

III-108 - DIMENSIONAMENTO E BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DE UM BIODIGESTOR DE ESTERCO DE GADO PARA GRANDES PROPRIEDADES RURAIS

Regina Mambeli Barros⁽¹⁾

Engenheira Civil, Doutora e Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP), Professora Doutora no Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá (IRN/ UNIFEI).

Rodrigo Augusto de Siqueira Souza⁽²⁾

Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá - Instituto de Recursos Naturais da (IRN/ UNIFEI).

Geraldo Lúcio Tiago Filho⁽³⁾

Engenheiro Mecânico, Doutor na área de Hidráulica pela USP e Mestre em Engenharia Mecânica na área de Máquinas de Fluxo pela UNIFEI, Diretor e Professor Titular Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá (IRN/ UNIFEI).

Endereço⁽¹⁾: Av. BPS, 1303, UNIFEI / Bloco 8, Instituto de Recursos Naturais - Bairro: Pinheirinho – Itajubá – Minas Gerais – CEP: 37500-903 – Tel: +55 (35) 3629-1224- Fax: +55 (35) 3629-1265 - e-mail: mambeli@unifei.edu.br.

RESUMO

A criação de gado de corte é uma atividade importante do ponto de vista econômico e social. Um de seus problemas está relacionado ao despejo incorreto e sem o tratamento apropriado dos dejetos desses animais, causando degradação ambiental e a disseminação de doenças vinculadas pela falta de saneamento. O método abordado no presente estudo para o tratamento dos dejetos é o sistema de biodigestão anaeróbia, pelo aproveitamento de seus subprodutos, a saber: o biogás e o biofertilizante. O uso do biodigestor anaeróbio torna-se favorável tanto pela sua capacidade de tratamento de efluentes como pela sua produção de biogás, pois assim, evita-se a poluição de corpos aquáticos, proliferação de vetores e doenças; tem-se a possibilidade de substituição de energias convencionais, como o gás natural liquefeito (GLP) pelo biogás; e diminui-se a liberação de gases do efeito estufa, por meio da queima do metano resultante da biodegradação do efluente. Portanto, o presente trabalho visa a elaborar o dimensionamento de um biodigestor de esterco de gado de uma grande propriedade rural (hipotética), com a criação em sistema de confinamento de 5.000 cabeças de gado em Goiás, e finalmente, analisando os benefícios ambientais decorrentes em relação à emissão de gases de efeito estufa (*GreenHouse Gases*, GHG; em inglês). Os resultados demonstram a viabilidade de uso de biodigestores canadenses, para uma produção diária de 2.000 m³ de biogás e redução de 6.576,57 tCO₂eq/ano.

PALAVRAS-CHAVE: biodigestão anaeróbia, biogás, dejetos bovinos e tratamento de efluente.

INTRODUÇÃO

No presente trabalho estuda-se com uma alternativa para a gestão dos dejetos bovinos em sistemas de confinamento de gado, o uso do biodigestor anaeróbio, constituído de um tanque protegido do contato com o ar atmosférico, em que a matéria orgânica contida nos resíduos sólidos ou líquidos é metabolizada por bactérias anaeróbias e *archaeas* metanogênicas (VAZOLLER; MANFIO; CANHOS, s.d.). Neste processo, os subprodutos obtidos são: o biogás, composto essencialmente por gás metano; e o biofertilizante, composto de consistência pastosa ou líquida.

Noqueira (1992) relata que, em vista das vantagens que o biodigestor anaeróbio possui, a sua implantação foi incentivada pelo governo brasileiro, principalmente nas décadas de 70 e 80, como estímulo ao uso de energias alternativas. No entanto, a falta de assistência técnica e de informação ao produtor rural, a utilização de material inapropriado e a própria inexperiência culminaram no insucesso dos projetos de biodigestores em áreas rurais.

Com a maior cobrança da legislação ambiental aos produtores em relação à responsabilidade com o meio ambiente e o tratamento de resíduos de suas atividades e além da busca por energias renováveis de baixo custo, o biodigestor retomou atenção de pesquisadores e produtores rurais da década de 90.

Portanto, a biodigestão anaeróbia é uma alternativa para o tratamento de resíduos (Barros, 2013), pois além de permitir a redução do potencial poluidor e dos riscos sanitários dos dejetos ao mínimo, promove a geração do biogás, utilizado como fonte de energia alternativa (Barros, 2013) e permite a reciclagem do efluente, podendo ser utilizado como biofertilizante.

OBJETIVO DO TRABALHO

O presente trabalho possui o objetivo de dimensionar um biodigestor de esterco de gado para grandes propriedades rurais, analisando seus benefícios ambientais em relação a emissão de gases de efeito estufa, *GreenHouse Gases* (GHG).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foi considerada hipoteticamente uma grande propriedade rural, a qual cria cerca de 5.000 cabeças de gado em sistema de confinamento. "Confinamento" é o sistema de criação de bovinos em que lotes de animais são encerrados em piquetes ou currais com área restrita, e onde os alimentos e água necessários são fornecidos em cochos (EMBRAPA, 2004).

Tal fazenda se localiza no Estado de Goiás, onde se observa a ocorrência de climas com temperaturas elevadas, onde o manejo do gado é feito de maneira confinada.

CÁLCULO DA PRODUÇÃO DE ESTERCO DE GADO

Segundo Nogueira (2004), a disponibilidade do material a ser digerido depende do número de cabeças de gado. Sendo que o valor médio para bovinos, de acordo com o autor é de 10,0 kg/dia para cada cabeça. Assim, para se determinar a quantidade total diária de estrume produzido, bastou-se multiplicar o número de animais pela quantidade de dejetos produzidos, em média, pelos animais.

VOLUME DO BIODIGESTOR

Segue a descrição da metodologia apresentada por Nogueira (1992) para o cálculo do volume de um biodigestor. Tipicamente, segundo Nogueira (1992), os estercos bovinos têm por volta de 90% de umidade, enquanto os estercos ovinos e avícolas têm 75%. A disponibilidade do material a ser digerido depende do número de cabeças de gado e a produção diária média de dejetos por animal.

Diversas outras propriedades, como a granulometria do material sólido, pH, teor de sólidos voláteis e sólidos totais podem ser necessários. Normalmente, para estrumes e material orgânico de origem vegetal, o teor de sólidos voláteis, o qual representa a fração sólida transformável em gás, é da ordem de 80% ou mais dos sólidos totais.

Os biodigestores podem ser dimensionados de duas maneiras. Na primeira, fixa-se o tempo de retenção hidráulica e se deduz a taxa de aplicação de material e o volume. Na segunda maneira, o parâmetro independente é a taxa de aplicação do material orgânico. Usualmente se emprega a combinação destes dois métodos. O tempo de retenção varia de acordo com a temperatura e a eficiência do modelo de biodigestor adotado. Estima-se que o tempo de retenção varia entre 20 e 45 dias para dejetos de bovinos e suínos; 45 dias para dejetos de caprinos e ovinos e 60 dias para dejetos de frango.

Já a taxa de aplicação de material orgânico, avaliada pela quantidade diária de sólidos voláteis adicionada por unidade de volume varia em torno de 2,8 kg SV/m³.dia. O método combinado de dimensionamento parte da seguinte premissa, fixando a taxa de aplicação e verificando o tempo de residência resultante.

Tendo avaliado o material, na forma disponível para a digestão anaeróbia, e determinado o volume diário a ser tratado, umidade e teor de sólidos voláteis, pode-se calcular o volume do biodigestor. Para tanto, é preciso adotar uma taxa de alimentação de Sólidos Voláteis (SV), geralmente 2,8 kg SV/m³.dia. Tal valor assegura que o biodigestor estará aproximadamente dentro da faixa correta, a qual é de 1,6 a 3,2 kg SV/m³.dia.

A próxima etapa é dividir o volume do biodigestor encontrado pelo volume diário a ser tratado, calculando o tempo de retenção. Se o tempo de retenção cair na faixa desejada para o sistema, o volume está correto. Caso contrário, é necessário concentrar ou diluir o material a ser biodigerido.

Nogueira (1992) ainda afirma ser necessário diluir os estrumes animais para ter a compatibilidade recomendável entre taxa de aplicação e tempo de retenção. No caso de esterco bovino a relação em peso água/esterco é de 1:1.

ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS

O tipo de biomassa utilizada influencia na quantidade de biogás gerada, assim ao fazer uso de dejetos de animais como substrato, há variação na produtividade de biogás por diversas razões, dentre as quais, o tipo de alimentação de cada espécie, a quantidade e qualidade de dejetos produzidos. Nogueira (2004) apresentou como o valor esperado para produção de biogás para bovinos como sendo: 0,040 m³/kg de dejetos.dia ou 0,4000 m³/animal.dia (Tabela 1). Nogueira (2004) apresentou na Tabela 2 a expectativa de produção de biogás para cada tipo de animal, em m³/kg de dejetos.dia ou em m³/animal.dia.

Tabela 1: Expectativa de produção de biogás. Fonte: Nogueira (2004)

Tipo de Animal	Biogás (m ³ /kg de dejetos.dia)	Biogás (m ³ /animal.dia)
Bovino	0,040	0,4000
Suíno	0,064	0,1400
Ave	0,055	0,0049
Ovino	0,070	0,0500
Equino	0,048	0,3100

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 comparado a outras fontes de energia.

Tabela 2: Equivalência entre o biogás e outros combustíveis. Fonte: BARRERA (1993)

Combustível	1 m ³ de biogás equivale a	Combustível
Gasolina	0,613 L	Gasolina
Querosene	0,579 L	Querosene
Óleo diesel	0,553 L	Óleo diesel
Gás de cozinha (GLP)	0,454 L	Gás de cozinha (GLP)
Lenha (10% de umidade)	1,536 kg	Lenha (10% de umidade)

Para transformá-lo em energia elétrica é necessária a utilização de geradores, para obtenção de energia térmica faz-se necessário o uso de fornos para que ocorra a queima e sua transformação em energia térmica (AVELLAR, COELHO e ALVES, 2002). Para utilização em motores a gasolina é necessário que se faça a conversão para biogás, a mesma deve ser feita por um mecânico experiente e não exige grandes alterações, porém, modelos específicos apresentam melhores rendimentos (SGANZERLA, 1983).

Como mencionado por Santos (2001), o biogás apresenta características simples de obtenção e possibilidade de combustão direta em queimadores estacionários, sem necessidade de purificação e armazenamento. Deste modo, a sua utilização em equipamentos rurais e urbanos é viável após simples modificações.

A Tabela 3 apresenta valores do consumo de biogás de alguns aparelhos utilizados com maior frequência por uma família de cinco pessoas.

Tabela 3: Consumo de biogás para algumas atividades e equipamentos. Fonte: CETEC (1982).

Equipamentos	Unidade	Consumo
Lampião individual	m ³ /h	0,140
Cozimento (5 pessoas x 0,23 m ³)	m ³ /h	1,150
Fogão	m ³ /dia/pessoa	0,340
Motor	m ³ /hp/h	0,450
Chuveiro	m ³ /banho de 15 min	0,800

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA

Apresentam-se os principais resultados (Tabelas 4 a 6) obtidos por Barros *et al.* (2013) em estudo efetuado como continuidade ao presente. Os autores (*op. cit.*) consideraram a mesma carga de 1,6 kg SV/m³.dia a ser tratada em biodigestores canadenses como ora dimensionados, na mesma fazenda em Goiânia-GO, com 5.000 cabeças de gado criados em sistema de confinamento. Para tanto, utilizou-se o programa de computador Biogás, geração e uso energético – efluentes e resíduo rural, versão 1.0 (CETESB, 2006a; 2006b). A análise de viabilidade econômica foi feita por meio do uso do Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).

Tabela 4: Geração de energia de 2013 até 2025 por meio do uso do programa biogás, geração e uso energético – efluentes e resíduo rural, versão 1.0 (CETESB 2006a; 2006b). Fonte: Barros *et al.* (2013)

ETAPA	CUSTO (R\$)
PURIFICAÇÃO – H ₂ S / SILOXINA	161.379,63
PURIFICAÇÃO – H ₂ S / RESFRIAMENTO	161.379,63
PURIFICAÇÃO – CO ₂	161.379,63
CUSTO DE COMPRESSÃO	46.915,54
GASODUTO DO ATERRO	382.000,00
GASÔMETRO	13.800,00
QUEIMADOR	15.284,00
CUSTO DO EQUIPAMENTO PARA GERAÇÃO ELÉTRICA	366.800,00
INVESTIMENTO PARA GERAÇÃO ELÉTRICA	1.308.938,42
CUSTO DA ELETRICIDADE (R\$/MH.H)	49,81
CRÉDITO DE CARBONO DE 2013 ATÉ 2015	
DESCRIÇÃO	MEDIDAS
TOTAL DE CH ₄ (m ³ CH ₄)	6.119.248
TOTAL DE CH ₄ (T)	4.100
TOTAL DE CH _{4E} (T)	86.098
POTÊNCIA ÚTIL (kW)	200
CRÉDITO DE CARBONO PELA QUEIMA (R\$)	602.684,72
CRÉDITO DE CARBONO PELA ELETRICIDADE (R\$)	106.225,86

Tabela 5: Resumo de valores de investimentos e receitas para cada o estudo de caso. Fonte: Barros *et al.* (2013)

Investimento para Geração Elétrica (1000R\$)	Crédito de Carbono pela Queima (1000R\$)	Crédito de Carbono pela Eletricidade (1000R\$)	Receita anual da venda da energia (1000R\$)	Receita mensal da venda da energia (1000R\$)	Receita mensal crédito de carbono (1000R\$)	Receita mensal total (1000R\$)	Receita anual total (1000R\$)
1.308,94	602,68	106,23	262,80	21,90	0,40	22,30	267,63

Tabela 6: valores resultantes da análise financeira do projeto estudo de caso. Fonte: Barros *et al.* (2013)

TIR 18%				POTÊNCIA DA CENTRAL		
I 12%				200 kW		
TEMPO (ANOS)	ANO _t	FC ₀ (R\$ 1.308.938,42)	F _x	F _x ACUMULADO	EVLP	VLP
2013	1	R\$ 267.628,45	0,89	0,89	(1.069.984,45)	(R\$ 955.343,26)
2014	2	R\$ 267.628,45	0,80	1,69	(856.632,69)	(R\$ 764.850,61)
2015	3	R\$ 267.628,45	0,71	2,40	(666.140,04)	(R\$ 594.767,90)
2016	4	R\$ 267.628,45	0,64	3,04	(496.057,33)	(R\$ 442.908,33)
2017	5	R\$ 267.628,45	0,57	3,60	(344.197,76)	(R\$ 307.319,43)
2018	6	R\$ 267.628,45	0,51	4,11	(208.608,86)	(R\$ 186.257,91)
2019	7	R\$ 267.628,45	0,45	4,56	(87.547,34)	(R\$ 78.167,27)
2020	8	R\$ 267.628,45	0,40	4,97	20.543,30	R\$ 18.342,23
2021	9	R\$ 267.628,45	0,36	5,33	117.052,80	R\$ 104.511,43
2022	10	R\$ 267.628,45	0,32	5,65	203.222,00	R\$ 181.448,22
2023	11	R\$ 267.628,45	0,29	5,94	280.158,78	R\$ 250.141,77
2024	12	R\$ 267.628,45	0,26	6,19	348.852,34	R\$ 311.475,30
2025	13	R\$ 267.628,45	0,23	6,42	410.185,87	R\$ 366.237,39

CÁLCULO DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE GHG

Os principais gases de efeito estufa emitidos em razão das atividades do homem são: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxidos de Nitroso (N₂O), Clorofluorcarbonos (CFCS), Hidrofluorcarbonos (HFCS), Perfluorcarbonos (PFCS), Hexafluoreto de enxofre (SF₆), Ozônio Troposférico (O₃) e Vapor D'água (H₂O)g.

A poluição do ar também se dá por meio da produção de gás carbônico (CO₂) e metano (CH₄), resultantes do processo de digestão anaeróbia. O primeiro é conhecido pelas repercussões mundiais devido aos problemas causados pela sua excessiva emissão e contribuição ao efeito estufa, sendo inclusive motivo de tratado entre diversos países, com o objetivo de reduzir sua emissão. O metano possui um potencial de aquecimento global, *Global Warming Potential* (GWP) 21 vezes maior do que o CO₂, como se observa na Tabela 7, que apresenta os principais gases do efeito estufa, tempo de vida, GWP e a atual contribuição de cada gás para o efeito estufa (ANDRADE, 2002).

Tabela 7: Os principais gases de efeito estufa e seus respectivos potenciais de aquecimento global (GWP). Fonte: ANDRADE (2002)

Composto	Fórmula	Vida
Dióxido de Carbono	CO ₂	n. d.
Metano	CH ₄	12
Óxido Nitroso	N ₂ O	120
Ozônio	O ₃	1 mês
CFCs	n. d.	n. d.

A Agência de Proteção Ambiental Americana (USEPA – *United States Environmental Agency*) disponibiliza uma calculadora (USEPA, s.d.) que fornece os valores da redução de emissão de GHG em tCO₂eq/ano. Então, neste trabalho, utilizou-se tal ferramenta para estimar a quantidade de emissão de GHG reduzida com a utilização de biodigestor para estabilização da matéria orgânica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são compostos pelo dimensionamento do(s) biodigestor(es), a estimativa de produção de biogás e de redução de emissão de GHG.

VOLUME DO BIODIGESTOR

Como o número de animais da fazenda é de 5.000 cabeças de gado, tem-se que a quantidade total diária de esterco, levando em conta que cada cabeça produz, em média, 10 kg/dia (Tabela 8), é de 50.000 kg. Considerou-se que o teor de umidade do esterco é de 90%, o teor de sólidos voláteis (SV) nos sólidos totais (ST) e de 80% e a taxa de aplicação de SV (TxSV) seja de 2,8 kg SV/m³.dia.

Tabela 8: Produção diária média de dejetos por animal. Fonte: Nogueira (2004)

Tipo de Animal	Produção média de dejetos (kg/dia)	Tipo de Animal
Bovino	10,00	Bovino
Suíno	2,25	Suíno
Ave	0,09	Ave
Ovino	0,77	Ovino
Equino	6,50	Equino

Desse modo, as seguintes relações foram obtidas (equações 1 a 3):

$$M_{\text{esterco}} = 50.000 \text{ kg esterco/dia} \quad \text{equação (1)}$$

$$M_{\text{bs}} = M_{\text{esterco}} \times (1 - 0,9) = 5000 \text{ kg/dia} \quad \text{equação (2)}$$

$$M_{\text{SV}} = M_{\text{bs}} \times 0,8 = 4.000 \text{ kg}_{\text{SV}}/\text{dia} \quad \text{equação (3)}$$

Onde:

M_{esterco} : Produção diária de esterco (kg esterco/dia); M_{bs} : Produção diária de massa seca (kg/dia); e M_{SV} : Produção diária de sólidos voláteis (kg_{SV}/dia).

Como V_B é dada pela equação 4:

$$V_B = M_{\text{SV}} / \text{TxSV} \rightarrow V_B = 4.000 / 2,8 = 1429 \text{ m}^3 \quad \text{equação (4)}$$

E, considerando-se a produção diária de mistura água-esterco, considerando diluição recomendada por Nogueira (1992), 1:1, dada pela equação 5:

$$M_{\text{água-esterco}} = 2 \times 50.000 \text{ (kg/dia)} = 100.000 \text{ kg/dia} \quad \text{equação (5)}$$

Onde:

$M_{\text{água-esterco}}$: Massa diária de mistura água e esterco (kg/dia).

Conforme preconizou Nogueira (1992), é possível admitir-se, com pequeno erro, uma densidade média do estrume igual a da água, logo a produção de volume da mistura água esterco adicionada diariamente é de 100 (m³/dia). O cálculo do tempo de retenção do material no biodigestor foi efetuado conforme se apresenta na equação 6.

$$T_r = V_B / V = 1.429 / 100 = 14,29 \text{ dias}$$

equação (6)

Onde:

T_r : Tempo de retenção do material no biodigestor (dias); V_B : Volume do biodigestor (m³); e V : Produção de volume da mistura água-esterco adicionada diariamente (m³/dia).

O valor de T_r resultou menor que o intervalo de dias recomendado por Barrera (1993). Assim, deve-se aumentar o tempo de retenção. Aumenta-se o volume do biodigestor, buscando um tempo de residência maior (25 dias). Recalculando o volume do biodigestor para o tempo de retenção proposto de 25 dias, usando-se novamente a equação 6, resulta na relação a seguir:

$$V_B = T_r \times V = 25 \times 100 = 2.500 \text{ m}^3$$

Verificando se o valor da taxa de aplicação de SV, dada pela equação 4, está dentro do limite sugerido por Nogueira (1992) de 1,6 a 3,2 kg SV/m³.dia:

$$V_B = M_{SV} / T_xSV \rightarrow T_xSV = M_{SV} / V_B = 4.000 / 2.500 = 1,6 \text{ kg SV/m}^3.\text{dia}$$

Então, conclui-se que o volume do biodigestor necessário para atender a propriedade em questão é de 2.500 m³. Ao invés de um único biodigestor, sugere-se a construção de nove biodigestores canadenses (Figuras 1 e 2), sendo sete com capacidade de 300 m³ e dois de 200 m³.

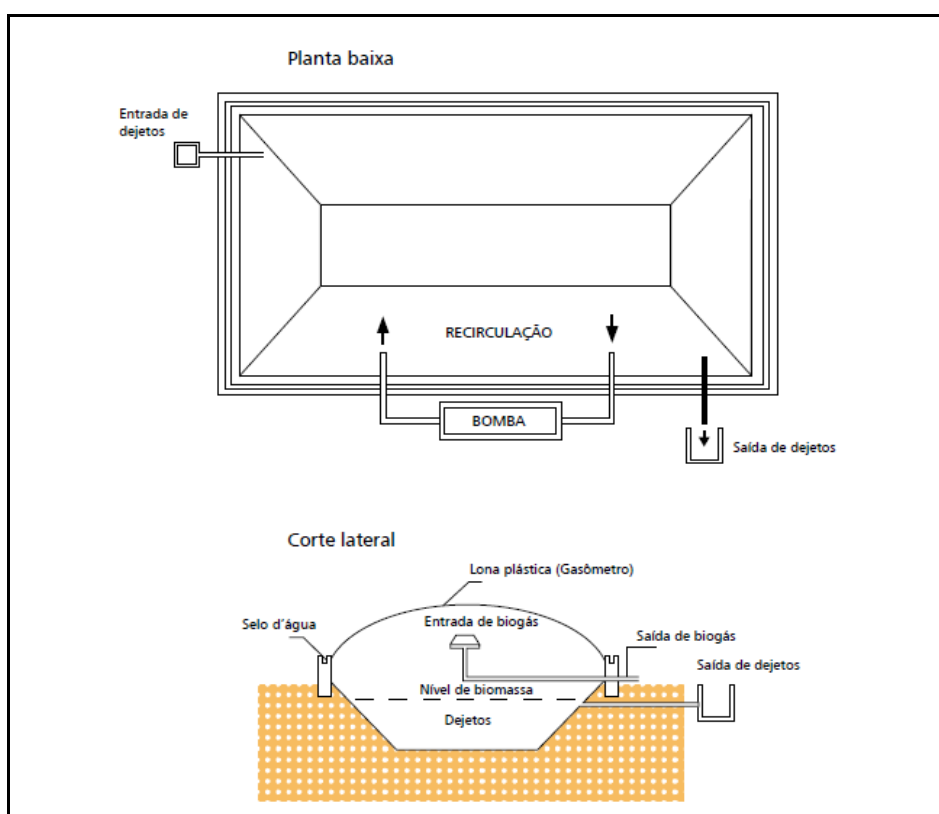


Figura 1: Representação esquemática da planta baixa e de perfil de um biodigestor canadense. Fonte: SANSUY (2009)



Figura 2: Fotografias de Biodigestores Canadenses. Fonte: WINROCK (2009)

ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS

Com o valor da produtividade média de biogás para cada tipo de animal, conforme apresentado por Nogueira (2004) e o número de animais da propriedade pode-se estimar a quantidade de biogás produzido no biodigestor, o qual é de 2.000 m³/dia.

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA

Como a viabilidade econômica é de grande interesse acerca do dimensionamento e projeto de biodigestores para grandes propriedades rurais, foi efetuado por Barros *et al.* (2013) para essa mesma propriedade, um levantamento de custos da construção dos mesmos, e uma análise da viabilidade econômica, considerando a venda de energia. Como principais resultados os autores (*op. cit.*) estimaram uma vazão de 49.701,493 m³/mês e uma Potência útil elétrica desejada de 200kW por 13 anos (2013-2025), resultando em 132.000 (kW.h/mês). Ao se considerar o preço da tonelada de Carbono equivalente como 6,94(R\$/tCO₂), os valores anuais obtíveis pela comercialização de REC (Crédito de Carbono pela queima), seriam de R\$ 602.684,72. Portanto, foi possível concluir que o projeto possui viabilidade econômica para as condições estudadas e simuladas e pagar-se-ia no 8º ano (em 2020), com uma TIR de 18%.

REDUÇÃO DE EMISSÃO DE GHG

Observando a composição do biogás segundo autores como Nogueira (1992), e Barreira (2003) e Nogueira (2004), considerou-se que o biogás obtido do biodigestor em questão seja formado por 65% de metano (1.300 m³) e 30% de gás carbônico (600 m³), sendo os 5% restante (100 m³) seja composto por outros gases. Com auxílio da ferramenta disponibilizada pela EPA (USEPA, s.d.), pode-se calcular a redução de GHG com a utilização do biodigestor, a qual é de 6.576,57 tCO₂eq/ano, sendo considerado que todo gás metano é transformado em gás carbônico por meio da sua queima. A quantidade de gás metano que é reduzida com o uso de biodigestor, o qual é considerado um Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), pode ser comercializada no mercado de crédito de carbono, tratando-se de mais uma fonte de renda na propriedade.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com o presente estudo, foi possível dimensionar um biodigestor para uma propriedade rural hipotética localizada no estado de Goiás, a qual cria cerca de 5.000 cabeças de gado. O biodigestor escolhido, adequado para tratar grandes volumes de resíduos, foi o biodigestor canadense, apresentando um volume de 2.500 m³.

Porém, tal volume foi dividido em 9 biodigestores, sendo sete com capacidade de 300 m³ e dois de 200 m³. Em relação à redução de GHG com a implantação do biodigestor, estima-se uma produção diária de 2.000 m³ de biogás, sendo 65% (1.300 m³) formado pelo metano. Em um ano tem-se uma redução anual de cerca de 6.600 toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente, que pode ser comercializada no mercado de crédito de carbono. Tendo-se, além do uso do gás metano e do biofertilizante, mais um benefício para a propriedade.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio concedido a participação individual de eventos no País.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, M. A. N. et al. Biodigestores rurais no contexto da atual crise de energia elétrica brasileira e na perspectiva da sustentabilidade ambiental. In: 4º ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL. Anais... Campinas, 2002.
2. AVELLAR, L. H. N.; COELHO, S. T.; ALVES, J. W. Geração de eletricidade com biogás de esgoto: Uma realidade. Revista Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento, Brasília, v. 5, n. 29, p. 120-122, jan. 2002. Disponível em: < [http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio29/bio29\(2\).pdf](http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio29/bio29(2).pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2009.
3. BARROS, Regina Mambeli. TRATADO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS Gestão, Uso e Sustentabilidade. Rio de Janeiro: Interciência; Minas Gerais: Acta, 2013. 376 p. ISBN 978-85-7193-295-1.
4. BARROS, Regina Mambeli; TIAGO FILHO, Geraldo Lúcio; RAMOS, Felipe; FELCA, Aline Tathiana Alves; SOUZA, Rodrigo Augusto Siqueira; da SILVA, Fernando das Graças Braga. Avaliação da produção de biogás para fins energéticos a partir de biogás de biodigestão de esterco de gado criado em sistema de confinamento. In: CONGRESSO SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL - AGRENER, 9., 2013. Itajubá-MG: NIPE-UNICAMP, 2013 (artigo submetido).
5. BARRERA, P. Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural. São Paulo: Ícone, 1993.
6. CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Manual de construção e operação de biodigestores. Belo Horizonte: CETEC, 1982.
7. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Curso de
8. Suplementação em Pasto e Confinamento de Bovinos. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/naoseriadas/cursosuplementacao/confinamento/>>. Acesso em: 20 ago. 2009.
9. NOGUEIRA, C. E. C. Dimensionamento de Sistemas Integrados de Energia em Ambientes Rurais. 2004. 144 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
10. NOGUEIRA, L. A. H. Biodigestão: a alternativa energética. São Paulo: Nobel, 1992.
11. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. Greenhouse Gas Equivalencies Calculator (GGEC). Disponível em: <<http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/calculator.html>>. Acesso em: 10 jun. 2009.
12. SANSUY. 2009. Disponível em: < <http://www.sansuy.com.br/> >. Acesso em: 20 jun. 2009.
13. SGANZERLA, E. Biodigestores: uma solução. Porto Alegre: Agropecuária, 1983.
14. VAZOLLER, R. F.; MANFIO, G. P.; CANHOS, V. P. Diversidade no Domínio *Archaea*. *Archaea*. pp. 16-24.
15. WINROCK INTERNACIONAL BRASIL. Manual de Biodigestão. 2008. Disponível em: <http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/manuais/manual_biodigestor_winrock.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2009.