

PEQUENOS REATORES BIOLÓGICOS UMA ALTERNATIVA ENERGÉTICA NO CAMPO

Everaldo Pinto Conceição & Claudio Benedito Alves
Universidade Estadual Paulista- Faculdade de Ciências e Tecnologia
(Depto. De Planejamento) Estado de São Paulo- Brasil.
Odival Fachenda (CEUD/UFMS)

RESUMO

No presente trabalho objetivou construir um sistema simples de produção de biogás em reatores de batelada de pequeno porte (0,2 m³).

Sua utilização destina-se a pequenas propriedades rurais como fonte produtora de energia, saneamento básico e produção de biofertilizante.

O custo operacional desse sistema é muito baixo e os benefícios oriundos desse processo incentivam o pequeno produtor rural a utilizá-lo com maior frequência.

Foram estudados parâmetros importantes no processo de digestão anaeróbia tais como pH, temperatura interna, período de retenção e produção de biogás.

Os resultados obtidos no estudo de 3 substratos (Bovinos, Suínos e Aves) foram altamente satisfatórios se comparados com a literatura, viabilizando sua recomendação a pequenos produtores, modificando a matriz energética a través do aproveitamento dos resíduos orgânicos disponíveis na propriedade.

INTRODUÇÃO

A necessidade da energia no meio rural é uma constante em toda exploração agropecuária. No entanto o pequeno produtor com pequeno investimento tem condições de criar um sistema integrado dentro de sua propriedade, de tal forma a utilizar resíduos de sua atividade, produzindo ele mesmo parte da energia que consome.

Uma forma de aproveitamento dos resíduos disponíveis é a través do uso de pequenos reatores biológicos, resultando em biogás na forma de CH₄ e biofertilizante, além de um efetivo controle sanitário.

O custo operacional desse sistema é muito baixo e os benefícios oriundos desse processo incentivam o pequeno produtor rural a utilizá-lo com maior frequência.

O principal objetivo desta pesquisa foi estudar e adaptar para o Estado de Mato Grosso do Sul um sistema de biogestor em batelada com volume de 0,2 m³ utilizando-se tambores de combustíveis reciclados destinado a pequenos produtores rurais de baixa renda.

Foram estudados parâmetros importantes no processo de degradação da matéria prima tais como, pH, temperatura interna, período de retenção e produção de biogás.

II. REVISÃO DA LITERATURA

O primeiro biodigestor em batelada foi conhecido na Índia por volta de 1900 com a finalidade de geração de energia para aquecimento. Essas técnicas de produção de energia alternativa ganharam desenvolvimento durante a II Grande Guerra na Alemanha com as pesquisas realizadas por Patel (1946) citado por BATISTA (1980).

No Brasil a primeira crise do petróleo em 1973 e as constantes instabilidades geradas a partir desse acontecimento incertivaram os centros de pesquisa a absorverem a tecnologia desenvolvida na Índia e na China como fator de desenvolvimento e fornecimento de gás a partir de resíduos diversos, BATISTA (1980) preocupado com a construção e operação de biodigestores publicou diversos trabalhos científicos com o intuito de divulgar técnicas importantes no manuseio de reatores biológicos.

Segundo BATISTA (1980), o biogás substitui o gás liquefeito de petróleo no meio rural além de se tratar de um recurso eficiente no tratamento de excrementos eliminando esquistossomos e ancilostomos bem como bactérias e outros parasitos.

Para CRAVEIRO (1981) estudando a digestão anaeróbica de diversos substratos inclusive lixo e lodo primário afirma que esses substratos podem representar bom rendimento na produção de metano por unidade de sólidos totais aumentando significadamente os teores de macro e micro nutriente.

CRAVEIRO (1981) afirma que é possível operar um biodigestor com elevadas cargas orgânicas e que a observado pela redução da demanda química de oxigênio que ficou entre 53 e 66%.

Uma relação carbono/nitrogênio entre 20:1 e 30:1 são adequados a fermentação metânica. Os casos em que esta relação se afasta desta faixa convém que se misture outros materiais para que a mistura volte a estes valores é a recomendação de CRAVEIRO (1982).

GONÇALVES (1982), estabelece que novas concepções de reatores possibilitam eficiências cada vez maiores e que a digestão anaeróbica ganha destaque cada vez maior havendo por tanto a necessidade de se pesquisar novos substratos e formas de projeto de reatores.

NIELSEN & LAURINDO (1983), avaliam que é possível a utilização de biogás em motores térmicos porém, seu uso fica relativamente restrito a motores estacionários e que o uso em veículos pode ser viabilizado, e que o armazenamento deveria ser realizado em cilindros de aço a uma pressão de 200 atmosferas.

Os autores adaptaram junto a Senepar Companhia de Saneamento do Paraná 10 veículos tipo furgão observando uma pequena perda na potência quando com álcool hidratado.

O período de retorno do investimento na taxa dos combustíveis foi calculado em 8.6 meses.

SANTIAGO & CRESTANAC (1981) estabeleceram um progresso de divulgação de novas técnicas de projetos de biogestores com a finalidade de regulamentar a construção e manuseio de reatores em todo o Brasil, fornecendo elementos importantes de projeto necessário a divulgação dessa tecnologia.

PAULA & CONCEIÇÃO (1989) estudaram a produção de biogás a partir do caule e folha de IPOMEA CARNEA abundante nas regiões inundáveis do pantanal de Mato Grosso do Sul concluindo que 12 Kg de plantas produzem biogás para 24 horas de queima uma válvula de fogão, estimando uma produtividade de 346 m³ de biogás por tonelada de planta, afirmando ainda que a redução das partículas do material contido no substrato provoca um aumento na produção e uma diminuição no período de retenção.

BEDUSHI (1985) conclui que qualquer que seja a circunstância considerada, a utilização do biodigestor é economicamente viável e vantajosa quando se observa os rendimentos a nível de gás e biofertilizante estabelecendo uma relação benefício/ custo de 4, 1:1. O referido autor também enfatiza que o biofertilizante pode substituir, pelo menos em parte, os fertilizantes minerais, que são na sua quase totalidade, dependentes de insumos importados.

A digestão anaeróbica foi por muito tempo descrita como um processo de dois estágios, um de formação de ácidos orgânicos e outro de produção de gases principalmente metano e CO₂ COUZA (1982).

III MATERIAIS E METODOS

Projetou-se e confeccionou-se três reatores biológicos do tipo batelada, utilizando tambores de 200 litros; confeccionou-se também três manômetros de coluna d'água para medir a pressão do gás produzido pelos reatores e um gasômetro para cada reator. Procedeu-se a instalação dos mesmos interligando os três mecanismos através de mangueiras e válvulas.

Em seguida procedeu-se a coleta da matéria orgânica, em locais próximos a cidade de Dourados-MS. Material este que balanceado e misturado com água completaram carga dos reatores. Estas matérias primas não apresentam a proporção de carbono/nitrogênio recomendada 30:1 para a degradação total da matéria orgânica, por isso, decidiu-se completar a mistura com palha de trigo e serrejem, vide tabela 1.

Tabela 1 – Valores aproximados da relação c/n de alguns tipos de matéria-prima usados neste trabalho.

Materia Prima	Proporção Carbono/nitrogenio
Estrume fresco de Bovinos	18:1
Estrume fresco de Suínos	13:1
Estrume fresco de aves	15:1
Palha de trigo	150:1
Serragem	200:1
Fonte: NAI, NEWSLETTER, 1973	
Mnual técnico da Embrater	

O balanceamento da mistura para abastecimento dos reatores é mostrado na tabela 2.

TABELA 2 – Balanceamento para cada reator de forma a completar 80% do volume mantendo a relação c/n de 30/1

Substratos	Estrume fresco	Teor de Unidade	Matéria Seca	Palha de trigo	Serragem	Água
Bovinos	57.87 kg	76.50	13.6 kg	1.46	0.7 kg	110 L
Suínos	50.65 kg	73.15 %	13.6 kg	4.45 kg	2.18 kg	112 L
Aves	19.06	28.66 %	13.6 kg	2.08 kg	1.01 kg	145 L

Para efetuar o balanceamento determinou-se o teor de umidade pelo método Gravimétrico Padrão de cada substrato, pois para uma carga de 180 litros a quantidade de sólidos totais (Peso seco) recomendado é 13.6 kg.

Procedeu-se a mistura balanceada em tambores separados e deixou-se passar por um estágio pré-fermentação durante uma semana, em seguida os substratos foram transferidos para os reatores definitivos.

No decorrer do processo observou-se dois períodos distintos, de início a produção de gás não inflamável em que predominou o gás sulfídrico caracterizado pela falta de odor e queima apresentando uma chama azul; onde foi quantificado através de um queimador de fogão a gás com um bico injetor de 2 mm de diâmetro a pressão constante de 15 cca. Este queimador foi regulado até atingir uma eficiência levemente superior a aquela apresentada por um queimador de um fogão comercial, usando GLP. Para verificar esta eficiência foi colocado uma quantidade de água para cada queimador em vasilhas idênticas onde se cronometrou o tempo necessário para elevar a temperatura aos 60° C. Chegou-se a conclusão que o injetor de 2 mm, com a devida regulagem da entrada de ar e uma pressão constante de 15 cca atinge uma eficiência levemente superior ao queimador de um fogão comercial. Esta eficiência não é absoluta pois depende do grau de pureza do metano, mas segundo nossos testes realizados desde que a chama se mantenha acesa a eficiência nunca foi inferior ao GLP.

No primeiro mês as leituras não foram periódicas, foram feitas desordenadamente, não seguindo um horário, fixo sempre que a pressão ultrapasse 30 cca devido a intensa produção de gás sulfídrico. Após este intervalo as leituras passaram a ser feitas em períodos fixos de quatro em quatro horas, sendo que estas leituras foram feitas nos seguintes horários: 03:00, 07:00, 11:00, 15:00, 19:00, 23: 00 horas, até a degradação total da matéria orgânica.

Logo após a implantação do sistema ocorreram variações bruscas na temperatura externa e constatou-se que o pH no início do processo caiu, abaixo de 5 para estabilizar este processo de baixa resolveu-se injetar doses de amônia (NH₄) nos retores.

No reator contendo substrato de bovinos injetou-se 1000 ml de amônia (NH₄) A 6 normal em doses de 200 ml num período de 10 dias. No reator contendo substrato de suínos injetou-se 450 ml em doses de 150 ml num período de 5 dias e no reator contendo substrato de aves foi injetado 50 ml numa única dose.

Com esse procedimento os reatores iniciaram a produção de CH₄ uma vez que o pH se elevou paulatinamente.

SUBSTRATO DE BOVINO

Neste substrato não houve uma produção intensa de gás sulfídrico no período que antecedeu a produção de gás metano. Este período durou 25 dias e foram feitas 194 leituras de pressão. A temperatura externa média foi de 22.08° C com um desvio padrão de 6.94° C e o pH médio neste período foi de 5.23 com um desvio padrão de 0.35. Após este período passaram-se 90 dias até a degradação total da matéria orgânica, onde foi quantificada a queima do gás metano, através de um queimador de fogão o gás com um bico injetor de 2 mm a pressão constante de 15 cca. Foram computados 1267 minutos de queima equivalente a 0.59 minutos de queima para cada 4 horas de produção ou a produção total de 6.76 m³ de gás. Resultado este mais do que satisfatório se comparados com os encontrados em BATISTA (1980) onde ele apresenta um equivalente a 2.2 m³. Neste período foram feitas 537 leituras apresentando uma temperatura interna média de 30.1° C com desvio padrão de 3.67; a temperatura externa média foi de 28.13° C com um desvio padrão de 4.89; pH médio foi de 6.95 com um desvio padrão de 0.34.

SUBSTRATO DE SUINOS

Em relação a este substrato, no período que antecedeu a produção de gás metano que foram de 56 dias, constatou-se uma intensa produção de gás sulfídrico nos primeiros 12 dias, passando por uma fase de 15 dias de instabilidade, após estes 27 dias até completar os 56 primeiros dias não constatamos alterações na pressão, após um período longo de incubação onde não houve produção de gás sulfídrico nem metano. O pH médio neste período foi de 6 com um desvio padrão de 0.20. Foram feitas 386 leituras, apresentando uma temperatura interna média de 26.39° C com um desvio

padrão de 4.59° C e uma temperatura externa média de 24.56° C com um desvio padrão de 6.61° C.

Após este período passaram-se 104 dias até a degradação da matéria orgânica, período este em que foi quantificado a queima do gás metano, utilizando a mesma tecnologia já descrita anteriormente. Foram completados 1200 minutos de queima equivalente a meio minuto de queima para quatro horas de produção ou ainda a 6.4 m³ de gás, resultado altamente satisfatório se comparado ao resultado de 4.76 m³ encontrado em BATISTA (1980) conseguiu-se um resultado de 34% a mais em relação a este, na produção de gás metano. Este acréscimo certamente se deve ao acerto da mistura inicial mantendo a relação c/n em 30:1, aliado a isto a temperatura média interna neste período ficou muito próxima da ideal, isto é 30.24° C; a temperatura externa média 28.59° C com um desvio padrão de 4.47° C; o pH médio se manteve em 7.18 com um desvio padrão de 0.41.

SUBTRATO DE AVES

Em relação a este substrato, durante o período que antecedeu a produção de gás metano, que forma 61 dias constatou-se duas fases: na primeira fase constatou-se uma produção de gás sulfídrico muito grande, superior inclusive à do substrato de suíno, esta fase de intensa produção durou um mês. Na segunda fase passaram-se mais 31 dias de incubação onde não se constatou produção de gás sulfídrico nem de gás metano. Neste período foram feitas 468 leituras, onde verificou-se uma temperatura interna média de 26.28° C com um desvio padrão de 5.21° C, a temperatura externa média foi de 24.76° C com um desvio padrão de 6.42° C, pH médio foi de 6.5 com um desvio padrão de 0.66.

Após este período passaram-se 100 dias até a degradação da matéria orgânica este em que foi quantificado a queima do gás metano. Foram completados 940.26 minutos de queima equivalente a 5.01 m³ descrito por BATISTA (1980). A temperatura interna média neste período foi de 30.04° C com um desvio padrão de 3.58° C; a temperatura externa média foi de 28.88° C com um desvio padrão de 4.74° C; o pH médio neste período foi de 7.63 com um desvio padrão de 0.28.

RELAÇÃO ENTRE OS TRES SUBSTRATOS

Com referência ao comportamento térmico entre os substratos, a diferença média encontrada entre os gradientes de temperatura interna e externa foi de 1.6°C com um desvio padrão de 0.28° C. Sendo que esta diferença possivelmente pelo processo de fermentação bacteriológica.

Os dados referentes ao comportamento do pH demonstraram uma variação diferenciada entre a primeira e a segunda fases de forma distinta em todos os resultados.

Observa-se que no substrato de bovino o pH se apresenta mais ácido que os demais provavelmente pela menor quantidade de nitrogênio disponível, o que contrapõe ao substrato. Nesse período o pH num determinado momento

passou a registrar níveis muito baixos o que fez com que adicionássemos amônia líquida para reverter esta tendência de queda no pH.

No entanto, na segunda fase os níveis do pH foram considerados ideais para o desenvolvimento do processo de fermentação, fator determinante do bom desempenho na produção de biogás.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente trabalho nos permitiram inferir que:

- O período de retenção foi maior se comparado com o manual técnico da Embrater, no entanto essa ocorrência se deve as constantes oscilações de temperatura, principalmente no início do processo.

- O substrato de bovino apresentou um período de retenção 44.14% menor que os substratos de suínos e aves, além de apresentar uma antecipação no início da produção de gás em aproximadamente um mês.

A produção de gás do substrato de bovino foi de 0.0031 m³/h que apresenta 13.81% mais que a produção de gás do substrato de suínos que foi de 0.0027 m³/h para a mesma quantidade de matéria seca, apresentando resultado sinificativamente superior aos encontrados na literatura.

A perfeita combinação de relação carbono nitrogênio provavelmente foi a responsável pela melhor performance na produção de biogás.

- O uso de pequenos retores em batelada no meio rural constitui uma alternativa viável, uma vez que promove geração de energia, saneamento básico e produção de biofertilizante num sistema relativamente simples.

LITERATURA CITADA

BAKER, H.A.- Biological Formation of methane- In and Eng Chem, 48 (9): 1438-42, 1956.

BATISTA, L.- Energização Rural. Brasília 1980. ív.

BEDUSCHI, L.C.- Biogás. UNEP Campus de Botucatu 1985, 14 p mimeo.

CRAVEIRO, A.M.- Digestão Anaeróbia- Alguns trabalhos do IPT. IN. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 2, Rio de Janeiro. 1981 Anais... São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

CONÇALVES, A.C.R.- A Potencialidade de outros substratos para a Digestão Anaeróbia. IN... V Simpósio Nacionl de Fermentação. 5 Viçosa 1982.

MONSEY, F.E. Methane fermentation of organic wasters. Trib CEBEDEAN, 34:389-400, 1981.

NIELSEN, M.J. & Laurindo, J.C.- Conversão e Testes de Veículos Automotivos (ciclo OTTO) para serem Movidos a metano. Revista ENERGIA- Fontes Alternativas Vol. V N°s 29730 out/dez 1983.

PAULA, J.E. & CONCEIÇÃO, C.A. – Biogás a Partir de Caule e Folha de IPOMEA CARNEA. JACQ. AUBSP. FISTULOSA (Mart. EX. CHOISY) D. AUSTIN no prelo. Campo Grande 1988.

PERES, C.S. Microbiologia da digestão Anaeróbia. In: Simposio nacional de Fermentação, 5, Viçosa, 1982. São Paulo. Sociedade de Brasileira de Microbiologia. 1982, p 1-140.

SALLES FILHO, S.L.M.- Um novo conceito operacional da biogênese do metano. Botucatu 1985, 85 p. Dissertação de mestrado- Faculdade de Ciências Agronomicas UNESP- Campus de Botucatu.

SOUZA, M.E. Fatores que afetam a digestão Anaeróbica. IN: Simpósio Nacional de Fermentação, 5, Viçosa, 1982. São Paulo, Sociedade Brasileira de Microbiologia, 1982, p 1-29 (mimeografado).