

PRODUÇÃO DE BIOGÁS COM DEJETOS DE VACAS LEITEIRAS COMO ALTERNATIVA DE REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Haroldo Wilson da Silva¹

1 INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira é uma atividade de grande relevância para o agronegócio e contribui positivamente para geração de renda e emprego direto, no entanto, um volume considerável de dejetos é gerado diariamente pela a pecuária leiteira, o que contribuem negativamente para a degradação ambiental.

Uma das alternativas possíveis para minimizar o impacto causado por esses dejetos no meio ambiente é a adoção da reciclagem desses resíduos por meio do processo da biodigestão anaeróbia. A biodigestão anaeróbia é um processo conhecido há muito tempo e seu emprego para a produção de biogás. A geração de biogás produz inúmeras vantagens, principalmente em relação ao meio ambiente, transformando dejetos causadores de poluição em energia útil a ser aproveitada, através da biodigestão.

O biogás obtido a partir do esterco animal é constituído, especialmente, por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), gás amônia (NH_3), sulfeto de hidrogênio (H_2S) e nitrogênio (N_2). O principal componente do biogás é o metano representando cerca de 60 a 80% na composição do total de mistura. O metano é um gás cujo efeito estufa é estimado em, no mínimo, 21 vezes a do CO_2 . De acordo, com Oliveira e Barbosa (2007) o setor pecuário foi o responsável por 18% das emissões de gases do efeito estufa, por 9% de todo gás carbônico, 37% do metano e 65% de todo gás nitroso emitido.

Em resumo, a produção de biogás, a partir dos dejetos bovinos de leite apresenta inúmeros benefícios e aplicabilidades, dentre os quais, constituem como ferramenta que atenua o impacto ambiental da produção de leite.

Assim, objetivou abordar a produção de biogás com o uso de dejetos da exploração leiteira, bem como, alternativa viável para redução dos impactos ambientais desta atividade.

¹Universidade Federal do Paraná. E-mail: haroldo@acgtec.com.br

2 A PECUÁRIA LEITEIRA NO BRASIL

Uma das peculiaridades do Brasil em relação à pecuária leiteira é que esta ocorre em todo o território nacional. Contudo, dada às dimensões continentais do país, devido às diferentes condições edafoclimáticas das diversas regiões, verifica-se uma ampla variedade nos sistemas de produção de leite. Nesses sistemas existem desde produtores rudimentares até aqueles altamente tecnificados (PACIULLO, HEINEMANN; MACEDO, 2005). De acordo com Viggiano e Bastos (2012) as diferentes condições climáticas presentes no país permitem aos produtores adaptarem a atividade de acordo com as peculiaridades de cada região.

A pecuária leiteira brasileira, em sua maior parte, enfrenta dificuldades atribuídas aos baixos níveis tecnológicos de pequenos produtores, ao alto custo de produção quando comparado ao pequeno porte aquisitivo da população, às baixas produção e produtividade do rebanho e a falta de política no setor (WEIVERBERG; SONAGLIO, 2010). No entanto, segundo Weiverberg e Sonaglio (2010) A produção leiteira é uma geradora de empregos, renda e tributos; esta atividade faz-se importante pelo uso constante de mão de obra além de ser o sustento de inúmeras famílias que vivem no meio rural.

O Brasil é o sexto maior produtor de leite do mundo e cresce a uma taxa anual de 4%, superior à de todos os países que ocupam os primeiros lugares. Respondemos por 66% do volume total de leite produzido nos países que compõem o Mercosul (CARVALHO; NOVAES; GOMES, 2003). Os principais produtores são os Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Goiás, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, que, em 2008, foram responsáveis por 81,7% do total produzido no País (BANCO DO BRASIL, 2010). De acordo com Pereira (2012) no período entre 2006 e 2010, o Brasil foi o segundo país em aumento absoluto na produção de leite, com 1,3 milhão de toneladas, ficando atrás apenas da Índia com 2,9 milhões de toneladas.

Em resumo, a importância que a atividade leiteira adquiriu no País é incontestável, tanto no desempenho econômico, como na geração de empregos permanentes, contudo, no Brasil, não há uma igualdade em níveis de produtividade entre as regiões brasileira, pois, ainda existem áreas de maior concentração da atividade leiteira, onde são destacadas as microrregiões mais produtivas, por exemplo, na Região Sul, há uma concentração de áreas mais produtivas, formando uma grande área de intensa atividade leiteira.

3 IMPACTOS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

Impactos ambientais são quaisquer modificações no meio ambiente (adversas ou benéficas) que resultem dos aspectos ambientais da organização. A ideia de impactos ambientais é quase sempre associada à geração de eventos indesejáveis, ou seja, agressões ao meio ambiente (MOURA, 2008, p.103). De acordo, com Moraes Filho (2009) os impactos ambientais são produzidos por atividades econômicas desenvolvidas na maioria das vezes nas grandes regiões industrializadas, mas também em atividades agrícolas no campo e extrativas.

Importante ressaltar que, quando as alterações causam impactos, são considerados como danos passivos de sofrerem rigores da Lei 10.1658 de 27 de dezembro de 2000, que altera a Lei 6.938/81. Conforme o inciso II do artigo 6º. da Resolução, o impacto ambiental pode ser POSITIVO (trazer benefícios) ou NEGATIVO (adverso), e pode proporcionar ÔNUS ou BENEFÍCIOS SOCIAIS. Não consta haver Lei brasileira definindo o que é DANO AMBIENTAL, o que é um contrassenso, porque há punição por dano ambiental (CONAMA, Resolução 001/1986. Brasília, 1986).

Dentro de uma visão abrangente que envolve todos esses problemas Segundo o Artigo 1º da Resolução n.º 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA:

Impacto Ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas, biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que afetem diretamente ou indiretamente: A saúde, a segurança, e o bem-estar da população. As atividades sociais e econômicas; A biota; As condições estéticas e sanitárias ambientais; A qualidade dos recursos ambientais (Resolução 01/1986 – CONAMA). (CONAMA, 1986).

Os diversos setores da produção animal começam a se mobilizar para atender a dois requisitos com o intuito de que seus produtos possam competir e para que tenham boa aceitação no mercado: questões legais e a exigência de mercado interno e externo (LUCAS JUNIOR; AMORIM, 2005). Esse princípio, entretanto, não é absoluto, os impactos da elevação das atividades de produção animal fazem-se sentir com maior intensidade sobre o meio ambiente, tanto no que diz respeito à degradação ambiental quanto para a qualidade de vida da população. De acordo com Leite, Silva e Henriques (2011) a produção animal interage com o meio ambiente de diversas formas, especialmente pela necessidade de água para a dessedentação e pela alimentação extraída do solo por meio de pastagens naturais ou cultivadas.

Em consequência, os impactos ambientais decorrentes das atividades agropecuárias são inevitáveis, mas, o desenvolvimento de uma agropecuária sustentável é necessário conscientizar o agricultor e o pecuarista sobre a conservação do ambiente (LEITE; SILVA; HENRIQUES, 2011). Embora, os impactos ambientais causados pela pecuária são incompreendidos por criadores de gado, pois esquece de que os recursos naturais são de necessidades supremas para o ser humano, sendo que sem ar e sem água não há vida, já que ninguém vive sem respirar e sem líquido (MATA, 2014). De acordo com Mata (2014) um exemplo de devastação ambiental é a criação de gado, situação que o cerrado é desmatado para dar lugar a grandes fazendas criadoras de gado.

Acrescentam que, os impactos ambientais negativos da produção animal são proporcionais à relação entre a intensidade com que a mesma é praticada e a

disponibilidade de recursos naturais (LEITE; SILVA; HENRIQUES, 2011). De acordo com Machado (2011) em sistemas de confinamento de bovinos leiteiros, um volume considerável de dejetos animais são gerados diariamente. Considerando o porte poluidor, a bovinocultura de leite é considerada de pequeno porte quando o número de cabeças estiver entre 200 até 1000 e requerem apenas a **Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF)** de 1000 a 2000 cabeças são considerados de médio porte. E acima de 2000 cabeças são considerados de grande porte e requerem as **licenças LP, LI e LO** para funcionarem. Quando o número de cabeças for inferior a 200 o empreendimento dispensa o licenciamento.

Em estudo realizado por Vianna e Mendes (2008), com base em dados das propriedades localizadas na região da Bacia Hidrográfica do Manancial Alagados que apresentavam atividades pecuárias, as quais haviam sido cadastradas anteriormente. Foi realizado um diagnóstico das atividades pecuárias desenvolvidas dentro da área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Manancial Alagados com a finalidade de avaliar o impacto ambiental das mesmas. Das propriedades visitadas, 57% apresentaram atividade leiteira e 12% apresentaram atividade suinícola. Em relação às leiteirias, os principais tratamentos de dejetos encontrados foram: fossa em alvenaria, presente em 32% das propriedades e fossa de terra presente em 27%. Assim, constata-se que uma grande parte das propriedades ainda apresenta fossas escavadas diretamente na terra. Se o solo não for bem compactado durante a implantação das mesmas, ocorre infiltração dos efluentes, o que pode ocasionar em contaminação dos corpos hídricos. As atividades de suinocultura e bovinocultura de leite são causadoras de impacto ambiental, pois são as mais praticadas dentro da área de abrangência da bacia hidrográfica. A suinocultura é mais impactante, pois mesmo estando em um número menor em termos de propriedades em relação à bovinocultura, o volume de dejetos produzidos é superior à mesma.

Em outro estudo realizado por Almeida de Sá (2012) numa propriedade de leite tipo B (normativa 51), na região de Presidente Prudente. O objetivo foi avaliar impactos ambientais numa propriedade leiteira, utilizando o método *Ad Hoc* de avaliação ambiental. Como o método adotado tende à subjetividade, foi decidido agrupar as análises ambientais, em questão, em meios físicos, biológicos e antrópicos. No **Meio Físico**, observou-se uma grande alteração na composição vegetal da área ciliar, que, por consequência, altera a dinâmica e a estrutura de solo nas bordas do curso d'água, levando a um assoreamento do mesmo, tendo como o desencadear principal o avanço das pastagens. No **Meio Biológico**, houve neste grupo uma tendência a efeito negativo (EN), problemático (P), longo prazo (LP) e irreversível (I). Esses resultados foram esperados, já que entre os vários sistemas existentes de exploração, as áreas de pastagens parecem ser um fator de impacto negativo muito grande para a vegetação nativa. No **Meio Antrópico**, este tópico segue uma tendência maior à divergência de resultados. Com relação à saúde pública, substâncias cloradas e organocloradas, materiais descartáveis, sanidade do rebanho, com exceção de excrementos animais, apresentam-se como efeito negativo (EN), longo prazo (LP), problemático (P) e efeito adverso

(EA). Em algumas regiões de produção em Presidente Prudente – SP, já são notáveis os comprometimentos e a degradação ambiental, o que foi observado na propriedade avaliada em questão.

Em resumo, de acordo com Almeida de Sá (2012) a proposta de gerenciamento ambiental, baseado no impacto que a bovinocultura de leite oferece, para o meio ambiente e os recursos hídricos, é relativamente nova e tem como lastro princípios de desenvolvimento sustentável. O que nos impõem refletir e a buscar soluções para amenizar tais impactos desta atividade sobre o meio ambiente.

4 EMISSÕES DE METANO PELOS RUMINANTES

Os animais ruminantes, por causa do processo digestivo de fermentação entérica, são reconhecidos como importantes fontes de emissão de metano para a atmosfera (PEDREIRA; PRIMAVESI, 2006). De acordo com Pedreira e Primavesi (2006) o principal fator condicionante da geração de metano a partir dos dejetos dos animais está relacionado com o tipo de manejo adotado para movimentação, estocagem e destino. Segundo, Amormino (2008) a produção animal é responsável por 29% da emissão de metano provenientes de atividade antrópicas, sendo 22% em decorrência da fermentação entérica e 7% do esterco animal. Abaixo na tabela 1 estão descritos a emissão de metano originário de dejetos da exploração animal.

Tabela 1. Cálculo da emissão anual de metano originário de dejetos da exploração

CH ⁴ de dejetos				
Animais	Ave	Suínos	Bovinos	Soma
Mundo	970	8.380,00	7.490,00	16.840,00
Brasil	56,2	292,78	1.012,70	1361,7
Brasil / Mundo	6%	3%	14%	8%

Fonte: Adaptado por Colatto e Langer (2012), citado por Santos & Nardi Junior, (2013).

Em virtude, desta Tabela 1, observa-se que a emissão anual de metano originário de dejetos animais é maior em suínos seguindo pelos bovinos, o que preocupa, devido ao aumento desses gases na Terra gerar um aumento na temperatura, ocorrendo as mudanças climáticas, pois o metano é um indutor do efeito estufa e não é solúvel. Desse modo, pode-se inferir que o efeito estufa vem aumentando as temperaturas, e conseqüentemente altera as condições do meio ambiente e desequilibra o meio ecológico.

É preciso, porém, acrescentar que, segundo Mata (2009) o efeito estufa conserva a temperatura da Terra em 33° embora o correto seria manter em 15°, a fim de que as ondas de calor não ficassem na atmosfera e sim fossem fazer um processo de irradiação, voltando para o espaço (MATA, 2009). Segundo, Mata (2009) as previsões para os próximos anos são desanimadoras, considerando que

o efeito estufa pode aumentar o nível do mar com o degelo das calotas polares, aumento de chuvas fora de época, calor insuportável e áreas consideradas férteis podem se transformar em desertos.

5 UTILIZAÇÕES DE BIODIGESTOR NA BOVINOCULTURA LEITEIRA

O impacto ambiental das práticas tradicionais de tratamento de resíduos sólidos tem motivado a busca de tecnologias e de infraestrutura compatíveis com o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida, dentre elas a utilização de biodigestor como alternativa de tratamento de dejetos de origem animal.

O biodigestor é um equipamento que se tem conhecimento a mais de dois séculos no mundo, porém, no Brasil, sua utilização dar-se a partir da década de 70. O biodigestor corresponde bem ao aproveitamento e tratamento de resíduos, na geração de energia e produção de biofertilizante. O princípio de funcionamento dos biodigestores se baseia no processo anaeróbio favorável ao desenvolvimento de bactérias anaeróbias.

Em estudo realizado por Ferreira e Silva (2009) com o objetivo de analisar as aplicações e potencialidades dos biodigestores no Campus Bambuí do Instituto Federal Minas Gerais – IFMG. Foram instalados dois biodigestores, um dos quais, no curral onde estão instaladas aproximadamente 50 vacas em lactação, e produz biogás que é utilizado em uma bomba para o funcionamento de irrigação do biofertilizante para um campo de pastagens. Foi comprovado benefícios financeiro e econômicos, podendo aproveitar o biogás para geração de energia elétrica, reduzindo os gastos que a Instituição tem naturalmente com este item. Quanto às potencialidades do equipamento, verificou a possibilidade da geração de energia.

5.1 Processos de biodigestão anaeróbica

A tecnologia de biodigestão anaeróbica na atualidade desperta o interesse de produtores por permitir o aproveitamento do esterco animal, não só para biogás como para biofertilizante, mas também devido à contribuição que tem dado para o tratamento adequado de dejetos, evitando a poluição dos recursos hídricos e a emissão de gases sobre a atmosfera.

Em virtude disso, o uso do processo de biodigestão anaeróbia permite dar novo destino ao resíduo recolhido, que muitas vezes é lançado nos rios ou armazenado em locais não apropriados (DALLA COSTA; COSSICH; TAVARES, 2004). Conforme Costa Amaral, Amaral e Lucas (2004) a biodigestão anaeróbia representa uma alternativa para o tratamento de resíduos, pois além de permitir a redução do potencial poluidor e dos riscos sanitários dos dejetos ao mínimo.

De uma maneira geral, a digestão anaeróbia é um processo biológico no qual uma elevada variedade de organismos, na ausência de oxigênio molecular, ocasiona a transformação de compostos orgânicos complexos em produtos mais simples como metano e dióxido de carbono (OLIVEIRA; TRAVARES; COSSIC, 2006). Segundo, Oliveira e Higarshi (2006) o metano gerado nos biodigestores pode ser aproveitado como fonte de energia térmica ou elétrica e usada em substituição aos combustíveis fósseis (GLP) ou à lenha, tendo como vantagem, ser uma fonte de energia renovável.

Em Resumo, a biodigestão anaeróbia representa uma atividade economicamente viável para os produtores, pois, a produção de biogás, é uma fonte de energia renovável que pode ser aproveitada na própria atividade agropecuária em substituição a outras fontes energéticas, reduzindo os custos da produção.

5.2 Produções de biogás com utilização de dejetos de vacas leiteiras

A produção animal é uma das atividades de grande impacto ambiental, tendo um grande potencial poluidor no que diz respeito aos recursos hídricos. Segundo, Machado (2011) o poder poluente dos dejetos gerados em uma propriedade é determinado pelo tipo de dejetos, volume e o grau de diluição, pois diferentes consistências exigem técnicas específicas de manejo, tratamento e distribuição.

O biogás é um produto resultante do processo de biodigestão anaeróbica no interior dos biodigestores através da utilização de resíduo animal diluídos em água. O resíduo animal resulta na produção de biogás, composto basicamente de metano (CH_4 -50 a 70%) e dióxido de carbono (CO_2 -30%). Na Tabela 2 é descrito a composição da mistura gasosa do biogás.

Tabela 2. Composição da mistura gasosa do biogás

Gases	Intervalo (%)
Metano (CH_4)	40 – 75
Hidrogênio (H_2)	1 – 3
Nitrogênio (N_2)	0,5 – 2,5
Oxigênio (O_2)	0,1 – 1
Ácido Sulfídrico (H_2S)	0,1 – 0,5
Amônia (NH_3)	0,1 – 0,5
Monóxido de Carbono (CO)	0 – 0,1

Fonte: Adaptado de Faria (2012), citado por Tietz, et al. (2014).

A utilização do biogás como recurso energético se deve principalmente ao metano, que quando puro e em condições normais de pressão e temperatura (CNTP, 00C e 1 atm) tem um poder calorífico inferior (PCI) de 9,9 kwh/m³ (MACHADO, 2011). Na Tabela 3 é demonstrada a produção de biogás em função do tipo de esterco.

Tabela 3. Produção de biogás em função do tipo de esterco

Material	Rendimento (m ³) de biogás por kg de material orgânico
Esterco fresco de bovino	0,04
Esterco seco de galinha	0,43
Esterco seco de suíno	0,35

Fonte: Nogueira (1986).

O rendimento de biogás por kg produzido com esterco bovino foi que o obteve menor rendimento de produção, no entanto, com esterco seco de galinha foi o que teve maior produção de biogás por kg, seguida do esterco seco de suíno. De igual modo, a Tabela 4, expressa a expectativa de produção de biogás por biomassa.

Tabela 4. Expectativa de produção de biogás por biomassa

Biomassa utilizada (Dejetos)	Produção de Biogás (A partir de material seco em m³. t -1)	Percentual de gás metano produzido
Bovinos	270	55%
Suínos	560	50%
Equinos	260	Variável
Ovinos	250	50%
Aves	285	Variável

Fonte: Adaptado por Colatto e Langer (2012), citado por Santos e Nardi Junior, (2013).

A produção de biogás por biomassa de diversas categoria animal descrita na Tabela 5, apresenta potencial superior com os dejetos de bovinos em relação aos demais, o que nos leva a crer no potencial desse dejetos para produção de biogás.

Estudo realizado por Costa do Amaral, Amaral e Lucas (2004) no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, tendo como um dos objetivos avaliar a produção e a qualidade do biogás produzido. Foram utilizados dois biodigestores, um modelo Indiano e outro modelo Chinês, que foram concebidos para operar de maneira contínua. O volume de biogás produzido diariamente nos biodigestores foi determinado medindo-se o deslocamento vertical dos gasômetros e multiplicando-se pelas áreas das seções transversais internas, 2,14m² e 3,50m², respectivamente. O potencial de produção de biogás por kg de estrume obtido no experimento foi em média 0,025m³. Já a produção de biogás por kg de sólidos voláteis adicionados esteve entre 0,12 e 0,15m³. Os resultados obtidos nas análises de sólidos totais e voláteis, bem como a produção de biogás (m³/dia), permitem concluir que o biodigestor modelo Chinês, operado com tempo de retenção hidráulica de vinte dias, foi o mais eficiente. Na Tabela 5 encontra-se valores descrito sobre a comparação entre biogás e outros combustíveis.

Tabela 5. Comparação entre biogás e outros combustíveis

Combustíveis	1 m³ de biogás equivale a
Gasolina	0,613 litros
Querosene	0,579 litros
Óleo diesel	0,553 litros
Gás de cozinha (GLP)	0,454 litros
Lenha	1,536 Kg
Álcool hidratado	0,790 litros
Eleticidade	1,428 KW

Fonte: Gaspar (2000), citado por Tietz, et al., (2014).

Outro estudo realizado por Blanco et al. (2014) na Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) – Campus de Marechal Cândido Rondon - PR, no período de 20 de maio a 12 de julho de 2013, objetivando o monitoramento de um biodigestor em escala experimental alimentado com dejetos de bovinocultura de leite juntamente com cama de aviário. O biodigestor experimental utilizado no estudo é um modelo vertical, de fluxo contínuo. No trabalho desenvolvido a média diária de entrada no biodigestor foi de aproximadamente $0,340 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$, que convertido em massa, através da densidade média do material ($1,012 \text{ g/ml}$), representa 344 kg de dejetos bovinos, nos quais se adicionavam 30 kg de cama de frango, totalizando 374 kg . A produção de biogás apresentou média diária de $3,94 \text{ m}^3$. A produção de biogás por unidade animal foi inferior ao encontrados por outros autores que estudaram a produção de biogás a partir de dejetos da bovinocultura de leite, obtendo-se assim uma relação m^3 de biogás por animal baixa.

Em outro estudo realizado por Weber, Zenatti e Feiden (2014) o local de estudo foi a Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná – campus de Marechal Cândido Rondon - PR. Objetivou analisar a produção de biogás em relação ao teor de sólidos voláteis dos dejetos ali produzidos. O estudo abrangeu os dejetos produzidos por aproximadamente vinte e quatro vacas leiteiras, que permaneciam no estábulo somente no período de ordenha, para alimentação. O biodigestor utilizado neste estudo é um modelo vertical, de fluxo contínuo, fabricado em fibra de vidro, da marca BioKöhler® Biodigestores, com tamanho de 20 m^3 . Dois medidores de biogás foram instalados, sendo um no fluxo normal de produção e outro em uma tubulação de escape. O primeiro medidor de gás contabilizou um total de $394,597 \text{ m}^3$ de biogás produzidos nos quatro meses de operação do biodigestor (de novembro de 2012 a fevereiro de 2013). A média de produção diária deste medidor foi de $3,378 \text{ m}^3$, com desvio padrão de $1,053 \text{ m}^3$. O segundo medidor de gás registrou uma perda total de biogás no valor de $2,253 \text{ m}^3$ durante as alimentações ocorridas entre 18/12/2012 e 02/03/2013, período no qual se disponibilizou do equipamento. Apesar de ser uma perda, pelo fato de este biogás não seguir o fluxo normal de produção, esse valor também é contabilizado, sendo então, a produção total de biogás a soma do produzido com a perda, totalizando $396,85 \text{ m}^3$, com média diária de produção de $3,408 \text{ m}^3$.

5.2.1 O biogás de dejetos de vacas leiteiras para geração de entrega elétrica

O biogás, por ser um combustível com elevado conteúdo energético, pode ser utilizado para a geração de energia em motores, turbinas a gás, microturbinas (TESTON, 2010). De acordo com Tietz et al. (2013) 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, em várias cadeias do agronegócio.

A conversão da energia química do biogás para energia elétrica é feita através da transformação em energia mecânica a partir da combustão num

motor, que ativa um gerador que converte a energia mecânica em energia elétrica (Teston, 2010). Segundo, Tietz, Soares e Santos (2013) para se transformar o biogás em energia elétrica é necessária a utilização de motores de combustão a gás e posteriormente um gerador de energia elétrica.

Estudo, realizado por Santos e Moraes (2009) na Escola Agrotécnica Federal no município de Muzambinho, no setor de Zootecnia III (Bovinocultura Leiteira), com a finalidade de verificar a possibilidade de aproveitamento do biogás para produção de energia elétrica, utilizando dejetos de bovinos, em biodigestores. O tipo de biodigestor que será implantado é o marinha ou lona neste estudo. Foi considerada uma média diária de 15 kg de dejetos sólidos por bovino leiteiro, em regime de confinamento, com capacidade produtiva de 0,6 m³ de biogás, totalizando 1020 kg de dejetos e 40,8 m³ de biogás. Considerando em 30% a eficiência do gerador, neste estudo, com 1m³ de biogás obteve-se a produção de 1,12 kWh diários por bovino. Os autores constaram no estudo a viabilidade técnica e econômica da implantação de biodigestores, para produção de energia elétrica, sendo possível uma produção superior às necessidades de consumo da EAFMUZ, podendo ser feita a venda da energia excedente a concessionária, no valor de R\$ 0,12/kWh, valor este aproximado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geração de biogás produz inúmeras vantagens, principalmente em relação ao meio ambiente, transformando dejetos de vacas leiteiras causadores de poluição em energia útil gerada pela utilização de biodigestores. No entanto, a geração de energia à atividade rural em questão está diretamente relacionada à quantidade de biogás que se produz e ao investimento destinado à construção do biodigestor, motores e geradores.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA DE SÁ, R. Avaliação dos impactos ambientais numa fazenda leiteira na Região de Presidente Prudente – SP. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 6, n. 1, p. 61-72, 2012.
- AMORMINO, T. C. F. Produção animal: alternativas sustentáveis frente à ameaça do aquecimento global. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL: mudanças climáticas, biodiversidade e uso sustentável de energia. 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008. v. 2. p. 157-173.
- BANCO DO BRASIL. **Desenvolvimento regional sustentável**: série cadernos de propostas para atuação em cadeias produtivas – Bovinocultura de Leite – Parte 1, Brasília, setembro de 2010.
- BLANCO, M. F. J.; ZENATTIL, D. C.; FEIDEN, A. et al. Produção de biogás a partir de dejetos da bovinocultura de leite e cama de aviário. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 3, n. 1, p. 14-27, 2014.

- CARVALHO, L. A.; NOVAES, L. P.; GOMES, A. T. et al. Sistema de produção de leite (Zona da Mata Atlântica), Embrapa: Gado de Leite, 2003.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Resolução 001/1986**. Brasília, 1986.
- COSTA DO AMARAL, C. M. C.; AMARAL, L. A.; LUCAS, J. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. **Ciência Rural**, Santa Maria/SC, v. 34, n. 6, p. 1897-1902, dez. 2004.
- DALLA COSTA, R. R.; COSSICH, E. S.; TAVARES, C. R. G. Utilização do processo de biodigestão anaeróbia na estabilização de resíduos de suínos. In: CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Anais... Costão do Santinho – Florianópolis – Santa Catarina**, 2004.
- FERREIRA, J. C. B.; SILVA, J. N. Biodigestor: aplicações e potencialidades: um estudo de caso do IFMG Campus Bambuí. In: SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFMG CAMPUS BAMBUÍ E JORNADA CIENTÍFICA, 2., 2009, Bambuí. **Anais... Bambuí-MG**, 2009.
- LEITE, S. P.; SILVA, C. R.; HENRIQUES, L. C. Impactos ambientais ocasionados pela agropecuária no Complexo Aluizio Campos. **Revista Brasileira de Informações Científicas**. v. 2, n. 2, p. 59-64. 2011.
- MACHADO, C. R. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de exposição ao ar**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Botucatu, SP: UNESP, 2011.
- MATA, J. O. S. **Impacto ambiental causado pela criação de gado na região centro-oeste do estado de Goiás**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Administração de Empresas) - União das Faculdades Alfredo Nasser, Goiás, 2009.
- MOURA, L. A. A. **Qualidade e gestão ambiental**. 5. ed. São Paulo: Atual, 2008. p. 103.
- MORAES FILHO, R. A. Sociedade e meio ambiente. In: ALBUQUERQUE, J.L. (organizador). **Gestão ambiental e responsabilidade social: conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo: Atlas, 2009.
- LUCAS JUNIOR, J.; AMORIM, A.C. Manejo de dejetos: fundamentos para a integração e agregação de valor. In: ZOOTEC, 2005 Campo Grande, MS. **Anais... Campo Grande**, MS, 2005.
- NOGUEIRA, L. A. **Biodigestão: a alternativa energética**. São Paulo: Nobel, 1986.
- OLIVEIRA, L. R.; BARBOSA, F. A. M. **Bovinoicultura de corte: desafios e tecnologias**. Salvador: EDUFBA, 2007.
- OLIVEIRA, M. S.; TRAVARES, C. R. G.; COSSIC, E. S. Processo integrado para tratamento e resíduos gerados na suinocultura. In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 2., 2006. **Anais... 2006**.
- OLIVEIRA, P.A.V.; HIGARASH, M. M. **Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006.
- PACIULLO, D. S. C.; HEINEMANN, A. B.; MACEDO, R. O. Sistema de produção de leite baseados no uso de pastagens. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Goiás, v. 1, n. 1, p. 88-106, ago. 2005.
- PEDREIRA, S. M.; PRIMAVESI, O. Impacto da produção animal sobre o ambiente.

- In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 497-511.
- PEREIRA, J. R. A. Evolução da produção de leite no Brasil nos últimos 40 anos. **Informativo Pioneer**, Santa Cruz do Sul, p. 16-19, out. 2012.
- SANTOS, E. L. B.; NARDI JUNIOR, G. Produção de biogás a partir de dejetos de origem animal. **Tekhne e Logos**, Botucatu, SP, v. 4, n. 2, ago., 2013.
- SANTOS, I. A.; MORAIS, M.A. Aproveitamento de biogás para geração de energia elétrica a partir de dejetos de bovinos leiteiros: um estudo de caso na EAFMUZ. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE RESÍDUOS ANIMAIS, 1., 2009, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC, 2009.
- TESTON, D. C. A produção de energia a partir de esterco bovino como solução ambiental para impactos gerados por sistemas intensivos de produção animal. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Gestão Ambiental e Negócios) -- Setor Energético do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. p. 1-45.
- TIETZ, C. M.; SOARES, P. R. H.; SANTOS, K. G. Produção de energia pela biodigestão anaeróbia de efluentes: o caso da bovinocultura. **Revista Acta Iguazu**, Cascavel, v. 2, n. 3, p. 15-29, 2013.
- VIANNA, O. V.; MENDES, J. C. R. Levantamento do impacto ambiental causado pelas atividades pecuárias localizadas na Região da Bacia Hidrográficas do Manancial Alagados, Paraná. In: ZOOTEC, 2008. João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa, PB, 2008.
- VIGGIANO, L. C. F.; BASTOS, S. Q. A. Fontes de crescimento da pecuária: uma análise para o Estado de Minas Gerais. In: SEMINÁRIO DA ECONOMIA MINEIRA, 15., 2012, Diamantina. **Anais...** Diamantina, 2012.
- WEBER, R.; ZENATTI, D. C.; FEIDEN, A. Produção de Biogás com relação ao teor de sólidos voláteis de bovinocultura de leite. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, p. 43-55, 2014.
- WEIVERBERG, S. L.; SONAGLIO, C. M. Caracterização da produção de leite no Estado de Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO SOBRE SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2010.