

# BIODIGESTOR PORTÁTIL PARA APROVEITAMENTO DE BIOGÁS E BIOFERTILIZANTE PROVENIENTE DE DEJETOS BOVINOS

José Júnior Faria de Azevedo<sup>1</sup>  
Diogo Vivacqua de Lima<sup>2</sup>

## RESUMO

Um problema ambiental que vem recebendo atenção especial nos últimos anos, no que se refere à produção animal em geral, é o alto potencial de emissão de gases de efeito estufa proveniente da degradação dos dejetos em locais inapropriados. Estes dejetos geram poluição para os lençõs freáticos e sua decomposição em céu aberto produz gas de efeito estufa, como o metano (CH<sub>4</sub>), que é lançado na atmosfera. Uma das formas de minimizar este problema é a utilização de biodigestores, estes são câmaras de fermentação anaeróbia que oferecem condições propícias para que um grupo de bactérias degrade a matéria orgânica e produza biogás CH<sub>4</sub>, que é usado como fonte de energia térmica, e biofertilizante, que é usado como adubo orgânico. No desenvolvimento deste trabalho criou-se um biodigestor portátil para o aproveitamento de biogás utilizando a biomassa gerada por dejetos bovinos e o emprego dos resíduos sólidos gerados como biofertilizante para adubação da terra, dessa forma oferece-se um destino correto para os dejetos dos animais, minimizando a contaminação ambiental e evitando a emissão para a atmosfera dos principais gases poluidores, pois estes ficaram retidos no biodigestor até o momento de sua combustão, ocasião em que se transforma em dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que é 25 vezes menos poluente que o CH<sub>4</sub>.

**Palavras-chave:** Biodigestor. Biofertilizante. Biogás. Bovinos. Metano.

## ABSTRACT

An environmental problem that has been receiving special attention in recent years, with regard to animal production in general, is the high potential for greenhouse gas emissions from the degradation of waste in inappropriate places. These waste generate pollution to the groundwater and their decomposition in open air produce greenhouse gas, such as methane (CH<sub>4</sub>), which are released into the atmosphere. One of the ways

---

1– Graduando em Medicina Veterinária pela faculdade MULTIVIX de Castelo- [josejuniormedvet@gmail.com](mailto:josejuniormedvet@gmail.com)

2– Docente do Curso de Medicina Veterinária da faculdade MULTIVIX de Castelo- [diogovivacqua@hotmail.com](mailto:diogovivacqua@hotmail.com)

to minimize this problem is to use biodigesters, these are anaerobic fermentation chambers that provide conditions for a group of bacteria to degrade organic matter and produce CH<sub>4</sub> biogas, which is used as a source of thermal energy, and biofertilizer, which is used as organic fertilizer. In the development of this work was created a portable biodigester for the use of biogas using the biomass generated by bovine waste and the use of the solid residues generated as biofertilizer for fertilization of the land, in this way a correct destination for the animal waste is offered, minimizing environmental contamination and avoiding the emission of major polluting gases into the atmosphere, since they are retained in the biodigester until it is burned (combustion), when it is converted to carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), which is 25 times less polluting than CH<sub>4</sub>.

**Key- Word:** Biodigester. Biofertilizer. Biogas. Cattle. Methane.

## 1 INTRODUÇÃO

Durante o último século e início do século XXI, o mundo se fez dependente de energia de fontes não renováveis, os combustíveis fósseis, os quais contribuem intensivamente ao aquecimento global. Estes combustíveis oriundos do petróleo tiveram e continuam a ter fornecimentos comprometidos e preços supervalorizados por crises políticas e econômicas.

Neste contexto surgiram vários estudos com enfoque na produção de energia renovável e isso se tem intensificado no meio rural, sobretudo na avicultura, suinocultura e bovinocultura.

Para o meio rural a alternativa que se mostrou promissora foi a utilização de biodigestores para a produção do biogás a partir de matéria orgânica em fermentação mediante a ação de bactérias metanogênicas anaeróbias presentes naturalmente nos excrementos de animais, ou seja, bactérias produtoras de biogás metano (CH<sub>4</sub>) em ambientes anaeróbios (Oliver et al, 2008).

Outro problema ambiental que vem recebendo atenção especial nos últimos anos, no que se refere à produção animal em geral, é o alto potencial de emissão de gases de efeito estufa proveniente da degradação dos dejetos em locais inapropriados. Segundo a United Nations Framework Convention on Climate Change (2006) 20% das emissões mundiais de gases de efeito estufa são provenientes das atividades

agropecuárias, sendo o metano (CH<sub>4</sub>), produzido durante a degradação da matéria orgânica em meio anaeróbico, o principal gás envolvido. Já o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), produzido em meios anaeróbios utilizando os compostos nitrogenados de natureza orgânica ou inorgânica é gerador da chuva ácida.

Segundo a United Nations Framework Convention on Climate Change (2006) a vida média desses gases na atmosfera seria de 12 anos para o CH<sub>4</sub> e 120 anos para o N<sub>2</sub>O e os respectivos potenciais de aquecimento global de 21 e 310 vezes mais perigoso que o gás carbônico (CO<sub>2</sub>). Uma das formas de se evitar a emissão destes gases poluentes seria a captação e posterior queima (combustão), onde o CH<sub>4</sub> seria transformado em CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) e H<sub>2</sub>O (água) após a queima (Lembo, 2004), reduzindo assim a sua contribuição para o aquecimento global, pois além de ser inflamável, Oliveira (2009) afirma que o biogás metano tem um potencial de aquecimento global 25 vezes maior do que o CO<sub>2</sub>, que é um composto menos poluente e produzido durante a combustão do metano, este pode permanecer na atmosfera por até 20 anos, contribuindo com cerca de 15% do efeito estufa do planeta.

A concentração de CH<sub>4</sub> na atmosfera passou de 715 partes por bilhão (ppb) no período pré-industrial para 1732 ppb no início dos anos 1990 e chegou a 1774 ppb em 2005 (Oliveira, 2009), evidenciando que as atividades antrópicas em relação ao meio ambiente aumentaram no decorrer dos anos e isso tem contribuído para modificação da atmosfera terrestre.

O Espírito Santo (ES) possui atualmente uma área de 1,37 milhão de hectares de pastagens, ocupadas por um rebanho bovino de 2,2 milhões de cabeças, das quais aproximadamente 390 mil dedicadas à pecuária leiteira (Incaper, 2010). Assim considerando que segundo Oliver (2008) uma vaca leiteira produz cerca de 25 Kg de esterco por dia e um boi de corte produz cerca de 15 kg, pode-se inferir que a produção diária de excrementos da bovinocultura capixaba seja de aproximadamente 33900 toneladas. Sendo que o manejo inadequado desses dejetos pode ser responsável pela poluição de águas superficiais e subterrâneas, pela maior emissão de gases com alto potencial de causar efeito estufa e pelo acúmulo nos solos, devido ao alto teor de matéria orgânica e agentes patogênicos do dejetos (Machado, 2011).

Objetivou-se, no desenvolvimento deste projeto, dimensionar um sistema biodigestor portátil que seja mais acessível a um pequeno produtor rural e montado a partir de materiais de baixo custo para oferecer um destino adequado aos dejetos

produzidos por bovinos da sua criação e desta forma poder aproveitar o biogás e o biofertilizante.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Revisão de Literatura**

Nogueira (1986) relata que em 1806, na Inglaterra, Humphrey Davy identificou um gás rico em carbono e dióxido de carbono, resultante da decomposição de dejetos animais em locais úmidos. Pesquisadores como Fisher e Schrader, na Alemanha, Grayon, na França, entre outros, estabeleceram as bases teóricas e experimentais da biodigestão anaeróbia. Em 1890, Donald Cameron projetou uma fossa séptica para a cidade de Exeter, Inglaterra, sendo o gás produzido neste sistema utilizado na iluminação pública.

A partir da segunda guerra mundial a utilização de biodigestores passou a ser bem difundida na obtenção de gás combustível para os veículos de guerra, esse gás servia como substituto aos combustíveis derivados do petróleo. Porém ao findar da guerra ele caiu em desuso entre os países europeus. Na Índia ele continuou a ser usado, podendo se dizer que o país que mais investiu em biodigestores foi a Índia, onde em 1939, o Instituto Indiano de Pesquisa Agrícola, em Kanpur, desenvolveu a primeira usina de gás de esterco. Segundo Nogueira (1986), o sucesso obtido animou os indianos a continuarem as pesquisas, formando o Gobar Gás Institute (1950), comandado por Ram Bux Singh.

Gaspar (2003) cita que a utilização de biogás, também conhecido como Gobar Gás (em indiano significa gás de esterco), como fonte de energia animou a China a adotar essa tecnologia a partir de 1958, onde, até 1972, já havia sido instalado 7,2 milhões de biodigestores na região do Rio Amarelo. Para a China, sobretudo entre os anos de 1950 a 1960, era fundamental a construção de biodigestores, pois se tratava de um país populoso e que naquela época estava no transcorrer da Guerra Fria, onde os ataques dos inimigos colocavam em risco toda uma civilização por destruírem as centrais energéticas, como as usinas hidroelétricas, porém os biodigestores instalados em pequenos vilarejos e na zona rural passavam incólumes ao poder inimigo.

No Brasil, a partir da crise energética deflagrada em 1973, a utilização de biodigestores passou a ser uma prática adotada. Com base em relatórios da

Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), a Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMBRATER) instalou em novembro de 1979 o primeiro biodigestor modelo Chinês na Granja do Torto em Brasília. O interessante para o contexto das instalações de biodigestores no Brasil veio com a crise do segundo choque de preços do petróleo ocorrido em 1979. Entre as medidas adotadas pelo governo para contornar este problema estava um amplo programa de investimentos voltados para a substituição e conservação dos derivados de petróleo (Programa de Mobilização Energética – PME, iniciado em 1980). Tão logo entre os anos de 1980 e 1984 foram utilizadas diversas formas de estímulos à instalação de biodigestores. A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater), em 1994, calculou que o número de biodigestores existentes no país era em torno de 3.000, principalmente do modelo indiano, utilizado para a biodigestão de dejetos de bovinos.

O biogás é um gás subproduto da fermentação anaeróbia da matéria orgânica e é composto por uma combinação de  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_{(v)}$ , que serão produzidos nas respectivas proporções 50-70%, 30-40%, 0-10%, 0-5%, 0-1%, 0-1% e 0,3% dentro do biodigestor (Fogaça, 2011). Segundo Oliver et al (2008) o poder calorífico do biogás é de 5000 a 7000 Kcal/m<sup>3</sup> e em relação a outras fontes de energia, 1 m<sup>3</sup> de biogás é equivalente a:

- 0,61 litros de gasolina;
- 0,45 litros de gás de cozinha;
- 0,58 litros de querosene;
- 1,59 quilos de lenha;
- 0,55 litros de óleo diesel;
- 0,79 litros de álcool hidratado.

Segundo Quadros et al (2007) a produção de biogás depende do tipo de substrato, sendo que o esterco animal conta com grande população de bactérias nos dejetos, favorecendo a fermentação. As espécies animais diferem quanto à estimativa diária de produção de biogás em relação à massa de esterco de acordo com a tabela 1.

**Tabela 1:** Potencial de produção de biogás a partir de dejetos de animais.

<b>Espécie</b>	<b>M<sup>3</sup> de biogás/kg de esterco</b>	<b>M<sup>3</sup> de biogás/ 100 kg de esterco</b>
Caprino/ovino	0,040 - 0,061	4,0 - 6,1
Bovinos de leite	0,040 - 0,049	4,0 - 4,9
Bovinos de corte	0,040	4,0
Suínos	0,075 - 0,089	7,5 - 8,9
Frangos de corte	0,090	9,0
Poedeiras	0,100	10,0
Codornas	0,049	4,9

Fonte: Quadros et al. (2007).

Assim considerando que segundo Oliver (2008) uma vaca leiteira produz 25 Kg de esterco por dia, 4 vacas leiteiras produziriam 100 kg de esterco por dia, essa quantidade seria o suficiente para a produção de 4,0 - 4,9 m<sup>3</sup> de biogás no transcórre do processo fermentativo. Logo admitindo que 1 botijão de gás de cozinha (GLP- Gás Liquefeito do Petróleo-) contém 33 m<sup>3</sup> de gás propano e butano, seriam necessárias aproximadamente 27 vacas para a produção de 33m<sup>3</sup> do biogás metano no transcórre do processo fermentativo.

É possível produzir 8 m<sup>3</sup> de biogás com 100 kg de esterco de suínos no transcórre do processo fermentativo, sendo que valores aproximados são obtidos a partir de esterco de frangos, bovinos, caprinos e ovinos. 3 suínos confinados geram excrementos suficientes para a produção de 1m<sup>3</sup> de biogás por dia, valores semelhantes podem ser obtidos com 3 vacas presas à noite ou 33 ovinos ou caprinos presos à noite, de acordo com Oliver (2008).

Arruda et al. (2002) e Silva et. al., (2009) demonstraram que as fontes de energia podem ser classificadas em renováveis, conhecidas também como energia limpa, como exemplo da energia solar, eólica, biomassa e a hídrica, que obtêm repostas da natureza em períodos relativamente curtos de tempo e as não renováveis, também chamadas de suja, cujas reservas esgotam sempre que utilizadas, sendo que a reposição das mesmas na natureza pode levar milhões de anos, ou simplesmente, não mais ocorrer.

Silva, et. al., (2009) demonstrou em seus experimentos que a biomassa pode ser encontrada em três classes, sendo elas: sólida, líquida e gasosa e os dejetos animais são os melhores alimentos para os biodigestores, pelo fato de já saírem de seus intestinos carregados de bactérias anaeróbias.

Para tudo isso Barreira (1993) descreve que como toda grande ideia, o biodigestor é genial por sua simplicidade. Esse equipamento, contudo, não produz o biogás, uma vez que sua função é fornecer as condições propícias para que um grupo especial de bactérias, as metanogênicas, degradem o material orgânico, com a consequente liberação de vários gases como, por exemplo, o gás CH<sub>4</sub>.

Ambiente Brasil (2008) relatou que a implantação de biodigestores para beneficiamento de biogás nas propriedades rurais aproveitando os dejetos de animais poderia ser uma forma de minimizar os impactos ambientais e trazer benefícios para as pessoas que vivem no local, tais como utilizar o biogás em fogão doméstico, lampião, geladeira e também como combustível para funcionamento de motores de combustão interna, chocadeira, secadores de grãos e ainda promover a devolução de produtos vegetais ao solo através de biofertilizante.

Observou-se nas pesquisas de Arruda et al., (2002) que se propôs um tipo de biodigestor caseiro simples, para obtenção de biogás através da fermentação de esterco bovino chamado de biodigestor caseiro. A construção é feita a partir de um tambor metálico de 200 litros (0,2 m<sup>3</sup>), facilmente encontrado a preço reduzido, de fácil construção e montagem, garantindo o baixo custo final.

Barreira (1993) contribui também dizendo que todos os materiais de origem orgânica podem servir de substratos para um biodigestor, menos a madeira que até o presente momento é totalmente imprópria para tal processo. É preciso atentar para substâncias ricas em fibras, a exemplo da grama, pois podem ficar suspensas no biodigestor, atrapalhando o processo de produção de biogás, sendo viável triturá-las em pedaços menores a três centímetros, facilitando sua mistura.

Segundo Vieira et al. (1991), dentre os animais domésticos, os ruminantes são os que produzem maior quantidade de dejetos, devido à qualidade e natureza dos alimentos fornecidos aos animais.

## **2.2 Método**

### **2.2.1 Quanto aos procedimentos e aos fins**

O biodigestor foi instalado na fazenda experimental CRIMÉIA/MULTIVIX CASTELO, no município de Castelo no estado do Espírito Santo, que tradicionalmente

é uma fazenda leiteira, contando com 60 vacas em produção e 200 animais no total da propriedade.

O presente trabalho pode ser classificado como exploratório e descritivo, com pesquisa de campo. Isso porque envolve pesquisa bibliográfica, estudo de caso e estabelece relações entre as variáveis. As observações serão estabelecidas de forma direta, pois utiliza instrumentos com a finalidade de obter um equipamento que evidencia o alcance dos objetivos propostos.

Para Silva e Menezes (2001) a pesquisa descritiva tem como objetivo principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno, bem como o estabelecimento de relações entre as variáveis, utilizando a coleta de informações ou qualquer modalidade de tratamento, ou evidenciando o estudo que fortalecerá o entendimento da tecnologia utilizada.

### **2.2.2 Coleta e análise dos resultados**

Para Neves (1996), a abordagem dos métodos de investigação pode ser classificada como quali-quantitativa, já que apresenta características contrastantes quanto à forma e ênfase, embora não seja excludente. Essa classificação não significa que se deva optar por um ou outro. Nós pudemos, ao desenvolver o nosso estudo, utilizar os dois, usufruindo, por um lado, da vantagem de poder explicitar todos os passos da pesquisa e, por outro de mensurar, a quantidade de biogás e biofertilizante produzida bem como a sua qualidade através de comprovação visual e comparações bibliográficas. Com base neste contexto, as informações que podem ser levantadas e analisadas com relação a biotecnologia do biodigestor são: artigos, livros, sites, demonstrações ambientais e financeiras de empresas que tenha projetos verdes, entre outros. Para colocar em ação o objetivo proposto, foi feito, inicialmente, uma pesquisa bibliográfica e exploratória para entender o funcionamento do biodigestor e a partir desta montar um biodigestor portátil mais acessível ao pequeno produtor rural. Assim, inferiu-se a seguinte hipótese: “Biodigestor Portátil é eficiente para o aproveitamento de biogás e biofertilizante?” Com o intuito de averiguar se essa hipótese é verdadeira ou falsa, montou-se e elucidou-se os materiais necessários à montagem do biodigestor.



### 2.2.3 Características do biodigestor

Destacamos aqui a montagem de um biodigestor portátil para aproveitamento de biogás metano a partir de dejetos bovinos, com capacidade de armazenar 400 kg de dejetos bovinos em sua forma líquida, produzindo e armazenando em torno de 19,6 m<sup>3</sup> de biogás no transcorrer do processo fermentativo, conforme demonstrado na **foto 1**.

Foto 1: Biodigestor Portátil construído e em uso na fazenda.



Fonte: Arquivo Pessoal.

A ideia principal de um biodigestor é a criação de um meio anaeróbico favorável que terá duas partes básicas: a câmara de fermentação e o gasômetro. A câmara de fermentação é o local em que as bactérias realizarão todo o processo de produção de biogás e biofertilizantes, e o Gasômetro é reservado para o Biogás.

Para a montagem do biodigestor faz-se necessário a utilização de 4 bombonas plásticas 200 litros cada, 2 bombonas plásticas de 120 L cada, 1 bombona plástica de 20 litros, 9 flanges de ½" (meia polegada) cada, 4 registros esfera de 2", 9 registros esfera de ½", 9 adaptadores externo rosca interna, 6 metros (m) de mangueira de ½",

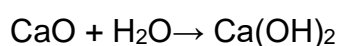
14 abraçadeiras, 4 flanges de 2" cada, 2 válvulas anti- retorno de gás e 4 mourões de eucalipto tratado.

Duas bombonas de 200 L compuseram a câmara de anaerobiose, esta possui a função de armazenamento de matéria orgânica em decomposição, nestas bombonas fizemos, com o auxílio de uma furadeira, 2 furos de 2" (duas polegadas) em cada para a conexão de 1 flange de 2" em cada, permitindo desta forma a passagem da matéria orgânica líquida, que são os dejetos bovinos homogeneizados com água na proporção de 1:1, ou seja a cada 1 Kg de excremento era adicionado 1 litro (L) de água, pois isso potencializa a ação das bactérias metanogênicas e conseqüentemente a produção de biogás.

As outras duas bombonas de 200 L ficaram sem tampa e serviram de armazenamento de água, pois dentro destas foram colocadas duas bombonas de 120 L sem tampa e com sua abertura para baixo, servindo as mesmas como câmara de armazenamento de biogás (gasômetro), onde foi possível armazená-lo sobre pressão, pois a medida que há produção de biogás este faz com que elas boiem na água na qual estão imersas.

Como forma de conduzir o biogás da câmara de anaerobiose para a câmara de armazenamento nós utilizamos a mangueira de 1/2" com uma válvula anti-retorno de gás, pois isso evita que a pressão exercida na câmara de armazenamento force o biogás a voltar para a câmara de anaerobiose.

Todo o biogás armazenado na câmara é conduzido a uma câmara de purificação do biogás, esta câmara foi montada com uma bobona de 20 litros, contendo 2 litros de água misturada com óxido de cálcio (CaO), também denominada cal virgem. Esta medida é necessária para formar o hidróxido de cálcio conforme a reação química descrita por Lembo (2004):



O hidróxido de cálcio [Ca(OH)<sub>2</sub>] reage com H<sub>2</sub>S (ácido sulfídrico) presente na constituição do biogás, formando H<sub>2</sub>O e CaS. É importante remover o H<sub>2</sub>S, pois ele gera o mal cheiro no biogás e promove enferrujamento (oxidação) nos metais do fogão, desta forma a sua remoção aumenta a qualidade do biogás e a vida útil dos fogões à gás dos ambientes domiciliares e isso é conseguido a partir do Ca(OH)<sub>2</sub>.

Após a câmara de purificação o biogás é conduzido, com a mangueira de ½” até o equipamento onde será queimado, nós utilizamos um fogão industrial para testar o poder calorífico da chama de fogo produzida com o biogás.

A portabilidade e a segurança do aparelho é um fator fundamental, pois será usado próximo a ambientes domiciliares e deve ser de fácil acesso e instalação por parte dos produtores rurais, para isso utilizamos os mourões de eucalipto tratado na confecção de cavaletes, estes servem para manter erguida as 2 bombonas de fermentação anaeróbia e facilitam a instalação do biodigestor ao redor dos ambientes domiciliares conforme as necessidades dos produtores rurais. Para se provar a boa engenharia do protótipo durante todo o trabalho foi verificada a não existência de vazamentos e produção de biogás satisfatória de acordo com o nível da bombona de armazenamento.

### 2.3 Resultados

O custo total da montagem do biodigestor foi de R\$ 1.260,00. A tabela 2 mostra as especificações dos materiais necessários à construção do biodigestor e o quanto se gastou na montagem do mesmo.

**Tabela 2:** Especificação dos materiais e custo total do biodigestor portátil.

MATERIAIS	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
Bombona de 200 L	4 unidade	90,00	360,00
Bombona de 120 L	2 unidade	80,00	160,00
Bombona de 20 L	1 unidade	36,00	36,00
Flange de ½”	9 unidade	12,00	108,00
Registro esfera de 2”	4 unidade	13,00	52,00
Registro esfera de ½”	9 unidade	16,00	144,00
Adaptador externo rosca interna	9 unidades	2,00	18,00
Mangueira ½”	6 metros	4,00	24,00
Abraçadeira 5/8”	14 unidade	2,00	28,00
Flanges de 2”	4 unidade	30,00	120,00
Válvula poço ¾”	2 unidade	25,00	50,00
Mourões de eucalipto	4 unidades	40,00	160,00
		<b>Total</b>	<b>1.260,00</b>

Fonte: Dados da Pesquisa.

Obteve-se uma produção satisfatória de biofertilizante e biogás após decorridos 20 dias do processo fermentativo. Essa produção aumentou até 40 dias após o abastecimento e em seguida começou a declinar, fazendo-se necessária um novo

abastecimento das bombonas de fermentação anaeróbia e retirada do biofertilizante. Este foi coletado com o auxílio de um carrinho-de-mão conforme a **foto 2** e pode ser utilizado em uma área de pastagem da fazenda. O biogás pode ser utilizado em um fogão industrial conforme a **foto 3**.

Foto 2: Coleta do Biofertilizante.



Fonte: Arquivo Pessoal

Foto 3: Combustão do biogás.



Fonte: Arquivo Pessoal.

## 2.4 Discussão

Considerando que segundo Oliver (2008) uma vaca leiteira produz cerca de 25 Kg de esterco por dia, pode-se inferir que a produção diária de esterco da fazenda onde

o estudo foi processado é em torno de 1,5 toneladas (t), isso é uma quantidade suficiente para produzir 73,5 m<sup>3</sup> de biogás por dia, o que pode ser negociado na bolsa de valores sob créditos de carbono gerando maior rentabilidade ao produtor, que poderá obter mais uma fonte de renda na propriedade passando a adotar os princípios de uma economia verde. A economia verde pode ser definida como aquela que “resulta em melhoria do bem-estar humano e equidade social, ao mesmo tempo em que reduz significativamente os riscos ambientais e a escassez ecológica” (United Nations..., 2011, p.16). A economia verde possui baixas emissões de carbono, eficiência no uso de recursos e inclusão social (DINIZ et al., 2012).

O biodigestor gerou o biogás e o biofertilizante, este apresenta alta qualidade para uso agrícola, com teores médios de 1,5 a 2% de Nitrogênio (N), 1 a 1,5% de Fósforo (P) e 0,5 a 1% de Potássio (K). Trata-se de um adubo orgânico isento de agentes causadores de doenças e pragas às plantas e contribui de forma extraordinária no restabelecimento do teor de húmus do solo, funcionando como melhorador de suas propriedades químicas, físicas e biológicas, que tem importante papel na sua estruturação e fixação de N atmosférico. Bisso et al. (2003) analisaram um biofertilizante usado na pulverização da cultura da calêndula (*Calendula officinalis L.*) e obtiveram a seguinte composição química: 8,4g/kg de N, 0,32 g/kg de P, 0,20 g/kg de K, 1,4 g/kg de Ca, 0,7 g/kg de Mg, 0,29 g/kg de S, 284 mg/kg de Cu, 813 mg/kg de Zn, 272 mg/kg de Fe, 272 mg/kg de Mn, 165 mg/kg de Na e 611 mg/kg de B.

O biodigestor provou ser acessível aos pequeno produtor rural, pois utilizou-se materiais de baixo custo em sua montagem, além disso, esses materiais podem ser encontrados em casas agropecuárias na forma descartada após sua utilização primária, o que facilita a sua aquisição através de doações, isso reduzir ainda mais os custo de aquisição desta biotecnologia. O custo total da montagem do biodigestor foi de R\$ 1.260,00, este custo será economizado durante o período de consumo do biogás e biofertilizante, pois o produtor não mais irá precisar de comprar botijas de gás derivado do petróleo e nem fertilizante artificial para adubação de suas lavouras ou hortas e além disso o custo vai ser sempre zero após o primeiro abastecimento, pois o sistema será o mesmo, com os gastos apenas da construção inicial, estando de acordo com Neves (2010), que diz em seus estudos que o sistema do biodigestor é contínuo, isto é, o biogás a partir da primeira descarga será produzido continuamente, com abastecimento diário de água e esterco, sempre haverá biogás no gasômetro.

A queima do CH<sub>4</sub> reduz as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e, de acordo com Barbieri (2004), essa queima gera o direito de ter Certificados de Reduções de Emissões (RCEs), que é um título negociável no mercado de carbono mundial, ou seja, o agropecuarista ao retirar esses gases da atmosfera tem a possibilidade de comercializar os créditos de carbono. Cada tonelada equivalendo a um crédito de carbono.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O Biodigestor Portátil para aproveitamento de biogás e biofertilizante proveniente de dejetos bovinos mostrou-se ser uma biotecnologia eficiente e sua aquisição é acessível aos produtores rurais, obtendo economia na utilização do biogás em seus ambientes domiciliares e biofertilizante em suas lavouras que contribui para a cultura dos orgânicos e mantém as propriedades macro e micro nutricionais do solo.

Desta forma o Biodigestor Portátil passa a ser uma contribuição tecnológica e inovadora para ajudar a resolver parte dos problemas do Estado do ES no que diz respeito ao manejo dos dejetos gerados na bovinocultura. A perspectiva é de que esta biotecnologia possa ser adquirida pelos produtores de bovinos do ES, contribuindo com a bovinocultura capixaba e brasileira.

### **4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Ações do Incaper na Pecuária de Leite. **Incaper em Revista**. Ano 1-Nº 1 Janeiro a dezembro de 2010.

AMBIENTE BRASIL (Portal). <<http://www.ambientebrasil.com.br>> Acessado em 03 de março de 2016.

ARRUDA, M. H, et al. **Dimensionamento de Biodigestor para Geração de Energia Alternativa**. Revista científica de agronomia da Faculdade de Agronomia e engenharia florestal, Garça, ano I. nº 2, dez. 2002.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2004. 328p.

BARRERA, Paulo. **Biodigestores - Energia, Fertilidade e Saneamento Para Zona Rural** – São Paulo – Ícone, 1993.

BISSO, F.P.; BARROS, I. B. I. DE; SANTOS, R.S.dos. **Biofertilizante foliar em diferentes concentrações e frequências de aplicação de calêndula**. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 1., 2003, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: EMATER: RS-ASCAR, 2003. CD-ROM.

DINIZ, ELIEZER M.; BERMANN, CELIO. **Economia verde e sustentabilidade**. Estudos Avançados, vol.26 nº. 74 São Paulo (2012).2/documents/cneg4/anais/T7\_0035\_0236.pdf > Acesso em: 01 nov, 2014.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **"Biogás"**; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/o-biogas.htm>>. Acesso em 26 de junho de 2017.

GASPAR, R. M. B. L. **Utilização de Biodigestor em Pequenas e Médias Propriedades Rurais com Ênfase na Agregação de Valor: Um Estudo de Caso na Região de Toledo-PR, 2003**. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)- Faculdade de Engenharia de produção e sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2003.

LEMBO, et al. **Química Realidade e Contexto**. São Paulo. Ática: SP, 2004.

MACHADO, C. R. **Biodigestão Anaeróbia de Dejetos de Bovinos Leiteiros Submetidos a Diferentes Tempos de Exposição ao Ar**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Botucatu, 2011.

NEVES, V. L. V. **Construção de biodigestor para produção de biogás a partir da fermentação de esterco bovino**. Araçatuba. 2010. 57 p. Dissertação (Graduação Tecnologia em Biocombustíveis). Centro de Educação Tecnológica Paulo Souza, Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, 2010. Disponível em: <http://www.fatecaracatuba.edu.br/suporte/upload/Biblioteca/BIO%2017701020005.pdf>. Acesso em: 01 novembro de 2011.

Nogueira, L.A.H. – **Biodigestão, a alternativa energética**. Editora Nobel, São Paulo, 1986.

OLIVEIRA, Gabriela Bitto de. Et al. **O Efeito Estufa**. UNESP FACULDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA FCT – Campus de Presidente Prudente, 11 de Dezembro de 2009.

OLIVER. André de Paula Moniz, et al. **Manual de Treinamento em Biodigestão. Versão 2.0, Fevereiro/2008**.

OLIVER. André de Paula Moniz, et al. **Manual de Treinamento em Biodigestão. Versão 2.0, Fevereiro/2008**.

QUADROS, D.G. et al. **Biogigestão anaeróbica de dejetos da caprino-ovinocultura para produção de biogás e biofertilizantes no semi-árido: 1. Produção e composição de biogás**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCOMBÚSTIVEIS, Teresina. Anais... EMBRAPA Meio Norte: Teresina. 2007a. (CD-ROM).

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Métodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3º ed. rev. Atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SILVA, L. L., et al. **Princípios de termoelétricas em pequenas propriedades rurais**. In: 2º International workshop advances in cleaner production. São Paulo, maio 2009.



UNFCCC. **United Nations framework convention on climate change**. Kyoto protocol, 1998. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>>. Acesso em: 09 de Fevereiro de 2017.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication**. S. l.: Unep, 2011.

VIEIRA, A. A., COSTA, P. M. A., LOPES, D. C. et al. **Substituição do milho por dejetos de bovinos, em rações para suínos, recebendo caldo de cana – de - açúcar**. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.20, n.1, p.01-13, 1991.