

Aproveitamento de Resíduos de Gado Leiteiro em Lagoa da Prata-MG como Fonte de Energia e sua Implicação Ambiental

OLIVEIRA, Flávio Soares*, FERREIRA, João Coutinho, EGUTE, Nayara dos Santos, BERGAMASCHI, Vanderlei Sérgio, ABRÃO, Alcídio, CARVALHO, Fátima Maria Sequeira

Resumo- O objetivo deste trabalho foi investigar os ganhos ambientais e energéticos com o aproveitamento dos resíduos de gado leiteiro no município de Lagoa da Prata-MG. Para este estudo realizaram-se trabalhos de campo, tanto para conhecer as fazendas produtoras de leite, principalmente as que possuem rebanho significante de gado, como para conhecer os aspectos ambientais das propriedades e seu entorno. Foram visitadas nove fazendas, onde se aplicou um questionário em cada uma delas para coletar dados de relevância energética e ambiental. Correlacionaram-se os dados obtidos em campo com o processo produtivo da pecuária leiteira e o consumo de energia. Notou-se que os ganhos com a utilização dos resíduos do gado poderão ser altos. Com esta utilização, além de se resolver a problemática dos resíduos, efluentes e poluições diversas geradas pela atividade na região, poderá haver o ganho energético com produção do biogás, pois este poderá ser convertido em energia.

Palavras Chaves: Águas, Aspectos Ambientais, Biogás, Conversão Energética, Energia Térmica, Eletricidade, Gado leiteiro, Minas Gerais, Resíduos Agropecuários, Rio São Francisco.

I – INTRODUÇÃO

O município de Lagoa da Prata localiza-se no centro oeste do Estado de Minas Gerais e pertence à micro região administrativa de Bom Despacho, inserido na bacia do rio São Francisco tendo altitude média em torno de 650m. Na figura 1 pode-se identificar a localização do município.

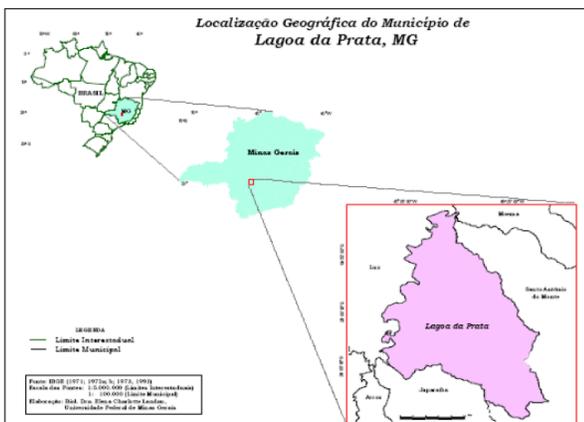


Figura 1 - Localização geográfica do município de Lagoa da Prata. Fonte: Elena Charlotte Landau

A região é considerada um dos conjuntos de paisagens bem

alteradas pela ação humana, principalmente pelas atividades de agricultura e agropecuária, necessitando de medidas de preservação e controle ambiental em suas atividades econômicas. Todos os impactos ambientais negativos exercidos na região comprometem a calha do rio São Francisco.

A região é uma das grandes bacias leiteiras de Minas Gerais, sendo o município de Lagoa da Prata responsável pelo beneficiamento de aproximadamente um milhão de litros de leite diários. As reses se alimentam constantemente para obtenção de maior quantidade de leite e a ordenha acontece duas vezes ao dia. A criação e manejo do gado leiteiro se dão em boa parte em regime confinado.

I. 1- Aspectos do agronegócio do leite

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CNA) citado por FAGUNDES (2003), no ano de 2002, o Brasil foi o quinto maior produtor de leite do mundo, respondendo por cerca de 66% do volume total de leite produzido pelos países que compõem o Mercosul e 5,3% da produção mundial. Em 2002, o valor bruto da produção agropecuária foi de 139 bilhões de reais, dos quais aproximadamente 86,5 bilhões são de produtos agrícolas, sendo que 52,5 bilhões são de produtos pecuários, tendo o leite uma posição de destaque, com um valor de, 16,5 % do valor bruto da produção pecuária, superado apenas pelo valor da produção da carne bovina.

A produção de leite, em 2007, foi estimada em 26,4 bilhões de litros, gerando um valor bruto da produção de aproximadamente 15 bilhões de reais. A sazonalidade da produção de leite é tema de grande importância para o setor por suas implicações nos vários agentes presente na cadeia produtiva do leite (Junqueira, 2008).

O leite está entre os seis primeiros produtos mais importantes da agropecuária, ficando atrás, somente da carne bovina, soja, carne de frango, cana de açúcar e do milho, mas por sua vez, a frente de produtos tradicionais da agricultura brasileira como o café beneficiado, arroz e carne suína. De acordo com o MME (2003) em 2002, o setor agropecuário representou 7,4% do PIB nacional, contra 35,4% do setor industrial e 57,2% do setor de serviços, porém, apresentou o maior índice de crescimento neste ano, chegando a 5,8 %, contra 1,5 % da indústria e do setor de serviços.

I.2- O biogás

O biogás é também conhecido como gás dos pântanos ou

gás de esgoto por ser naturalmente produzido nestes ambientes. Estima-se que a formação de metano seja responsável pela mineralização de 5 a 10% de toda a matéria orgânica disponível na terra. O cheiro característico do biogás se deve à presença de gás sulfídrico, que funciona como um indicador de vazamento, quando se utiliza o biodigestor para produção de energia de uso doméstico.

O biogás é composto de cerca de 50 a 70% de metano e de 30 a 50% de dióxido de carbono, com traços de gás sulfídrico, hidrogênio, nitrogênio etc. Metano e dióxido de carbono representam 99% do volume total do biogás e desta fração apenas o metano é combustível. O metano puro possui um poder calorífico de 8.703 Kcal/m³. Considerando-se um biogás com 60% de metano este apresentaria um poder calorífico de 5.222 kcal/m³, podendo ser utilizado em substituição aos derivados de petróleo, à lenha, álcool etc. [NETO, 2006]. A tabela 1 demonstra a composição típica de biogás produzido por digestão anaeróbia.

Tabela 1- Composição típica do biogás

Gás	Volume/ m ³ de biogás (%)	Fórmula Química
Metano	55 - 75	CH ₄
Dióxido de Carbono	25 - 45	CO ₂
Nitrogênio	0 - 3	N ₂
Hidrogênio	0 - 2	H ₂
Oxigênio	0 - 0,1	O ₂
Gás Sulfídrico	0 - 1	H ₂ S

Fonte: Nogueira, 1986.

A produção de biogás emprega tecnologia simples e barata, sendo fundamentada na anaerobiose. A ausência de oxigênio é obtida com a construção do biodigestor que se trata de um recipiente fechado construído em alvenaria, concreto, ferrocimento, fibra de vidro etc., onde é colocada a matéria prima a ser digerida. Qualquer matéria orgânica pode ser utilizada para a produção do biogás, entretanto, em uma utilização racional do biogás, devem-se observar parâmetros operacionais, econômicos e adaptar o tipo de biodigestor a ser empregado com a natureza da matéria orgânica.

1.3- Utilização de resíduos de gado leiteiro para obtenção de biogás

As fontes de energia não convencionais apresentam-se restritas a um determinado local, mas mostram-se eficientes e

com a grande vantagem de serem renováveis e não poluidoras. A não exploração destas fontes de energia se deve principalmente ao seu pequeno porte e à transferência de responsabilidade de seu funcionamento para o usuário, que prefere comprar um botijão de gás a alimentar um biodigestor sem uma análise econômica do processo [NETO, 2006].

Com a instalação de biodigestores, os empreendimentos locais irão ganhar com controle ambiental, com o aproveitamento do resíduo para geração de insumos agropecuários, energia e possivelmente com os créditos de emissões reduzidas(CERs), estabelecidos no mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) [UNFCCC,2001, MCT, 2002].

II- EXPOSIÇÃO DO PROBLEMA

O regime de criação de vacas leiteiras se dá de maneira confinada ou semi-confinada. O rebanho além de se alimentar duas vezes diariamente, fica reunido próximo ao local de ordenha, que é realizada pela manhã e ao final de cada dia, é possível observar através das figuras 2 e 3 estes ambientes onde o gado se encontra em boa parte do dia.

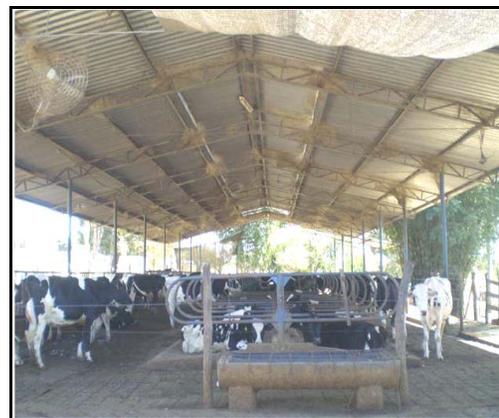


Figura 2 - Vacas estabuladas



Figura 3- Vacas na ordenhadeira

Nestes locais os animais ficam boa parte do tempo para se alimentar e dessedentar, tendo como consequência a geração de resíduos em grandes quantidades reunidos em um mesmo local. Observa-se na figura 4 que se torna possível

aproveitar o resíduo gerado diariamente no ambiente de ordenha, pois ao se higienizar o piso através da raspagem e lavagem, toda biomassa pode ser conduzida por gravidade para um sistema de biodigestão, facilitando o recolhimento para o seu aproveitamento.



Figura 4 - Resíduo gerado em ordenha

Na figura 5, notam-se os resíduos dispostos de forma inadequada no solo, podendo comprometer todo o meio ambiente local regional, uma vez que podem ser carregados para os corpos aquáticos na região.



Figura 5 - Resíduo disposto no solo

Na figura 6, mostra-se a localização das fazendas, na região de Lagoa da Prata em MG. Pode-se observar que estão próximas a rios que são tributários do Rio São Francisco. O gerenciamento dos resíduos de forma inadequada poderá acarretar poluição hídrica, pois estes resíduos são ricos em fósforo e nitrogênio, principais nutrientes de aporte da eutrofização e ao mesmo tempo aumentar a Demanda Bioquímica de Oxigênio dos mesmos, comprometendo o Índice de Qualidade das Águas, IQA, na região.

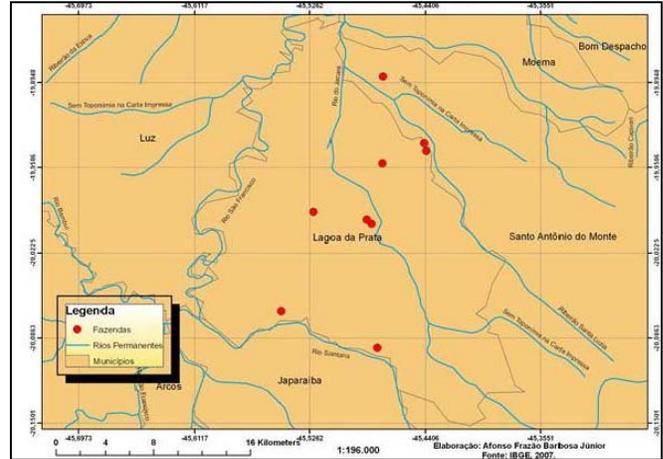


Figura 6 – Mapa de localização das fazendas e dos rios

Assim, esta grande quantidade de resíduos orgânicos requer tratamento correto para reduzir a poluição e a contaminação local.

Usar digestores anaeróbicos para processar estes resíduos orgânicos torna-se uma opção atrativa, uma vez que o processo de digestão anaeróbia pode estabilizá-los biologicamente e produzir biogás para fins energéticos. O biogás pode ser usado como uma fonte de combustível renovável para produzir eletricidade e calor.

Em um confinamento de 100 vacas, um biodigestor pode produzir um volume de 118 m³ de biogás. Este volume é suficiente para o funcionamento de um grupo gerador de 15 kVA e atender, com energia elétrica, a demanda da ordenhadeira, do resfriador de leite, do triturador, do desintegrador, do misturador de ração e da bomba d'água. A demanda total de biogás do grupo gerador para funcionar estes equipamentos foi estimada em 85,3 m³ de biogás, o que pode ser suprido com folga pelo biodigestor (HARDOIM & GONÇALVES, 2000). Nas figuras 7 e 8 observa-se, respectivamente, o resfriador e ordenhadeira de leite em uma das fazendas visitadas.



Figura 7- Resfriador de leite



Figura 8- Ordenhadeira

III – METODOLOGIA

Para este estudo realizaram-se trabalhos de campo, tanto para conhecer as fazendas produtoras de leite, principalmente as que possuem rebanho significativo de gado, como para conhecer os aspectos ambientais das propriedades e seu entorno. Foram visitadas nove fazendas e aplicou-se um questionário a cada uma delas para se coletarem dados de relevância energética e ambiental. A partir destes dados foi possível traçar um projeto de pesquisa mais detalhado para realizar a investigação dos ganhos ambientais com a utilização dos resíduos de gado leiteiro para fins energéticos no município de Lagoa da Prata. Na figura 9 apresenta-se o modelo de questionário aplicado para obter dados primários da pesquisa.

Ministério da Ciência e Tecnologia Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares  	
CENTRO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL E HIDROGÊNIO Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Nuclear e Materiais	
Projeto de Pesquisa Biodigestão Anaeróbia de Resíduos Agropecuários de Bovinos Confinados no Município de Lagoa da Prata-MG: Quantidade e Qualidade Energética do Biogás	
Dados Gerais	
Código da fazenda:	
1- Nome da propriedade:	
2- Proprietário:	
3- Endereço:	E-mail:
4- Telefone:	
Coordenadas Geográficas	
Latitude:	Longitude:
Dados Específicos	
5- Área da Propriedade (Ha):	
6- N° de Cabeças de Gado Adulto:	
7- Quantidade de Leite Diário Produzido (Litros):	
8- Quantidade de Alimentação Bovina Diária (Kg):	
9- Como a Alimentação é Preparada:	
Forrageira () Misturador Mecânico () Outros ()	
10- Adubação:	
Quantidade (kg):	tipo: Químico () Natural ()
11- Possui ordenha mecânica:	
12- Possui refrigeração:	
13- Quantidade de Energia Elétrica Consumida (Kw):	
14- Destino do Resíduo Produzido:	
15- O Resíduo Passa por Algum Tipo de Tratamento?	
16- Se a Resposta for Sim Para a Pergunta Anterior, Especificar O Tipo:	
17- Abastecimento de água:	
Poço () Nascente () Rio () Lago () Outro()	
18- Observações:	

Figura 9- Questionário Aplicado nas Fazendas

IV- RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os dados obtidos em campo pôde-se notar a dimensão da problemática da pecuária leiteira no município de Lagoa da Prata, Os resultados são apresentados na na tabela 2.

Calculou-se o volume de resíduo gerado diariamente nas fazendas a partir de estudos realizados por Nogueira (1986), onde o autor estima que uma vaca adulta confinada produz uma média de 15 kg de resíduos por dia, podendo este volume ser maior dependendo da raça e do tipo de alimentação do rebanho.

Tabela 2- Dados de relevância ambiental obtidos em campo

DADOS DE RELEVÂNCIA AMBIENTAL OBTIDOS EM CAMPO				
Propriedades	Área em ha	Cabeças de Gado	Resíduos (Kg/dia)	Consumo de água (m ³ /dia)
Fazenda 01	160	470	7.000	30
Fazenda 02	65	165	2.500	30
Fazenda 03	259	265	4.000	30
Fazenda 04	24,5	80	1.200	20
Fazenda 05	300	140	2.100	20
Fazenda 06	210	300	4.500	30
Fazenda 07	27	90	1.350	30
Fazenda 08	98	150	2.250	30
Fazenda 09	230	200	3.000	30

Observa-se o quanto é expressivo o volume de resíduos gerados diariamente pelo rebanho nas fazendas estudadas e que s são dispostos sem qualquer tratamento prévio no solo.

A quantidade de água consumida também é grande, pois como o rebanho se alimenta constantemente com rações ricas em sais, isso faz com que as vacas bebam muita água no decorrer do dia, eliminando-a junto com os resíduos. Isso torna a consistência do resíduo ideal para ser canalizado a um biodigestor próximo ao curral e ser biodigerido, gerando biogás, biofertilizante e conseqüentemente tratando os resíduos.

Na tabela 3, é possível ver a quantidade de equipamentos energointensivos comuns à pecuária leiteira.

Tabela 3- Equipamentos Energointensivos

Equipamentos Energointensivos nas Fazendas
Refrigeradores
Compressores
Ordenhadeiras
Aquecedores de água
Forrageiras
Misturadores
Bombas d'água

Os equipamentos listados acima são de uso constante e intensivo nas fazendas, gerando um alto consumo de energia

elétrica e térmica. O consumo mensal médio de energia elétrica ocasionado pelo uso destes equipamentos pode ser observado no gráfico abaixo.

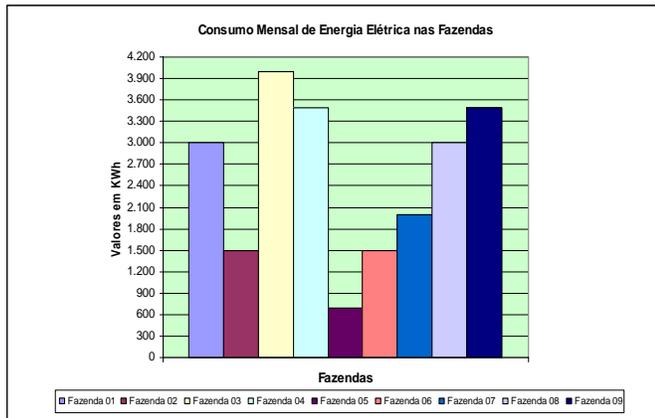


Figura 10 – Gráfico do consumo mensal médio de energia elétrica nas fazendas visitadas

No gráfico pode-se observar como é alta a demanda de energia elétrica em empreendimentos agropecuários.

V – CONCLUSÃO

Devido à existência de grande quantidade de resíduos orgânicos oriundos dos dejetos do gado leiteiro confinado, o biogás produzido a partir de biodigestores, poderá proporcionar a produção de eletricidade no local, reduzindo os gastos das fazendas com energia elétrica, principalmente em processos de aquecimento e resfriamento, indispensáveis à boa qualidade do leite.

Assim, a construção de biodigestores, além de resolver a problemática dos resíduos, efluentes e poluições diversas causadas pela atividade, proporcionará uma auto-suficiência energética aos produtores de leite da região de Lagoa da Prata.

Uma série de pesquisas complementares está sendo realizada para avaliar o valor energético do resíduo por meio de caracterizações químicas do biogás obtido na biodigestão destes rejeitos, através de ensaios em laboratório.

VI- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Periódicos:

[1] JUNQUEIRA, Rafael V. Bastos, **Análise da sazonalidade da produção de leite no Brasil, Minas Leite, Nov.2008.**

[2] MIRANDA, João Eustáquio Cabral, **Análise da sazonalidade da produção de leite no Brasil, Minas Leite, Nov.2008.**

[3] ZOCCAL, Rosângela, **Análise da sazonalidade da produção de leite no Brasil, Minas Leite, Nov.2008.**

Livros:

[4] NETO, A. P., **Biodigestor, uma alternativa**

energética, Gráfica Mundial, João Pessoa-PB, 2006.

[5] NOGUEIRA, L.A.H., **Biodigestão: a alternativa energética, Ed. Nobel, São Paulo, 1986.**

Artigos Apresentados em Eventos:

[5] FAGUNDES, M. H. **Leite : Situação atual e perspectivas para o setor.** Conjunturas Agropecuárias, Estudos Especiais. Brasília: CONAB, 2003. 32p

[6] GONÇALVES, A. D. M. A. **Avaliação do Potencial do Emprego do Biogás nos Equipamentos Utilizados em Sistemas de Produção de Leite.** Anais do 3º Encontro de Energia no Meio Rural. Campinas, SP. 12-15 de setembro de 2000. p.70.

[7] HARDOIM, P. C. **Avaliação do Potencial do Emprego do Biogás nos Equipamentos Utilizados em Sistemas de Produção de Leite.** Anais do 3º Encontro de Energia no Meio Rural. Campinas, SP. 12-15 de setembro de 2000. p.70.

Tese:

[8] JORDAN, Rodrigo Aparecido, **Desenvolvimento de uma bomba de calor água-água acionada a biogás para utilização em processos de aquecimento e resfriamento em sistemas de produção de leite.** Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Relatório Técnico

[9] MCT- Ministério da Ciência e Tecnologia – **“O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL: Guia de Orientação” - Coordenação-geral Ignez Vidigal Lopes. Fundação Getulio Vargas, 2002. RJ. 90**

VII- BIOGRAFIA DOS AUTORES

Flávio Soares de Oliveira*

flaviosol@gmail.com

Graduado em Tecnologia em Controle Ambiental pelo CEFET-RN, Mestrando em Ciências e Tecnologia Nuclear pela Universidade de São Paulo, atuando na área de aproveitamento de resíduos agropecuários para obtenção de biogás.

Nayara dos Santos Egute

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Nove de Julho (2006). Aluna de Mestrado do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN.

João Coutinho Ferreira

Possui mestrado em Ciências pela Universidade de São Paulo (2004). Atualmente é Técnico III da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Analítica.

Alcídio Abrão

Possui graduação em Química pela Universidade de São Paulo (1951), doutorado em Química (Química Analítica) [Sp-Capital] pela Universidade de São Paulo (1971) e pós-doutorado pela (1961) . Tem experiência na área de Química , com ênfase em Química Inorgânica. Atuando principalmente nos seguintes temas: Extração com solventes, Aminas, Tiouréia.

Vanderlei Sérgio Bergamaschi

Doutor em Tecnologia Nuclear na Área de Materiais pela Universidade de São Paulo e Pesquisador da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Atualmente atua no desenvolvimento de novos catalisadores metálicos, para utilização na geração de hidrogênio a partir de fontes renováveis. O hidrogênio obtido será utilizado nas Células a Combustível, para geração de energia.

Fátima Maria Sequeira de Carvalho

Possui graduação em Química pelo Instituto de Química Universidade de São Paulo (1977), mestrado em Química Analítica pelo Instituto de Química Universidade de São Paulo (1989) e doutorado em Química Analítica pelo Instituto de Química Universidade de São Paulo (1996). Atualmente é professora da Universidade de São Paulo e pesquisadora titular do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Tem experiência na área de Química e Tecnologia Química, atuando principalmente nos seguintes temas: separação e purificação de elementos, ciclo do combustível nuclear, reforma de combustíveis renováveis para obtenção de hidrogênio para uso em célula a combustível.