
APROVEITAMENTO DO BIOGÁS PROVENIENTE DE DEJETOS DA BOVINOCULTURA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA – UM ESTUDO DE CASO

Roberto Dante do Nascimento Grimello
Sílvia Maria Stortini González Velázquez
Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)

Resumo

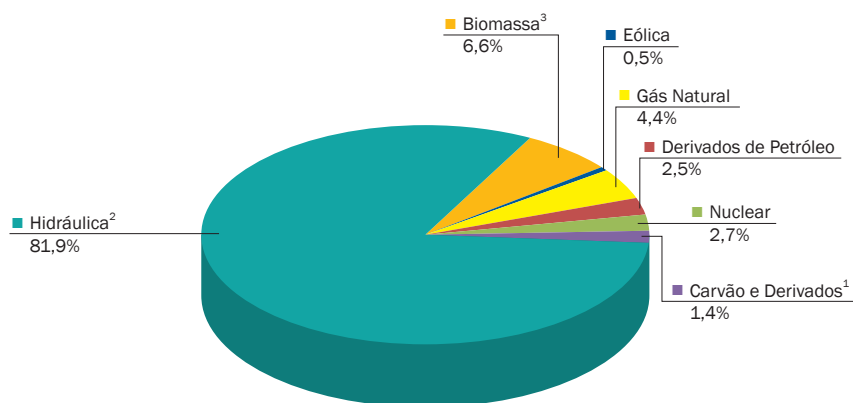
A expansão territorial das áreas rurais, ocasionada pelo crescimento do setor pecuário, vem trazendo preocupações quanto ao desmatamento de florestas para criação de rebanhos e à má destinação dos resíduos gerados por essas criações. Este trabalho apresenta uma alternativa para o aproveitamento dos dejetos da bovinocultura visando a geração do biogás. O estudo de caso possibilita uma comparação ambiental e econômica entre a atual utilização dos dejetos como fertilizantes e a nova proposta, na qual o dejetos deve ser coletado e tratado para a obtenção de biofertilizantes e de biogás, que pode ser convertido em eletricidade para uso na propriedade.

Palavras-chave: Biogás. Geração de energia. Dejetos da bovinocultura.

1 INTRODUÇÃO

Desde a década de 1970, marcada pelo aumento do número de indústrias poluidoras da água e do ar, além da ocorrência de contaminações pela população humana, o mundo passou a se atentar mais para os danos causados ao meio ambiente (LINHARES, 2008). Desde então, houve uma intensificação dos estudos e do uso de energias renováveis. Entre essas energias, a biomassa é a de interesse neste trabalho, pois engloba toda matéria orgânica de origem vegetal ou animal com energia química que possa ser liberada ou convertida na forma de biogás ou alguma outra fonte de energia (NASCIMENTO; LORA, 2004).

Conforme apresentado no Gráfico 1, o Brasil tem 89% de sua eletricidade provinda de fontes renováveis, com destaque para a parcela hidráulica. Apesar de compor 6,6% da produção de energia elétrica do país, alguns fatores ainda impedem a participação maior da geração de energia a partir do biogás no cenário geral: a falta de aterros sanitários, a ausência de dados científicos, o pouco incentivo governamental e a dependência de equipamentos importados. Essas são algumas barreiras que precisam ser vencidas (PECORA; COELHO; GOLDEMBERG, 2008).



¹ Inclui gás de coqueria.

² Inclui importação de eletricidade.

³ Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações.

Gráfico 1 Oferta interna de energia elétrica por fonte energética - 2011

Fonte: Elaborado pelos autores.

O gás metano, gerado pela decomposição dos dejetos rurais, possui um grau poluidor cerca de 20 vezes maior que o dióxido de carbono, sendo responsável pela parcela de um quarto do aquecimento global. A geração do biogás, obtido com os biofertilizantes em um processo de fermentação anaeróbica, tem sido uma forma de destinação dos dejetos orgânicos não só rurais, mas também urbanos e industriais (LIVORATTI, 2009).

2 A BOVINOCULTURA NO BRASIL

A criação de gado, seja leiteiro ou de corte, está em grande expansão econômica e territorial, devido ao crescimento dos negócios pecuários nacionais. Desse modo, o Brasil é o segundo maior criador de bovinos do mundo com, aproximadamente, 212,8 milhões de animais (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013).

O gado de corte, que é criado com o objetivo final de abate, tem boa reputação no mercado mundial. Estima-se que até 2020 a produção nacional supra 42,7% do mercado mundial (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DO BRASIL, 2010). O gado leiteiro, que fornece lucros ao seu criador devido à venda de seu leite e seus subprodutos, também tem um bom mercado e produziu no país, em 2012, cerca de 33 bilhões de litros de leite (ESTADÃO CONTEÚDO, 2010). A força e a relevância da bovinocultura nacional indicam como a captação e o aproveitamento dos dejetos dessa cultura podem trazer benefícios não só ambientais como também financeiros ao país.

2.1 Etapas de criação

Os bovinos compreendem um grande número de derivações nominativas, que qualificam um animal basicamente de acordo com seu sexo e suas etapas de criação, que se dividem em cria, recria e engorda.

A etapa de cria corresponde aos cuidados com os bezerros da propriedade e à observação de suas matrizes, como as vacas prenhas e os reprodutores (touro). Esta etapa engloba também o período de gestação do animal, no qual a vaca preta pode gerar cerca 50 litros de chorume por dia, além dos períodos de manejo dos bezerros (os quais podem gerar até 15 litros de chorume por dia) e de desmame (COLDEBELLA, 2006).

Após passar pela etapa de recria – que ocorre após o desmame – em que se obtém um grande desenvolvimento corporal do animal, o bovino entra na etapa de engorda,

na qual o animal recebe uma grande carga de alimentos de modo a conseguir maior ganho de peso. Nessa etapa, ele produz, aproximadamente, 20 litros de chorume por dia (COLDEBELLA, 2006).

2.2 Manejo dos dejetos

O estudo sobre o manejo dos resíduos é uma das etapas fundamentais para o planejamento de um sistema de captação de dejetos para a geração de biogás. O manejo dos dejetos é composto por cinco etapas, detalhadas a seguir.

Com relação à etapa de produção, os dejetos gerados em criações bovinas podem ser líquidos, sólidos ou mistos. Estima-se uma produção média de urina e fezes do bovino de 30 a 35 kg/animal/dia, podendo chegar a até 40 kg/animal/dia de estrume e 40 kg/animal/dia de urina, quando o animal está submetido à etapa de engorda sob confinamento (SOUZA, 2004).

A etapa de coleta resume-se a levar os dejetos, por meio de dutos e calhas, a um reservatório central a fim de possibilitar sua passagem por diversos processos.

A etapa de armazenamento do dejetos consiste em colocar os dejetos do animal em reservatórios destinados a essa aplicação, a fim de fermentar a biomassa ou reduzir o efeito de algumas substâncias. Essa etapa não pode ser confundida com a de tratamento, já que algumas estações de armazenamento não tratam os dejetos. O armazenamento pode ser feito por meio de esterqueiras ou bioesterqueiras, que se destinam, majoritariamente, à produção de biofertilizantes, ou por meio dos biodigestores, que são geradores de biogás e biofertilizantes, devido à fermentação anaeróbica da matéria orgânica dos dejetos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2002).

Na etapa de tratamento, os dejetos passam por processos físicos em que são separados em fase líquida e sólida pela ação de decantadores, centrífugas, entre outros processos e/ou tratamentos biológicos, nos quais, devido à ação de micro-organismos aeróbicos e anaeróbicos, o dejetos é transformado em um material estável e livre da ação de organismos patogênicos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2002).

A etapa de utilização refere-se ao produto tratado, pronto para ser usado. Os principais produtos gerados pelo processamento dos dejetos são os biofertilizantes – também denominados fertilizantes vivos, que colaboram significativamente para a nutrição das plantas que o recebem – e o biogás – gás rico em metano, utilizado comumente como combustível em queimadores, gerando, assim, energia térmica ou sendo convertido em energia elétrica, por meio de sistemas de turbina a gás ou motores de combustão interna acoplados a geradores elétricos (NISHIMURA, 2009).

3 O ESTADO DA ARTE DO BIOGÁS

Conhecido também como gás dos pântanos, o biogás foi descoberto em 1667 e ganhou notoriedade em 1884, quando Louis Pasteur apresentou à Academia das Ciências os trabalhos de seu aluno Ulysse Gayon, considerando que a fermentação da matéria podia se constituir como fonte de iluminação e aquecimento (PECORA, 2006).

3.1 Características técnicas do biogás

O biogás é uma formação gasosa gerada a partir do processo de digestão anaeróbica, que visa a formação de biogás e biofertilizantes, além da remoção da matéria orgânica (PECORA, 2006). Ele se assemelha ao gás natural, com alto conteúdo energético, composto basicamente por cadeias curtas de hidrocarbonetos, com composição básica de 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5% de outros gases. Portanto, tem combustão sem a liberação de resíduos e não é solúvel em água (LIVORATTI, 2009).

No tratamento anaeróbico de material orgânico, há três grupos de micro-organismos participantes da digestão anaeróbica, denominadas bactérias fermentativas, bactérias acetogênicas e bactérias metanogênicas, que transformam a matéria orgânica por meio de quatro fases: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese (IANNICELLI, 2008).

Começando pela hidrólise e encerrando na metanogênese, cada fase caracteriza-se pela transformação dos produtos oriundos da fase anterior em componentes que serão utilizados na posterior. Ao fim do processo, a matéria orgânica transforma-se, basicamente, em metano e dióxido de carbono.

3.2 Características energéticas do biogás

O poder calorífico do biogás bruto é de cerca de 8.300 kJ/m^3 , podendo chegar a 25.100 kJ/m^3 , de acordo com a concentração de metano no biogás (COELHO et al., 2001).

A capacidade e a eficiência da produção do biogás podem ser influenciadas por fatores independentes ao sistema de conversão, como temperatura ambiente e quantidade de resíduo, entre outros, e por fatores diretos ao processo de conversão como, os agentes biológicos presentes na fermentação e o tipo do biodigestor, entre outros (FIGUEIREDO, 2007).

3.3 Tecnologias de geração de energia elétrica a partir do biogás

O biodigestor é o principal equipamento para transformar resíduos rurais em biogás. O modelo canadense tem construção do tipo horizontal, com maior largura e menor profundidade, o que garante a ele maior área de exposição ao sol, produzindo, assim, maior volume de biogás. Seu gasômetro é feito em lona de PVC flexível, que infla conforme o gás é produzido. Devido ao seu baixo custo e à facilidade de implantação, vem ganhando espaço no mercado de biodigestores (LINDEMEYER, 2008).

Além dos biodigestores, uma linha de geração de energia elétrica a partir do biogás necessita de outros equipamentos como o compressor, que tem a finalidade de fornecer energia ao biogás. Isso garante que ele seja levado do biodigestor ao grupo gerador; de filtros, utilizados para retirar do biogás substâncias que comprometam o processo e/ou agridam as partes mecânicas do sistema; e o grupo-gerador. Um esquema simplificado dessa linha de geração de energia elétrica é apresentado no item 4.1.4 deste artigo.

O grupo gerador converte a energia química presente no biogás em energia mecânica, devido a um processo de combustão controlada em um motor de combustão interna, geralmente do ciclo Otto. A energia mecânica, presente no eixo do motor, é, então, transmitida a um gerador elétrico para, assim, ser convertida em energia elétrica.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso a seguir foi baseado em dados coletados no Sítio São João por pesquisadores do Centro Nacional de Referência em Biomassa (Cenbio) e, posteriormente, fornecidos para a realização deste trabalho. Localizada no município de Jaboticabal, no estado de São Paulo, a propriedade tem empreendimentos no setor agropecuário, o que torna possível aos sitiantes uma produção de biogás a partir de dejetos da bovinocultura para gerar energia elétrica.

4.1 Análise técnica

A propriedade não possui um sistema de tratamento ou agregação de valor aos dejetos bovinos gerados. Segundo estimativas do produtor, 90% dos dejetos poderiam ser destinados aos biodigestores, enquanto os 10% restantes seriam utilizados diretamente como adubo.

A estimativa do potencial de geração de biogás na propriedade, em quilos por dia, é dada pela Equação (1).

$$\dot{m}_b = 0,9 \times P_b \times M_t \times n^\circ \text{ animais} \quad (1)$$

em que, para animais bovinos:

$$P_b = \text{Produção de biogás} = 0,037 \text{ [kg}_{\text{biogás}}/\text{kg}_{\text{Mt}}].$$

$$M_t = \text{Material total} = 10,00 \text{ [kg}_{\text{Mt}}/(\text{dia} \times \text{animais})].$$

$$\text{Têm-se: } \dot{m}_b = 0,9 \times 0,037 \times 10 \times 350 = 129,50 \text{ kg}_{\text{biogás}}/\text{dia ou } 161,87\text{m}^3/\text{dia}.$$

4.1.1 Dimensionamento do biodigestor

Para determinar o tamanho do biodigestor, é necessário em primeiro lugar determinar o volume de esterco, conforme Equação (2).

$$V_{\text{esterco}} = \frac{P_{\text{carga}} \times N^\circ_{\text{animais}}}{\rho_{\text{esterco}}} \quad (2)$$

em que:

$$V_{\text{esterco}} = \text{Volume de esterco.}$$

$$P_{\text{carga}} = \text{Produção de esterco} = 10,00 \text{ [kg}_{\text{Mt}}/(\text{dia} \times \text{unidade geradora})].$$

$$N^\circ_{\text{animais}} = \text{Número de animais que terão seus dejetos destinados ao biodigestor.}$$

$$\rho_{\text{esterco}} = \text{Densidade do esterco} = 500\text{kg}/\text{m}^3.$$

$$\text{Tem-se: } V_{\text{esterco}} = \frac{10 \times 350}{500} = 7\text{m}^3/\text{dia}.$$

Com base no volume de esterco, determina-se o tamanho do biodigestor por meio do volume de carga, conforme Equação (3).

$$V_{\text{carga}} = V_{\text{esterco}} + V_{\text{água}} \quad (3)$$

em que:

$$V_{\text{água}} = \text{Volume de água.}$$

Sabendo-se que a relação $V_{\text{água}}/V_{\text{esterco}}$ para bovinos é de 1:1, considera-se o volume de água igual ao volume de esterco.

$$\text{Assim, têm-se: } V_{\text{carga}} = \left(\frac{10 \times 350}{500} \right) + \left(\frac{10 \times 350}{500} \right) = 14 \text{ m}^3/\text{dia}.$$

O sistema deverá ter um tanque acumulador antes do biodigestor, que receberá as proporções de matéria orgânica e água a serem misturadas. O tanque acumulador terá volume de um dia de carga, acrescido de 10%, somando, assim, um volume de $15,4 \text{ m}^3$.

De modo a atender esse volume, foram escolhidas as dimensões de $2,8 \times 2,8 \times 2 \text{ m}$ (LxCxP) para o tanque. Para cobrir as quatro laterais do tanque mais o seu fundo, serão necessários $30,24 \text{ m}^2$ de manta impermeabilizadora. Para garantir a fixação, são

adicionados 0,5 m de manta a cada lado, o que leva à necessidade de 35,84 m² de manta impermeabilizadora para cobrir o tanque acumulador.

No dimensionamento do biodigestor, deve ser considerado o tempo de retenção hidráulica que, para esterco de bovinos, é 35 dias. Multiplicando o tempo de retenção ao volume de carga (V_{carga}), definido pela Equação (3), estima-se a necessidade de um biodigestor de 490 m³.

Partindo desse dado inicial, o biodigestor é, então, planejado com as seguintes dimensões: 8x13x5 m (LxCxP), totalizando 520 m³.

Para cobrir as quatro laterais do biodigestor mais o seu fundo, são necessários 314 m² de manta impermeabilizadora de PVC flexível. Para garantir a fixação, são adicionados 0,5 m de manta a cada lado, o que leva à necessidade de 335 m² de manta impermeabilizadora para cobrir totalmente o biodigestor.

A caixa de saída, destinada ao armazenamento do lodo e do biofertilizante extraídos do biodigestor, deverá ter um volume de, aproximadamente, três vezes o volume de carga (V_{carga}), totalizando 42 m³.

4.1.2 Dimensionamento do gasômetro

O gasômetro, destinado à alocação do biogás à medida que é gerado, assim como o revestimento do biodigestor, pode ser feito com lona de PVC flexível. A capacidade volumétrica do gasômetro é planejada para acumular a produção de um dia de biogás sem utilização e, portanto, possuirá 161,87 m³, definido pela Equação (1).

Como o insuflamento do gasômetro gera um sólido semelhante a um domo, foi utilizado o *software* de CAD 3D *SolidworksPremium* 2010 para elaborá-lo, com dimensões de largura e comprimento, 8 m e 13 m, respectivamente. Tais dimensões são aplicadas ao biodigestor e adotou-se uma altura de 4 m, para obter uma capacidade volumétrica de 184,89 m³, superior, portanto, aos 161,87 m³ necessários. Com base no sólido gerado, estima-se que a lona necessária para cobrir o gasômetro seja de 143,98 m² e, adicionando 0,5 m a cada borda, obtém-se a área necessária de 164,98 m² de lona. A seguir, a Figura 1 representa o modelo em CAD.

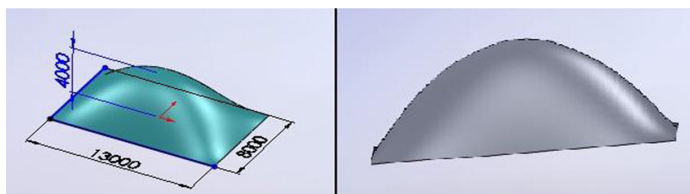


Figura 1 Perspectiva tridimensional do gasômetro

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para o caso de o volume no gasômetro ultrapassar o volume planejado, devido a paradas para manutenção no grupo gerador ou produção excedente, o biogás deverá ser destinado a um queimador (*flare*), de modo a queimar o biogás sem enviá-lo diretamente à atmosfera.

4.1.3 Seleção do grupo motor-gerador

Por orientação de fabricantes, foi selecionado o grupo-gerador modelo GYAN13 Prime, da empresa ER-BR –Energias Renováveis, com potência de até 9 kVA/7 kW, a partir da queima de 7m³/h de biogás, sendo utilizado, portanto, por, aproximadamente, 23h/dia, já que o volume produzido diariamente será de 161,87 m³ de biogás, gerando cerca de 4.978 kWh/mês.

Antes da entrada do biogás no grupo gerador, instala-se um filtro de carvão ativado, para retirar gás sulfídrico (H₂S) do gás, além de um filtro coalescente, para diminuição da umidade. No entanto, não será necessária a instalação de um compressor na linha, pois o grupo gerador estará distante 20 m do biodigestor. Recomenda-se apenas que o grupo gerador esteja em nível superior ao biodigestor, para facilitar o escoamento do gás.

4.1.4 Seleção da bomba, das tubulações e válvulas do sistema

A bomba centrífuga selecionada para enviar a mistura esterco/água do tanque acumulador ao biodigestor é do modelo MCI-RE, da marca Schneider, feita em aço inoxidável, projetada para ser empregada em sistemas de tratamento de efluentes.

Admitindo como ponto crítico de bombeamento o momento no qual o tanque acumulador está em seu nível limite inferior, a 2,0 metros de profundidade, foi determinado, com base na curva do sistema e da bomba, que o ponto operacional do sistema possuirá carga líquida de 8,78 m.c.a e vazão volumétrica de 8,7 m³/h, para a bomba modelo MCI-RE, de 0,368 kW.

Para atender a demanda diária, a bomba deverá ser acionada por, aproximadamente, 1,61 h/dia, não apresentando assim um consumo relevante, se comparado à energia gerada pelo motor-gerador.

As tubulações e conexões que ligarão o tanque acumulador ao biodigestor, transportando a mistura água/esterco, e o biodigestor à caixa de saída, podem ser feitas em PVC de 25,4 mm e 150 mm para esgoto, respectivamente (WINROCK, 2008). As tubulações e conexões para o direcionamento do biogás ao motor podem ser de PVC para água, com diâmetro de 40 mm (WINROCK, 2008).

Serão utilizadas seis válvulas de PVC no sistema: quatro válvulas de esfera (VE) e duas válvulas-borboleta (VB), antes do queimador e do grupo gerador, conforme apresentado na Figura 2, que demonstra o posicionamento das válvulas no sistema.

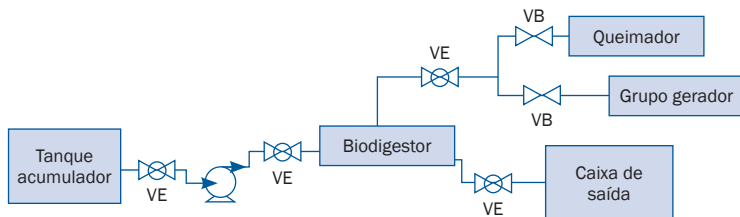


Figura 2 Esquema simplificado do sistema de geração de energia elétrica a partir do biogás

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2 Análise econômica

Para determinação dos custos envolvidos no projeto, foram utilizadas cotações de preços de equipamentos e serviços de diversas empresas. Os custos relacionados a biodigestor, queimador, tubulações e conexões, bomba centrífuga, grupo gerador e aqueles referentes à instalação dos equipamentos somam R\$ 63.600,00.

Além disso, haverá um custo fixo com a manutenção dos equipamentos, que corresponde a 3% do custo total ao ano (informação pessoal)¹. Devido ao custo de manutenção ser anual, é adicionada ao seu valor uma taxa inflacionária de 4,74% (a.a.), referente à média da inflação entre os anos de 2005 a 2010 no Brasil, totalizando um custo, para os próximos dez anos, de R\$ 30.052,47.

4.2.2 Receita gerada pelo empreendimento

Por meio da geração energética de, aproximadamente, 4.978 kWh/mês, admite-se que a receita da geração de energia a partir do biogás provenha de duas fontes. Uma é a economia por deixar de consumir a energia comprada da concessionária e a outra receita provém da venda da produção energética excedente.

A economia gerada por não adquirir energia da concessionária totaliza R\$ 2.244,82/ano. Isso corresponde a um consumo energético médio mensal a um custo de 0,182044 R\$/kWh, na propriedade de 1.027,6kWh. Estima-se, ainda, uma receita anual de R\$ 6.968,50 provenientes da venda da energia excedente, o que totaliza 3.950,4 kWh/mês, a um valor de R\$ 0,147 kWh (DANTAS FILHO, 2009).

Aplicando uma taxa inflacionária de 12,84% a.a., referente à inflação do valor da energia elétrica no setor rural, estima-se que o empreendimento gere uma receita, ao longo dos próximos dez anos, de R\$ 168.465,32, com um *payback* simples de 6,04 anos

¹ Informação pessoal obtida de V. Pecora, especialista em biogás do Centro Nacional de Referência em Biomassa (Cenbio), em São Paulo, 16 de agosto de 2011.

e um *payback* descontado, utilizando como taxa mínima de atratividade a taxa de 11,59%, aplicada a títulos do tesouro nacional, de 8,82 anos, registrando, assim, uma taxa interna de retorno de 14% para os próximos dez anos.

4.3 Análise ambiental

Um ponto importante quando se analisa o tratamento de efluentes é relatar o volume de gás metano que deixará de ser enviado à atmosfera. Esse cálculo pode ser realizado por meio da Equação (4) (CETESB, 1998).

$$\begin{aligned} \text{Metano}[\text{kgCH}_4/\text{mês}] &= K \times 30 \text{ dias} \times n^\circ \text{ cabeças} \\ &\times E_t \times P_b \times \text{ConcentraçãoCH}_4 \times \text{VE}^{-1} \end{aligned} \quad (4)$$

em que:

E_t = Esterco total = 10,000 [kg/(dia.nº de animais)].

P_b = Produção de biogás = 0,060 [$\text{kg}_{\text{biogás}}/\text{kg}_{\text{esterco}}$].

Concentração CH_4 = Concentração de metano no biogás = 60,000 [%].

VE = Volume específico de metano = 0,370 [$\text{kgCH}_4/\text{m}^3\text{CH}_4$].

K = Referente à coleta de 90% dos dejetos = 0,9 (adimensional).

Assim, tem-se: Metano = 1.258,7 $\text{kgCH}_4/\text{mês}$ = 15.104,40 kgCH_4/ano .

Como o gás metano é cerca de 20 vezes mais poluente que o dióxido de carbono, conclui-se que deixará de ser lançado na atmosfera o equivalente a 317,19 tCO_2/ano . Considera-se também que o tratamento e o aproveitamento dos dejetos dos 350 animais do Sítio São João poderão evitar o depósito de 2.520 m^3 de esterco anualmente no solo. Tal deposição prejudica seriamente o solo, os lençóis freáticos e os mananciais próximos à propriedade.

É importante ressaltar que o estudo de caso apresentado neste artigo foi desenvolvido apenas em contexto teórico, não tendo sido implantado na prática pelo Sítio São João.

CONCLUSÃO

O constante aumento da população humana tem levado à expansão de diversos setores econômicos e industriais, para atender à demanda cada vez maior por alimentos,

energia e vestuário, entre outros produtos. Nesse sentido, setores rurais, como a bovinocultura, que se baseia na criação de animais bovinos para destes extrair uma gama de produtos e subprodutos, têm se desenvolvido fortemente, gerando preocupação à sociedade quanto à gestão correta dos dejetos dessas criações.

Conforme apresentado, o incorreto manejo dos dejetos produzidos pelos bovinos pode acarretar efeitos ambientais em curto, médio e longo prazos, prejudicando o solo e poluindo mananciais, rios e reservas hídricas próximos à propriedade rural. Além disso, a decomposição da matéria orgânica emite metano à atmosfera, gás que contribui cerca de 20 vezes mais para o efeito estufa, se comparado com o dióxido de carbono. Para mitigar o impacto ambiental ocasionado por essas criações, a coleta e o tratamento dos dejetos, por meio de tecnologias de digestão anaeróbica, são capazes de gerar o biogás, que pode ser aproveitado para geração de energia térmica ou ser convertido em energia elétrica.

Foi estimado, por meio da análise técnica, que o Sítio São João, tem um potencial gerador em torno de $161,8 \text{ m}^3$ de biogás/dia, a partir do tratamento dos dejetos de 350 animais em um biodigestor de modelo canadense. O biogás gerado no processo poderá alimentar um grupo gerador de 9 kVA/7,2 kW, e a queima do biogás no grupo gerador, torna possível a geração de 4.978 kWh/mês. Assim, são consumidos, aproximadamente, 1.027,6 kWh/mês na propriedade e produzidos 3.950,4 kWh/mês de energia excedente, que poderão ser vendidos.

Por meio da venda da energia excedente e da economia com a energia consumida pelo sítio, planeja-se uma taxa interna de retorno (TIR) para o projeto de 14% nos próximos 10 anos. Isso torna o projeto com rentabilidade superior aos investimentos convencionais, como a caderneta de poupança e a compra de títulos do tesouro nacional, apresentando um *payback* simples em torno de 6 anos.

O fato de a propriedade rural deixar de enviar à atmosfera $15,1 \text{ tCH}_4/\text{ano}$ e de lançar 7 m^3 de dejetos diretamente ao solo demonstra as vantagens ambientais que o tratamento dos dejetos trará.

Conclui-se, portanto, que a utilização do biogás e o desenvolvimento de políticas e tecnologias nacionais necessitam ser expandidos, de modo a reduzir a emissão de metano à atmosfera e a contaminação de solos e reservas hídricas. Além disso, incentiva-se o desenvolvimento técnico e econômico do setor de equipamentos destinados à geração de biogás. Outra face importante está em colaborar com a geração de energia elétrica com a malha energética nacional, além de reduzir a necessidade de utilização de combustíveis fósseis, o que garante a manutenção de suas reservas por maior tempo.

UTILIZATION OF BIOGAS FROM ANIMAL WASTES FOR POWER GENERATION

Abstract

The territorial growth of rural areas, as resulted to increase of livestock sector, is bringing largest concerning, such as both deforestation to foster herds and the bad destination of the waste. This labor presents an alternative to use of the waste of cattle seeking the generation of biogas. The study of case, enables to compare both environment and economic between the current uses of waste as fertilizer and the new propose, which the manure must be collected and processed to, beyond of obtainment of biofertilizers at least biogas too, that can be converted in electricity to be used at estate.

Keywords: Biogas. Power generation. Animal waste.

REFERÊNCIAS

CETESB. Série Relatórios. São Paulo, 1998.

COELHO, S. T. et al. Geração de energia elétrica a partir do biogás proveniente do tratamento de esgoto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 11., 2006, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: PIPGE, 2006. 5 p.

COLDEBELLA, A. *Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para a geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)—Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2006.

DANTAS FILHO, P. L. *Análise de custos na geração de energia com bagaço de cana de açúcar: um estudo de caso em quatro usinas de São Paulo*. 2009. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Engenharia Química)—Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. *Boletim informativo*, Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em: <<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/bipers/bipers14.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2011.

ESTADÃO CONTEÚDO. País deve manter crescimento de 3% na produção de leite em 2013. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/revista/common/0,,emi331911-18530,00-pais+deve+manter+crescimento+de+na +producao+de+leite+em.html>>. Acesso em: 30 out. 2010.

FIGUEIREDO, N. J. *Utilização do biogás de aterro sanitário para geração de energia elétrica e iluminação a gás*. Estudo de caso. 2007. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Engenharia Elétrica)—Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007.

IANNICELLI, A. L. Reaproveitamento energético do biogás de uma indústria cervejeira. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)–Universidade de Taubaté, Taubaté, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2241>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

LINDEMAYER, R. M. *Análise da viabilidade econômico-financeira do uso do biogás como fonte de energia elétrica*. 2008. Trabalho de conclusão de estágio – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

LINHARES, A. C. S. *Análise da presença de um enfoque ambientalista em uma escola / faculdade de tecnologia na cidade de Curitiba*. Um estudo de caso baseado na ISO 14001. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)–Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008.

LIVORATTI, P. A. *Utilização do biogás proveniente da suinocultura como fonte de energia* – estudo de caso. 2009. Trabalho de conclusão de curso–Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DO BRASIL – MAPA. Projeções do agronegócio no Brasil 2009/2010 a 2019/2020. Brasília, 2010.

NASCIMENTO, M. A. R.; LORA, E. E. S. *Geração termelétrica: planejamento, projeto e operação*. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 631 p.

NISHIMURA, R. *Análise de balanço energético de sistema de produção de biogás em granja de suínos: implementação de aplicativo computacional*. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)–Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

PECORA, V. *Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP* – estudo de caso. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)–Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PECORA, V.; COELHO, S. T.; GOLDENBERG, J. *Perspectivas da utilização de biogás como fonte de energia*. Última revisão apresentada do livro “Biogás Final”. São Paulo, 2008.

SOUZA, C. F. Instalações para gado de leite. 2004. Disponível em: <<http://www.ufv.br/deal/ambiagro/arquivos/GadoLeiteOutubro-2004.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2011.

WINROCK. Manual de treinamento em biodigestão. Manual técnico, 2008.

Contato

Roberto Dante do Nascimento Grimello
robertodante2@hotmail.com