia renovável e preservação ambiental da região do Tocantins.

4.2. Objetivos específicos:

- I. Realizar estudo de caso sobre o uso dos dejetos dos bovinos, suínos e aves como alternativa para produção de biogás.
- II. Apresentar viabilidade da instalação dos biodigestores nos empreendimentos rurais.
- III. Analisar o uso de biodigestores como alternativa de geração de energia renovável para preservação ambiental.

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1. Biogás uma alternativa de energia renovável

O biogás é um combustível gasoso com um conteúdo energético elevado semelhante ao gás natural, composto, principalmente, por hidrocarbonetos de cadeia curta e linear. Pode ser utilizado para a geração de energia elétrica, térmica ou mecânica em uma propriedade rural, contribuindo para a redução dos custos de produção. O desenvolvimento de tecnologias para o tratamento e utilização dos resíduos é o grande desafio para as regiões com alta concentração de produção agropecuária, em especial suína e aves (LUCAS JR., 2006).

A digestão anaeróbica do resíduo animal resulta na produção de biogás, composto basicamente de metano (CH₄ 50 a 70%) e dióxido de carbono (CO₂ 30%). O metano gerado nos biodigestores pode ser aproveitado como fonte de energia térmica ou elétrica e usada em substituição aos combustíveis fósseis. Além dos aspectos ambientais; redução na emissão de gases de efeito estufa, produção de biogás pode agregar valor a produção, tornando-a autossustentável economicamente, por meio da geração de energia (térmica) e a valorização agrônômica e biofertilizante (OLIVEIRA, 2004^a; BONAZZI, 2001, LUCAS JÚNIOR, 1994.). Na Tabela 1, são apresentados os principais componentes que compõem o biogás suas concentrações.

Tabela 1. **Composição do biogás**

Gás	Símbolo	% no biogás
Metano	CH ₄	50 – 80 %
Dióxido de carbono	CO ₂	20 – 40 %
Hidrogênio	H ₂	1 - 3 %
Nitrogênio	N ₂	0,5 - 3 %

Sulfídrico e Outros	H ₂ S, CO, NH ₃ ,	1 - 5 %
----------------------------	---	---------

FONTE: (LA FARGE, 1979)

A utilização do biogás como recurso energético se deve principalmente ao metano (CH₄), quando puro em condições normais (PTN) de pressão (1 atm) e temperatura (0°), tem um poder calorífico inferior (PCI) de 9,9 kWh/m³. O biogás com um teor de metano entre 50 e 80% terá um poder calorífico inferior entre 4,95 e 7,92 kWh/m³, a Tabela 2, relaciona a equivalência energética do biogás de acordo com alguns autores (FERRAZ, MARIEL, 1980; SGANZERLA, 1983; NOGUEIRA 1986; SANTOS, 2000)

Tabela 2. Equivalência energética do biogás comparado a outras fontes de energia.

TABELA 2 – Equivalência energética do biogás comparado a outras fontes de energia.

Energético	Ferraz&Mariel (1980)	Sganzerla (1983)	Nogueira (1986)	Santos (2000)
Gasolina (L)	0,61	0,613	0,61	0,6
Querosene(L)	0,58	0,579	0,62	-
Diesel (L)	0,55	0,553	0,55	0,6
GLP (kg)	0,45	0,454	1,43	-
Álcool (L)	-	0,79	0,80	-
Carvão M. (kg)	-	0,735	0,74	-
Lenha (kg)	-	1,538	3,5	1,6
Eletricidade (kWh)	1,43	1,428	-	6,5

Fonte: Ferraz&Mariel (1980), Sganzerla (1983), Nogueira (1986), Santos (2000).

Não importa qual a forma de utilização do biogás, sua utilização terá como resultado pelo menos uma das seguintes formas de energia: elétrica, térmica ou mecânica. Quando pelo menos uma dessas formas de energia for útil, o biogás irá proporcionar uma poupança de recursos, com importante valor econômico associado. O uso do biogás gera renda e economias, fato que desperta um crescente interesse por esta tecnologia (SANTOS 2000).

5.2. Biomassa

Até o início do século XX, a biomassa era tida como a principal fonte energética, foi quando se teve início à chamada “era do petróleo” e a biomassa energética ficou praticamente esquecida, (ROSILLO-CALLE, 2000). (STAISS e

PEREIRA, 200) relatam que os elementos primários da biomassa podem ser convertidos através de diferentes tecnologias em bicomcombustíveis sólidos, líquidos ou gasosos, que por sua vez se transformam em energias térmica, mecânica e elétrica.

A produção de energia elétrica a partir da biomassa, atualmente, é muito defendida como uma alternativa importante para países em desenvolvimento e também outros países. Considerado um dos principais causadores de problemas ambientais no agronegócio, os dejetos gerados da criação de animais estão sendo aproveitados para a geração de gás combustível e fertilizante.

Segundo Florentino (2003), os biodigestores tem sido alvo de grande destaque tendo em vista a crise de energia e consequente busca por fontes alternativas, ressaltando que os biodigestores são importantes no intenso processo de modernização da agropecuária, que demanda energia e gera resíduos animais e de culturas que pode ocasionar problemas de ordem sanitária.

5.3. Uso do biodigestor como alternativa sustentável.

O biodigestor é definido como um reservatório “câmara de fermentação” fechada, onde a matéria orgânica “biomassa”, sofre digestão por bactérias anaeróbicas, na ausência total de oxigênio. A ação de decomposição da biomassa, pelas bactérias metanogênicas, é um processo natural de decomposição dos resíduos orgânicos cujos produtos são biogás e biofertilizante, tal processo pode apresentar vantagens às propriedades rurais nas áreas de geração de energia e preservação ambiental (FARRET, 1999; NOGUEIRA, 1986).

Segundo Gaspar, (2003) existem vários tipos de biodigestores, porém os mais difundidos são chineses e indianos. Cada um possui sua peculiaridade, porém ambos têm como objetivo criar condição anaeróbica, ou seja, total ausência de oxigênio para que a biomassa seja completamente degradada.

Sendo assim a finalidade dos biodigestores é criar um ambiente ideal para o desenvolvimento da cultura microbiana, responsável pela digestão anaeróbica da biomassa (COMASTRI FILHO, 1981).

5.4. Histórico

A Índia foi o primeiro país a instalar biodigestores para a produção de biogás, de maneira sistemática. A primeira unidade foi construída por volta de 1908. Este país começou seu programa de implantação de biodigestores em 1951 e contava até 1992 com cerca de 160 mil unidades instaladas. A China iniciou seu programa de implantação de biodigestores na década de cinquenta e contava até 1992 com cerca de 7,2 milhões de unidades (BAUMANN & KARPE, 1980)

O uso de biodigestores difundiu-se através de várias pesquisas, após a descoberta do gás metano, gerado pela decomposição de restos vegetais confinados. Sendo então criado em 1939 na cidade de Kampur, na Índia, Institute Gobár Gás (Instituto de Gás de Esterco), foi onde surgiu à primeira usina de gás de esterco, e seu objetivo principal era tratar os dejetos animais, obter biogás e aproveitar o biofertilizante. Após a utilização do biogás na Índia, como fonte de energia, levou a China motivou-se a adotar tal tecnologia a partir de 1958, e em 1972, já possuíam aproximadamente 7,2 milhões de biodigestores em atividade (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2008).

Com a chegada da crise energética em 1973, a implantação de biodigestores passou a ser interessante para países ricos e terceiro mundo, mas onde a tecnologia mais cresceu foi na China e na Índia (GASPAR, 2003).

No Brasil os biodigestores também chegaram junto com a crise energética, com base em um relatório técnico da FAO, a Emater instalou em novembro de 1979, o primeiro biodigestor modelo chinês, na Granja do Torto em Brasília (PALHARES, 2008).

No ano de 1979 com a crise do petróleo, o governo buscou a substituição e conservação de derivados de petróleo estimulando a instalação de biodigestores. O governo criou programas de incentivo à implantação deste equipamento em fazendas. Na época, cerca de sete mil biodigestores foram instalados, mas problemas operacionais levaram muitos pecuaristas a abandonar, anos depois a tecnologia (REVISTA DA TERRA, 2007).

5.5. Biodigestores Indianos

O uso de biodigestores não é recente, em 1900, na cidade de Bombaim, havia biodigestores em funcionamento, conferindo a Índia o pioneirismo na produção biogás em grande escala (SGANZERLA, 1983).

O modelo de biodigestor indiano caracteriza-se por possuir uma câmara de fermentação cilíndrica, feita em alvenaria e dividida em duas partes por uma parede central. Esta divisão faz com que a biomassa tenha que percorrer dois estágios distintos do processo de fermentação. Possui pressão de operação constante, ou seja, à medida que o volume de gás produzido não é consumido de imediato, o gasômetro tende a deslocar-se verticalmente, aumentando o volume deste, portanto, mantendo a pressão no interior deste constante. O fato de o gasômetro estar disposto ou sobre o substrato ou sobre o selo d'água reduz as perdas durante o processo de produção do gás (DEGANUTTI et al., 2002). Na figura 1 Pode-se ver um vista em 3D de como é construído o modelo indiano.

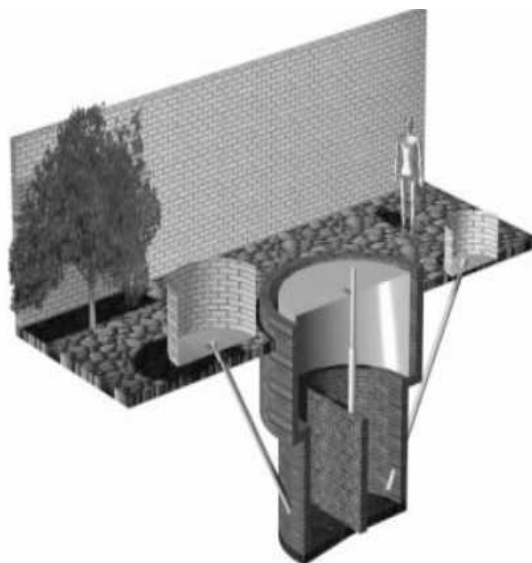


Figura 1: – Vista em 3D, do biodigestor modelo indiano. Fonte: Deganutti et al., (2002)

5.6. Biodigestores Chinês

O biodigestor contínuo modelo Chinês foi inspirado no modelo Indiano e houve adaptação do seu projeto para as condições locais da China. O custo foi reduzido eliminando-se o gasômetro móvel, pode ser construído em alvenaria ou material de construção local, tem o corpo em formato cilíndrico com o fundo e o teto

em formato de calotas esféricas, tornando seu aspecto construtivo mais difícil que o do modelo Indiano (LIMA, 2008.)

O modelo Chinês é constituído quase que totalmente em alvenaria, dispensando o uso de gasômetro em chapa de aço, reduzindo os custos, contudo podem ocorrer problemas com vazamento do biogás caso a estrutura não seja bem vedada e impermeabilizada. Neste tipo de biodigestor uma parcela do gás formado na caixa de saída é libertada para a atmosfera, reduzindo parcialmente a pressão interna do gás, por este motivo as construções de biodigestor tipo chinês não são utilizadas para instalações de grande porte (DEGANUTTI et al., 2002). Na figura 2 pode-se ver um vista em 3D de como é construído o modelo Chinês.

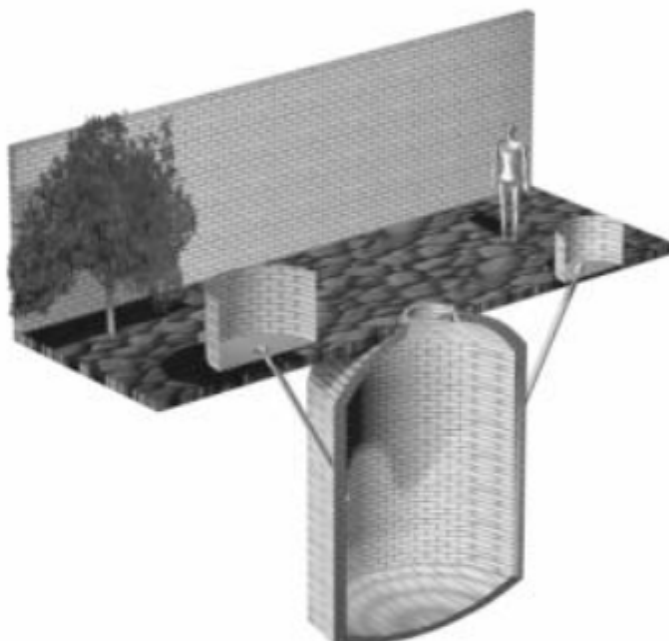


Figura 2: Vista 3D, em corte, do biodigestor modelo indiano Fonte: Deganutti et al., (2002).

5.7. Biofertilizante

O material que se encontra no interior da câmara de fermentação, que já foi biodigerido, será deslocado para caixa de descarga no momento que o sistema for abastecido com nova carga, este material apresenta alta qualidade para o uso agrícola. Esse efluente tem grande quantidade de nutrientes, é utilizado, como orgânico, nas lavouras nos sistemas de irrigação. O biofertilizante não possui

odores desagradáveis, característicos dos dejetos que abastecem o biodigestor, é isento de micro-organismos patogênicos e no solo favorece a multiplicação de bactérias que fixam o nitrogênio. Contribuindo assim para aumentar a produtividade e fertilidade dos solos (SGANZERLA, 1983).

5.8. Gestão Ambiental

Segundo ABNT (2006), o Sistema de Gestão Ambiental é a parte de um sistema de gestão da organização voltada para desenvolver e programar sua Política Ambiental e gerenciar seus aspectos ambientais. Esse sistema deve ser bem estruturado e integrado com os objetivos da organização, e deve ter o comprometimento de todos os níveis e funções da organização. Corazza (2003) complementa ainda que o sucesso na implementação de um sistema de gestão ambiental demanda que sejam tomadas decisões nos níveis hierárquicos mais elevados da organização, enviando uma clara mensagem à empresa de que se trata de um compromisso corporativo.

O tratamento da questão ambiental através de um sistema fornece para a organização uma estrutura procedimental capaz de levar efetividade a suas ações ecológicas (SEIFFERT, 2005). Portanto, a elaboração e implementação de um sistema de gestão ambiental (SGA) se constitui em ferramenta estratégica para que consiga, de forma contínua, reduzir os impactos de atividades sobre o meio ambiente, e possa usufruir das vantagens competitivas (KITAZAWA; SARKIS, 2000).

De acordo com a LEI Nº 9.478, DE 6 DE AGOSTO DE 1997 conforme seção II o biocombustível: substância derivada de biomassa renovável, tal como biodiesel, etanol e outras substâncias estabelecidas em regulamento da ANP, que pode ser empregada diretamente ou mediante alterações em motores a combustão interna ou para outro tipo de geração de energia, podendo substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil; (Redação dada pela Lei nº 12.490, de 2011)

XXV - Biodiesel: biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa

substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil. (Incluído pela Lei nº 11.097, de 2005)

XXVI – Indústria Petroquímica de Primeira e Segunda Geração: conjunto de indústrias que fornecem produtos petroquímicos básicos, a exemplo da eteno, do propeno e de resinas termoplásticas. (Incluído pela lei nº 11.921, de 2009).

6. ESTIMATIVA DO REBANHO BOVINOS DO ESTADO DO TOCANTINS E POTENCIAL PARA GERAÇÃO DE DEJETOS E BIOGÁS.

De acordo com a Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Tocantins (SEAGRO, 2013; MAPA, 2013), o estado possui um rebanho bovino com mais de 8,2 milhões de animais. Sendo que 95% do rebanho estão voltados para a pecuária de corte, e a maior parte do efetivo bovino do estado é de criação extensiva, concentrada nas regiões de Araguaína, Miracema, Gurupi e Formoso do Araguaia conforme. O potencial da produção de biogás da região pesquisada localizada na Chácara Nossa Senhora Aparecida com 20 cabeças de bovinos tem o seu potencial de 19,60 m³/biogás dia. Conforme figura e tabela abaixo constam as principais região do Tocantins criadores de bovinos e a sua produção.

Conforme figura 3 - Principais regiões de criadores de bovinos do Estado do Tocantins.



Figura 3: Principais regiões de criadores de bovinos do Estado do Tocantins.

Tabela 3. Produção de resíduos dos bovinos e biogás nas macrorregiões produtoras.

Região	Numero de Cidades	Bovinos Existentes	Produção de Resíduos Dia
Araguaina	17 Cidades	1.557.071	77.854 m³/dia
Miracema	24 Cidades	1.551.653	77.583 m³/dia
Gurupi	14 Cidades	1.196.946	59.847 m³/dia
Formoso	13 Cidades	1.315.610	65.781 m³/dia

**O Tocantins possui no total 8,2 milhões de animais bovinos distribuídas entre os 139 municípios do Estado.*

*** Se confinados serão gerados 0,008m³/cabeça/dia de resíduo (dejetos + água).*

Fonte: (Adapec, 2012)

6.1. ESTIMATIVA DO REBANHO SUÍNOS DO ESTADO DO TOCANTINS E POTENCIAL PARA GERAÇÃO DE DEJETOS E BIOGÁS

Conforme Adapec (Agência de Defesa Agropecuária) expectativa é que a criação de suínos registre um aumento ainda maior no Tocantins, que mesmo com a anormalidade no setor cresceu 9,9% nos cinco primeiros meses de 2012. O número de animais, de acordo com os dados da Adapec (Agência de Defesa Agropecuária), subiu de 246.871 em 2011, para 271.322, em maio de 2012.

De acordo com Adapec (Agência de Defesa Agropecuária) de 2010 para 2011, o Estado também aumentou o plantel de suínos em 6,17%, elevando de 232.511 para 246.871. A maior parte da criação de suínos tocantinense é de subsistência (criação de pequenos produtores), e abastece o mercado local. Os

animais são abatidos em frigoríficos registrados no Serviço de Inspeção, seja ele Municipal Estadual ou Federal, e autorizado para abate de bovinos e também de suínos. Adapec (Agência de Defesa Agropecuária) a produção de suínos está concentrada nas regiões de Araguaína, Miracema, Gurupi e Formoso do Araguaia... O empreendimento na região de Silvanópolis (Suinocultura Valduga) tem o total de 100 matrizes que produzem 0,86 m³/dia de resíduos tendo o potencial de produção de biogás 86m³/biogás dia. Conforme figura 4 abaixo estão as principais regiões do Tocantins produtoras de suínos



Tabela 4. Produção de resíduos dos suínos e biogás nas macrorregiões

Região	Numero de Cidades	Suínos Existentes	Produção de Resíduos Dia
Araguaína	17 Cidades	31.792	254 m³/dia
Miracema	24 Cidades	50.437	403 m³/dia
Gurupi	14 Cidades	31.694	254 m³/dia
Formoso	13 Cidades	32.048	256 m³/dia

* Se confinados serão gerados 0,008m³/cabeça/dia de resíduo (fezes+ água)

FONTES: (ADAPEC; Eng°. BRENTINI 2012)

6.2. ESTIMATIVA DO REBANHO AVES DO ESTADO DO TOCANTINS E POTENCIAL PARA GERAÇÃO DE DEJETOS E BIOGÁS

A avicultura brasileira vem se caracterizando entre as mais desenvolvidas do mundo, fato este que coloca o Brasil como o maior exportador mundial de carne de frango. De acordo com Ministério da agricultura (MAPA) a expectativa é que a produção nacional de carnes suprirá 44,5% do mercado mundial.

O Estado do Tocantins compõe de indústrias integradoras de produções de granjas no norte do estado sendo os municípios como, Aguiarnópolis, Angico, Araguaína, Cachoeirinha, Darcinópolis, Luzinópolis, Muricilândia, Nazaré, Santa Terezinha, Palmeiras do Tocantins, Tocantinópolis e Wanderlândia. No setor central do estado estão os municípios Barrolândia, Chapada de Areia, Fátima, Miracema do Tocantins, Monte Santo do Tocantins, Paraíso do Tocantins, Pium, Porto Nacional e Pugmil. Todos os municípios são compostos por integrados de produção de granjas de frangos. (TOCANTINS, 200). O empreendimento em pesquisa na região de Paraíso tem o total de 1929.000 aves tendo o potencial de 30.824 m³/resíduos dia tendo o potencial de 59.459, 96m³/biogás dia. Conforme figura 5 e tabela abaixo estão as regiões que contem produção de aves.'

Figura 4: Principais regiões de criadores de avicultura do Estado doTocantins.

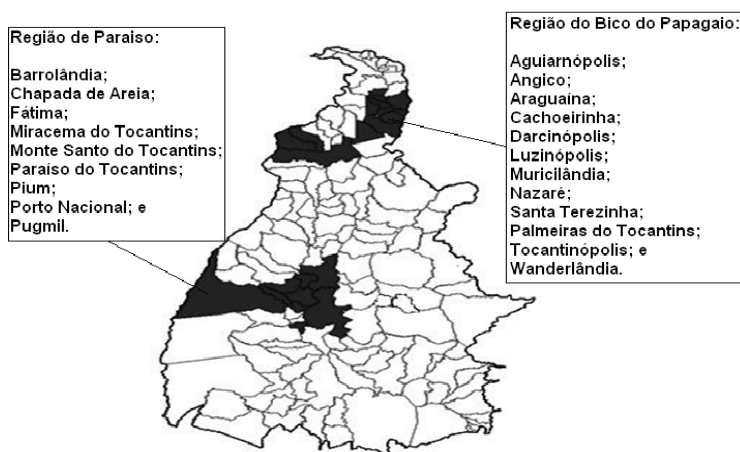


Tabela 3. Produção de resíduos dos suínos e biogás nas macrorregião

Região	Número de Granjeiros	Produção	Abate diário	Nome Integradora	Produção de resíduos/dia	Produção de m³biogás/dia
Bico do papagaio	72 Integrados	2.825.110 Frangos	70.000 Frangos/dia	ASA Norte Alimentos LTDA	45.201,8 m³/dia	3.164,126
Total	72	2825.110	70.000 Frangos/dia	1	45.201,8m³	3.164,126

Nas granjas são gerados 0,016 m³/ave/dia de resíduo (cama+fezes+ água)

FONTES: (ADAPEC; ASA NORTE ALIMENTOS ; FRANGO NORTE ALIMENTOS, Engº. BRENTINI 2012)

7. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização deste trabalho foi feito estudo de caso de três empreendimentos da região do Tocantins, biodigestores, biogás e as produções da região do Tocantins de bovinos, suínos e aves. Foi realizado levantamento de dados dos empreendimentos com produção de aves sendo da agroindústria com 42 integrados de avicultura comercial no estado do Tocantins a Frango Norte no município de Paraíso do Tocantins (1.929.00 aves), a produção de bovinos foi realizado na propriedade no estado do Tocantins, no município de Palmas Chácara Nossa Aparecida (produção de 20 cabeças de bovinos) e na suinocultura no estado do Tocantins no município de Silvanópolis (Suinocultura Valduga com 100 matrizes).

Para analisar e quantificar o potencial para produção de energia renovável com uso de dejetos provindos de bovinos, suínos e aves foi realizado estudo de caso, revisão bibliográfica e pesquisa exploratória sobre as propriedades e o seu potencial de produção de biogás assim minimizando poluição ambiental com despejos de dejetos na natureza.

A metodologia utilizada para determinação do custo de produção da energia elétrica por cogeração via biogás, é descrita por Souza *et all.* (2004), onde os autores relatam que o custo está relacionado ao capital investido na construção e manutenção do biodigestor e do sistema motor gerador.

Considerando que em condições ideais de operação e de manutenção um biodigestor opera em uma propriedade rural durante todo ano, o biogás produzido pode ser utilizado diretamente no conjunto gerador. O tempo de retorno do investimento está em função do tempo de operação do equipamento, quanto menor for o tempo de operação, maior será o custo da energia elétrica. Na propriedade o equipamento pode operar durante dez horas diárias ou somente nos horários de maior consumo. (SOUZA ET ALLI. 2004)

Para efeito de cálculo será utilizada uma taxa de desconto de 8%, que é usualmente aplicada aos financiamentos do governo nas atividades de produção agrícola. Para gastos com O&M (operação e manutenção) serão considerados 4% do investimento total ao ano e a tarifa de energia paga pelas propriedades que serão utilizadas para se determinar o tempo de retorno do investimento. De acordo com a ANEEL (2010) o valor pago pela COPEL ao microprodutores de energia elétrica, baseado no Valor Anual de Referência (VR) é de R\$ 0,14 por kWh. Para obtenção do custo de produção de eletricidade utilizou-se a equação abaixo:

$$C_e = \frac{CAG + CAB}{PE} \quad (1)$$

Onde:

C_e – Custo de energia elétrica produzida via biogás (R\$/kWh)

CAB – Gasto anual com biogás (R\$/ano)

PE – Produção de eletricidade pela planta de biogás (kWh/ano)

CAG – Custo anualizado do investimento no conjunto motor gerador (R\$/ano)

Sendo que

$$CAG = CIG.FRC + \frac{CIG.OM}{100} \quad (2)$$

$$CAB = CB.CNB \quad (3)$$

Onde:

CI_G – Custo do investimento do motor gerador (R\$)

OM – Custo com operação e manutenção (%/ano)

CB – Custo do biogás (R\$/m³)

CNB – Consumo de biogás pelo conjunto motor gerador (m³/ano)

Para calcular a produção de eletricidade (PE), temos:

$$PE = Pot.T \quad (4)$$

Onde:

Pot – Potência nominal da planta (kW)

T – Disponibilidade anual da planta (horas/ano)

O fator de recuperação de capital será dado por:

$$FRC = \frac{j.(1+j)^n}{(1+j)^{n-1} - 1} \quad (5)$$

Onde:

FRC – Fator de recuperação de capital

j – Taxa de desconto (%/ano)

n – Anos para amortização do investimento

O custo do biogás será dado por:

$$CB = \frac{CAB}{PAB} \quad (6)$$

Onde:

CAB – Custo anualizado do investimento no biodigestor (R\$/ano)

PAB – Produção anual de biogás (m³/ano)

$$CAB = CIB.FRC + \frac{CIB.OM}{100} \quad (7)$$

Onde:

CIB – Custo de investimento no biodigestor (R\$)

Para avaliarmos a viabilidade de geração de energia elétrica, determinaremos o tempo de retorno do investimento (TRI):

$$TRI = \frac{\ln(-\frac{k}{j-k})}{\ln(1+j)} \quad (8)$$

Onde:

$$k = \frac{A}{CI} - \frac{OM}{100} \quad (9)$$

$$A = CI.(FRC + \frac{OM}{100}) \quad (10)$$

CI – Custo de investimento no sistema biodigestor/motor-gerador (R\$)

A – Gasto anual com energia elétrica adquirida na rede (R\$/ano)

OM – Gastos com amortização e manutenção da planta (R\$/ano)

TRI – Tempo de retorno (anos)

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a finalidade de gerar energia limpa e minimizar os impactos ao meio ambiente gerados pelos dejetos da bovinocultura, suinocultura e avicultura, o biodigestor apresenta-se como uma alternativa para a produção de energia através do biogás proveniente dos dejetos, e outro produto desse processo é o biofertilizante que se destaca como uma excelente alternativa, podendo ser utilizada na adubação de culturas produtoras de grãos, fruticultura, pastagens, reflorestamento e mesmo para recuperação de áreas degradadas. (MENEZES et al. 2009).

Para realizar a estimativa de produção de energia nas propriedades em estudos, a bovinocultura com 20 cabeças, na (Chácara Nossa Senhora localizada na região de Palmas), a avicultura com 1.929.000 aves na propriedade (Frango

Norte no município de Paraíso do Tocantins), e na suinocultura com 100 matrizes no estado do Tocantins no município de Silvanópolis (Suinocultura Valduga).

Conforme a Tabela 3 cada animal tem sua quantidade de produção de biogás diariamente.

Tabela 6. Produção de biogás a partir de resíduos pecuários.

TABELA 3 – Produção de biogás a partir de resíduos pecuários.

Espécie pecuária	Unidade referência	Produção específica de biogás (m³/kg SV)	Produção diária (m³/animal/dia)
Suínos ¹	Porca reprodutora em ciclo fechado	0,45	0,866
	Porca reprodutora em criação de leitões	0,45	0,933
	Porco em exploração de engorda	0,45	0,799
Bovinos ²	Vaca leiteira com 600 kg de peso	0,28	0,980
	Bezerro até 150 kg de peso	0,28	0,294
	Bovino engorda entre 120 a 520 kg de peso	0,28	0,292
Galináceos	Galinha poedeira em baterias (2 kg)	0,46 – 0,77	0,010 – 0,017
	Frango engorda (até 1,5 kg)	0,13 – 0,26	0,001 – 0,002
Equídeos	Cavalo adulto com 400 a 500 kg de peso	0,28	1,225

Fonte: Santos, 2000.

8.1. Produções do biogás com dejetos dos bovinos, aves e suínos em comparação com a propriedade analisada.

De acordo com SOUZA (2004), estes dejetos são frequentemente utilizados como fontes de adubação de forragens, porém, quando aplicados sem tratamento aumentam o potencial de poluição. Conforme tabelas abaixo foi possível estimar a quantidade de produção diária de biogás onde mostra que o estado do Tocantins em específico as propriedades realizada o estudo tem capacidade para produz biogás.

Tabela 7. Produção de resíduos dos bovinos e biogás propriedade Nossa Senhora Aparecida

Região	Número de cidades	Bovinos existentes	Produção de resíduos/dia	Produção de m³biogás/dia
Chácara Nossa Senhora Aparecida (Palmas)	1	20	0.98 m³/dia	19,60
Total	*1 cidade	20	0.98 m³/dia**	19,60 m³ biogás/dia

Fonte: Propriedade Nossa Senhora Aparecida

Tabela 4. Produção de resíduos dos suínos e biogás na propriedade Suinicultura Valduga .

Região	Número de cidades	Suínos existentes	Produção de resídguos/dia	Produção de m³ biogás/dia
Silvanopolis (SuinoculturaValduga)	1	100	0,86 m³	86
Total	1	100	0,86 m³	3786 m³ biogás/dia

FONTES: (Suinocultura Valduga)

Tabela 8. Produção de resíduos das aves e biogás da Frango Norte.

Região	Número de Granjeiros	Produção	Abate diário	Nome Integradora	Produção de resíduos/dia	Produção de m ³ biogás/dia
Paraíso do Tocantins	42 Integrados	1.929.000 Frangos	60.000 Frangos/dia	Frango Norte Alimentos LTDA	30.824 m ³ /dia	59459,96
Total	42	1.929.000	60.000 Frangos/dia	1	30.824 m ³	59.459.96 m ³ biogás/dia

*Nas granjas são gerados 0,016 m³/ave/dia de resíduo (cama+fezes+ água)

FONTES: (ADAPEC; FRANGO NORTE ALIMENTOS, Eng°. BRENTINI 2012)

A partir dos resultados apresentados nas Tabelas 4,5 e 6 foi estimada a quantidade de produção diária de biogás onde mostra que o estado do Tocantins tem capacidade para produção do biogás. Através disso, pode-se estabelecer uma relação entre o volume de dejetos produzidos com o volume de biogás gerado e notar que é possível utilizar o biodigestor como uma forma e minimar os impactos ambientais produzindo energia renovável.

Alguns principais usos do biogás nas propriedades rurais juntamente com seu consumo dos mesmos são:

Tabela 9. Consumo de biogás por atividade.

Atividades	Consumo de gás
Cozinhar	0,33 m ³ / pessoa / dia
Eletricidade (1 KWh)	0,62 m ³
Iluminação com lampião	0,12 m ³ / hora / lampião
Motor combustão interna	0,45 m ³ / HP/ hora
Incubador	0,71 m ³ / m ³ espaço interno / hora

Chuveiro a gás	0,8 m ³ / banho
----------------	----------------------------

Fonte: Parchen (1981).

Para o tratamento destes dejetos é utilizado um biodigestor com 40x7x3m de comprimento, largura e profundidade respectivamente com um custo de implantação de R\$ 25.000,00, associado a este sistema de tratamento esta o conjunto motor/gerador composto por um motor da marca Ford de 4,9l e 55cv de potência a 1800 RPM, ano 1998, tradicionalmente utilizado no veículo F-1000 a gasolina e um gerador de baixa marca Kohlback, mod 180LB, 60Hz com capacidade de gerar 44kWh em regime continuo com custo de implantação de R\$ 20.000,00.

O consumo de biogás do conjunto motor/gerador é de 0,646m³/cv, considerando que 1 kWh equivale a 0,7355cv, temos um consumo de 0,4751 m³/kWh. Segundo Santos (2000), 1 m³ de biogás é equivalente a 6,5 kWh de energia elétrica e a eficiência dos sistemas de cogeração varia entre 30 e 38%, ou seja, 2,0 – 2,5 kWh, o que condiz com os resultados encontrados neste estudo que foram de 32,3% de eficiência e 2,1 kWh.

O custo da produção de energia elétrica via biogás está diretamente relacionada aos tempos de amortização do investimento e de operação do sistema, a Tabela 4 mostra a relação do custo em função de utilizarmos o sistema nos horários de ponta para aliviar a rede (4 horas) e de forma continua (10 horas), considerando uma produção de energia de 20 kWh. A utilização do sistema somente em horários de ponta se tornaria vantajosa se a tarifa paga as concessionárias de energia fosse diferenciada para os horários de ponta e fora de ponta, mas isto não ocorre no meio rural. Para as concessionárias, seria interessante e vantajoso incentivar as fontes renováveis alternativas para produção de energia em horários de ponta, o que alivia o sistema e diminui o investimento em usinas de ponta, para tanto seriam necessárias políticas diferenciadas para tarifas na ponta e fora da ponta.

Tabela 10. Custo do biogás e geração de eletricidade

TABELA10- Custo do biogás e geração de eletricidade.

Tempo de amortização (anos)	Custo do Biogás (R\$/m ³)	Custo da Eletrecidade (R\$/MWh), 4 horas de operação	Custo da Eletrecidade (R\$/MWh), 10 horas de operação
5	0,24	564,16	225,66
10	0,14	459,23	183,69
15	0,11	430,54	172,22
20	0,10	417,84	167,14

O tempo de retorno do investimento para este sistema de produção de energia elétrica operando por 4 ou 10 horas por dia está em função da tarifa de energia paga pelo produtor rural, conforme Figura 6. Quanto maior for a tarifa, menor será o tempo de retorno do investimento (TRI), para uma tarifa de R\$ 190,00/MWh o TRI seria de 8,6 e 4 anos para 4 e 10 horas de operação respectivamente, se considerarmos uma tarifa de R\$ 270,00/MWh com o sistema trabalhando 10 horas por dia o tempo de retorno cai para 2,6 anos que pode ser considerado um bom resultado. Souza *et al.* 2004, cita que o tempo de retorno do investimento para uma propriedade rural com 258 matrizes de suínos, onde a implantação do biodigestor equivale a aproximadamente R\$ 200,00/suíno e o conjunto motor gerador cerca de R\$ 440,00/kW, é de 5,4 anos a uma tarifa de R\$ 130,00 MWh e um tempo de operação do sistema de 10 horas diárias.

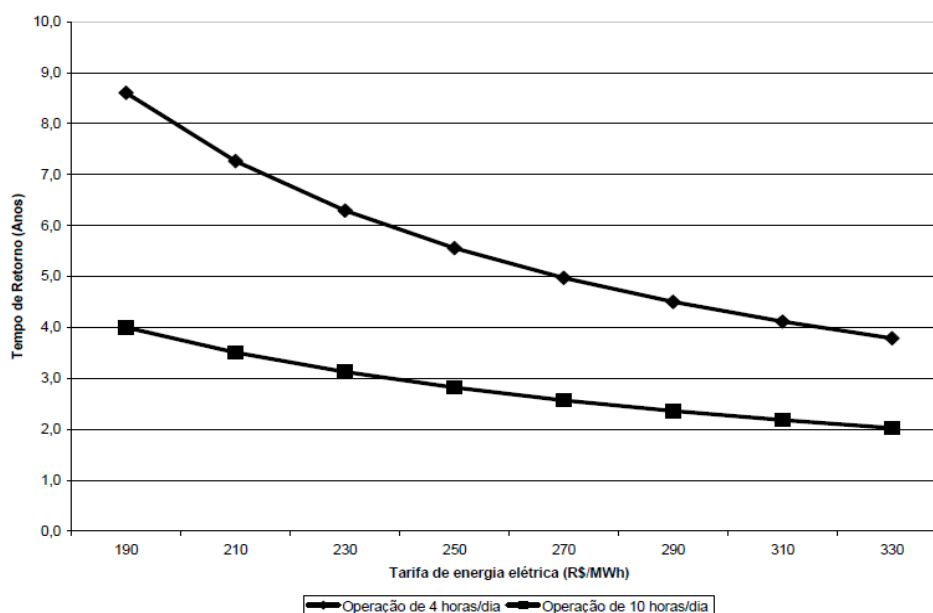


Figura 5: – Tempo de retorno do investimento em sistema de geração de energia.

O tempo de retorno pode ser ainda menor se biofertilizante produzido no biodigestor for aproveitado para fertirrigação viabilizando ainda mais o uso de biodigestores com forma de saneamento rural. O uso do biodigestor é uma alternativa para os empreendimentos de produções usar como forma de economia de energia e ainda evitar contaminações do os dejetos ao meio ambiente.

9. Conclusão

Os resultados mostram o quanto é possível realizar o aproveitamento dos dejetos dos empreendimentos rurais. O uso do biodigestor tem capacidade para produção de biogás sendo suficiente para o empreendimento utilizar nas suas áreas necessárias de energia. O custo da energia produzida a um tempo de amortização de 5 anos, valor considerado alto mas que pode ser reduzido se avaliarmos o uso do biofertilizante. Já para geração durante 10 horas por dia, com o biogás a um custo de R\$ 0,24. Se uma tarifa de R\$ 190,00/MWh por mês o TRI seria de 8,6 e 4 anos para 4 e 10 horas de operação respectivamente, se considerarmos uma tarifa de R\$ 270,00/MWh por mês com o sistema trabalhando 10 horas por dia o tempo de retorno cai para 2,6 anos que pode ser considerado um bom resultado. Apresenta-se como uma alternativa rentável para os empreendimentos do estado do Tocantins. Além ser uma excelente alternativa para o tratamento dos dejetos gerados pela criação de bovinos, suínos e

aves torna-se economicamente viável quando o biogás e biofertilizante são utilizados adequadamente dentro das suas utilizações e recomendações. Além disso, podem-se minimizar os impactos negativos causados ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.001: **Sistema de Gestão Ambiental – requisitos com orientações para uso**. Rio de Junho, 2006.

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO TOCANTINS - ADAPEC. **Adapec completa 14 anos de existência e muito motivos pra comemorar**. Palmas, 2012. Disponível em: < <http://adapec.to.gov.br/noticia> > Acesso em: 12 mai. 2015

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Ofício nº 012/2010SEM/ANEEL**, de 14 de janeiro de 2010. Disponível em: http://www.ccee.org.br/StaticFile/Arquivo/biblioteca_virtual/Demonstracoes_Financeiras/ANEELOF00012SEMVALOR%20ANUAL%20DE%20REFERENCIA%20PARA%202010-2010-01-14_2.PDF Acesso em 15 de maio de 2015

BONAZZI, G. Manuale per l' **utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici**. **Reggio Emilia**: Centro Ricerche Produzioni Animali – CRPA, 2001. 320p. Edizioni L' Informatore agrário. 2001.

CAMPOS, P.R. **Biodigestor**, 2009. Disponível em: <[http://www.cerpch.unifei.edu.br/ fontes_renovaveis/biodigestor.htm](http://www.cerpch.unifei.edu.br/fontes_renovaveis/biodigestor.htm)>. Acesso em 28 Abril de 2015

CCE- Centro para a Conservação de Energia. **Guia Técnico de Biogás**. AGEEN – Agência para a Energia, Amadora, Portugal, 2000. 117 p

COLDEBELLA, A.; SOUZA, S. N. M.; SOUZA, J., KOHELER, A. C. – **Viabilidade da Cogeração de Energia Elétrica com Biogás da Bovinocultura de Leite**, 2006.

COMASTRI FILHO, J. A. **Biogás: independência energética do Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá: Embrapa, 1981.

CORAZZA, R. I. **Organizações - Gestão Ambiental e Mudança da Estrutura Organizacional**. Janeiro, 2 ed., 2004.

DAGNALL, S. **Resource Mapping and Analysis of farm Livestock Manures – Assessing the opportunities for Biomass to Energy Schemes** Bioresource Technology, n. 71 p.225-234 Elsevier Science B. V. 2000.

DEGANUTTI, R. P. *et al.* **Biodigestores Rurais: Modelo Indiano, Chinês e Batelada**. Departamento de Arquitetura, Artes e Representações Gráficas, UNESP: Bauru, 2002.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Dejetos de Suínos preocupa pesquisadores da Embrapa**. Meio Ambiente e Agricultura. Ano VIII, nº 31, jul/ago/set 2000.

ESA - EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Biodigestores, a solução?** Suinocultura Industrial. Ano 30, Edição 208, ago/2007.

FARRET, Felix Alberto. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica**. Santa Maria: UFSM, 1999.

FARRET, Felix Alberto. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica**. Santa Maria: UFSM, 1999.

FLORENTINO, H. O., **Mathematical tool to size rural digesters**. Cienc. Agricola, vol.60, n.1. ISSN 0103-9016, jan/mar, 2003

GADANHA, C. D., Molin, J. P., Coelho, J. L. D., Tomimori, S. M. A. W..**Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**. 468p. São Paulo-SP, 1991.

HALL, D. O; WOODS, J **Biomass utilization in Households and Industry: Energy use and development** Ed. 29 Florida Chemosphere p.1099-1119, 1994.

KITAZAWA, S.; SARKIS, J. **The relationship between ISO 14001 and continuous source reductions programs**. International Journal of Operations & Production Management, 2000.

KOLLING, E. M., **Análise de um Sistema Fotovoltaico de Bombeamento de Água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2001.

LIMA, H. Q. **SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA E AMBIENTAL DO SÍTIO ECOLÓGICO FALKOSKI**. Engenharia em Energia e Desenvolvimento Sustentável. Novo Hamburgo, janeiro de 2008.

LUCAS JR., J. **Geração e Utilização de Biogás em Unidades de Produção de Suínos**. Revista de Administração em empresas (RAE-eletrônica)

LUCAS JR, J. **Algumas considerações sobre o uso de estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbicos**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. **1994. 113p**

LORENZO, E., **Electricidad solar – In genieria de los sistemas fotovoltaicos**. 184p., Progensa-Sevilha, Espanha, 1994.

MENEZES, J. F. S.; ANDRADE, C. L. T.; ALVARENGA, R. C.; KONZEN, E. A. PIMENTA, F. F. **Utilização de resíduos orgânicos na agricultura**. Ribeirão Preto: AGRISHOW, 2002. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabJune.htm>>. Acesso em: 24 fev. 2014. Palestra.

MOURA, Luiz Antonio de. **Qualidade e gestão ambiental: sugestões para implantação das Normas ISO 14.000 nas empresas**. 2ª ed. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2000.

NOGUEIRA, L. A. H. **Biodigestão – A alternativa Energética**. Nobel: São Paulo, 1986.

OLIVEIRA,P.A.V. de. **Tecnologia para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004^a. Cap. 4, p. 43 -55.

OWEN, W. F., STUCKEY, D. C., HEALEY Jr., J. B., YOUNG, L.Y., McCARTY, P. L. **Bioassay for Monitoring Biochemical Methane Potential and Anaerobic Toxicity**. Water Research, 1979, v. 13, p. 485-492.

PARCHEN, C. A. P. – **Algumas informações sobre manejo de esterco de bovinos e suínos**, 1981.

PALHARES, J. C. P. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos: aprendendo com o passado para entender o presente e garantir o futuro**. 2008.

ROSSILO-CALLE, F. **The role of biomass energy in rural development**. In: Encontro de energia no meio rural – Agrener, 3, Campinas. Unicamp, 2000.

SPEECE. R.E. **Anaerobic Biotechnology For Industrial Wastewaters**. Vanderbilt University. Archae Pr., Tennessee. 1996.

SANTOS, P. **Guia Técnico de Biogás**. CCE – Centro para a Conservação de Energia, Portugal, 2000.

SGANZERLA, E. **Biodigestor, uma solução**. Porto Alegre: Agropecuária, 1983..

STAISS, C., Pereira, H.. **Biomassa Energia Renovável na Agricultura e no Setor Florestal**. Revista Agros, Instituto Superior de Agronomia, Portugal, v.13, n.1, p.21-28, 2001.

SANTOS, P. **Guia Técnico de Biogás**. CCE – Centro para a Conservação de Energia, Portugal, 2000.

SEAGRO: <http://seagro.to.gov.br/noticia/2013/10/3/bovinocultura-cresce-93-em-25-anos-de-tocantins/> Acessado 22. Mar. 2015

SOUZA, S.N.M.; COLDEBELLA, A.; SOUZA, J.; KOEHLER, A.C. **Viabilidade econômica de uso do biogás da bovinocultura para geração de eletricidade e irrigação**. 2006.

SOUZA, S. N. M, PEREIRA, W.C, NOGUEIRA, C.E.C., PAVAN, A.A., SORDI, A. **Custo da Eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura**. Acta Scientiarum. Technology, Maringá, v. 26, p 127-133, 2004.

SOUZA, S.N.M.; COLDEBELLA, A.; SOUZA, J.; KOEHLER, A.C. **Viabilidade econômica de uso do biogás da bovinocultura para geração de eletricidade e irrigação**. 2006.

SEIFFERT, M. E. B. ISO 14001: **Sistemas de gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2005

SEAGRO - See more at: <http://seagro.to.gov.br/noticia/2015/10/6/cenario-e-perspectivas-para-o-agronegocio-da-pecuaria-tocantinense/#sthash.ILWJTSj2.dpuf>. Acesso 23. Mar. 2015

SOUZA, S. N. M, PEREIRA, W.C, NOGUEIRA, C.E.C., PAVAN, A.A., SORDI, A.
Custo da Eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura. Acta Scientiarum. Technology, Maringá, v. 26, p 127-133, 2004.