

**ÁREA TEMÁTICA: Gestão Ambiental**

## **CODIGESTÃO ANAERÓBIA COM INÓCULOS DE MEIOS DE CULTURA EM DEJETOS BOVINOS**

*José Lucas de Souza Abreu<sup>1</sup> jo\_lucas.souza@hotmail.com, Roberlúcia Araújo Candeia<sup>1</sup> roberlucia@yahoo.com.br*

1 Universidade Federal de Campina Grande

### **RESUMO**

O aproveitamento de resíduos originados por atividades da agroindústria, conciliados com métodos de tratamentos adequados vêm contribuir com a redução da problemática ambiental. Vários são os processos tecnológicos, que transformam os problemas ambientais existentes, em possíveis soluções sustentáveis, a exemplo da biodigestão anaeróbica. A busca por qualidade de vida tem direcionado as pesquisas para fontes de energia renovável a partir do aproveitamento da biomassa. Neste contexto, buscou-se estudar o comportamento do processo da codigestão anaeróbica, a partir da inserção de rejeitos de meios de cultura usados e descartados pelos laboratórios de microbiologia, em concentrações de 0, 1, 5 e 10 % de inóculos, e adicionadas aos resíduos da bovinocultura, no processo da codigestão anaeróbica, em biodigestores de batelada. Os monitoramentos ocorreram nos tempos 0, 14, 28 e 42 dias de retenção hidráulica, com o intuito de se obter uma resposta satisfatória quanto à otimização do processo com maior produção de biogás. As amostras foram caracterizadas por métodos físico-químicos e quantificada a produção do biogás. Adotou-se delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos com três repetições cada, fatorial 3x4. Os resultados obtidos revelaram que entre os tratamentos, a adição de 5% de caldo bacteriano obteve melhor desempenho físico-químico e maior produção de biogás.

**Palavras-chave:** codigestão anaeróbica; biogás; dejetos bovinos.

## **ANAEROBIC CODING WITH INOCULES OF CULTURAL MEDIA IN BOVINE DEJECTS**

### **ABSTRACT**

The use of waste originated by agroindustry activities, reconciled with adequate treatment methods, contributes to the reduction of environmental problems. There are several technological processes that transform existing environmental problems into possible sustainable solutions, such as anaerobic biodigestion. The search for quality of life has directed the research for sources of renewable energy from the use of biomass. In this context, we studied the behavior of the anaerobic codigestion process, from the insertion of rejects of culture media used and discarded by the microbiology laboratories, at concentrations of 0, 1, 5 and 10% of inocula, and added to the cattle residues, in the anaerobic codigestion process, in batch biodigesters. The monitoring took place at 0, 14, 28 and 42 days of hydraulic retention, in order to obtain a satisfactory answer regarding the optimization of the process with the highest production of biogas. The samples were characterized by physico-chemical methods and quantified the biogas production. It was adopted a completely randomized design, with four treatments with three replicates each, factorial 3x4. The results showed that among the treatments, the addition of 5% of bacterial broth obtained better physicochemical performance and higher biogas production.

**Keywords:** anaerobic codigestion; biogas; bovine dejects.

## **1. INTRODUÇÃO**

A codigestão anaeróbia consiste em um processo fermentativo realizado por bactérias que se multiplicam em ambientes anaeróbios, no processo de digestão de matéria orgânica (CRAVEIRO, LA IGLESIA, HIRATA, 1982). De complexa interação de microrganismos, esses degradam os diversos componentes orgânicos presentes no resíduo até a forma final de metano e dióxido de carbono, principalmente. Os nutrientes contidos nos dejetos garantem a sobrevivência e reprodução dos microrganismos presentes durante a biodigestão, permitindo que ocorra a degradação da fração orgânica não estável, portanto, poluente até a forma estável: o biofertilizante, além de produzir o biogás (ORRICO JUNIOR et al, 2012).

Para tanto, o processo de biodigestão anaeróbia pode ser influenciado por vários fatores tais como a temperatura, pH, presença de oxigênio, quantidades excedentes de população bacteriana entre outros. Além destes fatores, Malamis et al (2014) infere que as remoções de patógenos e nutrientes na digestão anaeróbia são baixas, necessitando de pós-tratamento para alcançar boa eficiência.

Xie et al. (2011) e Sosnowski, Wieczorek, Ledakowicz (2003) relataram que a codigestão anaeróbia pode aumentar o rendimento de biogás, melhorar a capacidade de tamponamento do sistema para as arqueias metanogênicas, diminuir a inibição por potenciais tóxicos e proporcionar relação C/N adequada para o processo. E a proporção entre os substratos a serem usados na codigestão anaeróbia é considerado um fator promissor de aproveitamento e estabilidade do processo.

A viabilidade da codigestão apresenta uma série de vantagens como compartilhar instalações de tratamento, unificar metodologias de gestão, amortizar as variações temporais na composição e produção de cada resíduo separadamente, bem como reduzir custos de investimento e exploração, aproveitando-se da sinergia das mesclas, compensando as carências de cada um dos substratos separadamente. Além de aumentar o potencial de produção de biogás, a adição de cosubstratos facilmente biodegradáveis confere uma estabilidade adicional ao sistema. Este processo permite, portanto, aproveitar a complementariedade da composição dos resíduos para criar perfis de mecanismos mais eficazes (CARREAS, 2013).

## **2. OBJETIVO**

Com base no exposto, esta pesquisa propõe estudar o comportamento do processo da codigestão anaeróbica, a partir da interferência de concentrações variadas de rejeitos de meios de cultura usados e descartados por laboratórios de microbiologia, e associá-los aos excrementos da bovinocultura, com a finalidade de conhecer, através do comportamento físico-químico, a melhor mistura entre as biomassas em questão, com vista na melhor produção de biogás.

## **3. METODOLOGIA**

Este projeto foi desenvolvido nas instalações do Laboratório de Resíduos Sólidos (LABRES) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Município de Pombal, Sertão da Paraíba, tendo a Casa de Vegetação ou Estufa como ambiente que acomodou os biorreatores anaeróbicos, em escala de laboratório.

Para tanto, contou-se com a colaboração do Laboratório de Análise de Águas (LAAGA/UFCG), e do Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Campus Sousa.

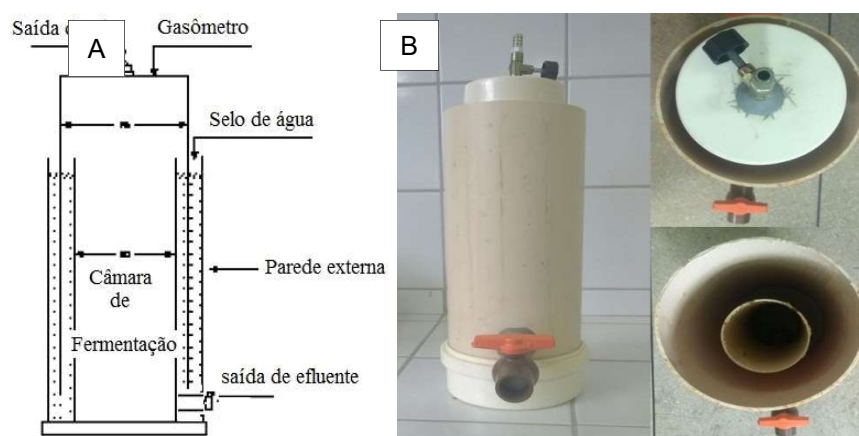
Para a execução do experimento, foi utilizado esterco bovino oriundo de atividade agropecuária local. E adicionado a este, o inóculo proposto que são os descartes de meios de culturas pós-análise e não esterilizados proveniente do Laboratório de Microbiologia do IFPB-Sousa, PB.

Os biorreatores adotados neste experimento foram do tipo batelada, construídos para carga unitária, de formato tubular vertical com material de policloreto de polivinila (PVC), com diferentes diâmetros, sendo todos eles compostos pelos seguintes compartimentos: câmara de digestão, com capacidade para 1,3 litros de substrato; campânula com válvula para gás, permitindo o esvaziamento da mesma;

base condicionadora do selo de água e registro para coleta de amostras e saída do efluente final, conforme esquematização da Figura 1 (A) e (B).

O desenvolvimento do experimento ocorreu por um delineamento inteiramente casualizado (DIC) esquematizado com fatorial 4:3, assim sendo quatro tratamentos com três repetições cada. Os biodigestores foram “alimentados” da seguinte forma: 04 (quatro) tratamentos com inóculos de meios de cultura nas concentrações de 0, 1, 5 e 10% de caldo bacteriano em relação à biomassa úmida do esterco bovino, sendo como observado 01 (um) padrão alimentado apenas pelo esterco. Possuindo 03 (três) repetições cada tratamento.

**Figura 1.** (A): Desenho esquemático dos biodigestores tipo batelada; (B): Biodigestores



Fonte: A: ORRICO JUNIOR et al, 2012 (Adaptado); B: Adaptado pelo autor (2016).

Assim totalizando 12 reações de biodegradação. Após, diluição e ativação estes, foram monitorados por tempo de 0, 14, 28 e 42 dias de retenção hidráulica (TRH), através das análises físico-químicas e quantificação do potencial de produção do gás.

Neste experimento foram analisados os seguintes parâmetros: pH, condutividade, alcalinidade total, sólidos totais, sólidos voláteis, sólidos fixos, e a produção de biogás. As análises ocorreram tanto com os resíduos in natura (afluente) como na mistura correspondente aos tratamentos propostos nos TRH definidos anteriormente.

As referidas caracterizações físico-químicas foram fundamentadas nas técnicas descritas em Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

Quanto à verificação do volume do biogás gerado, adotou-se o acompanhamento e medição do deslocamento vertical da campânula em centímetro, que inicia seu movimento após preenchimento de volume morto de 0,7 litros (L). De acordo com a equação 1 a seguir, elaborada segundo o tubo utilizado para confecção da campânula, é disponibilizado o volume gerado em litros (L).

$$V_{\text{biogás}} = (78,5398 \cdot \Delta d) / 1000 \quad \text{Eq. 1}$$

Por fim os dados obtidos dos tratamentos foram comparados entre si, por análise de variância, em que as comparações das médias foram efetuadas pelo teste de Tukey, com significância de 5%, utilizando o programa estatístico SISVAR 4.6. (FERREIRA, 2000).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes do início dos experimentos, efetuou-se as caracterizações dos resíduos, a saber: excrementos bovinos e os caldos bacterianos, conforme Tabela 1. O intuito destas avaliações das

matérias-primas decorre do quanto de volume de água será necessário para a etapa de diluição, visto que todos os sistemas foram padronizados em 1:1 (resíduos de biomassa:água) e variando a adição dos inóculos (caldos bacterianos).

**Tabela 1.** Caracterização dos resíduos de biomassa e caldo bacteriano

Parâmetros	Esterco Bovino	Caldo Bacteriano
pH	5,88	5,18
Condutividade (mS/cm a 25 °C)	0,93	2,76
Alcalinidade Total (mg de CaCO <sub>3</sub> /L)	610,70	557,30
Umidade (%)	83,16	99,15
Sólidos Totais (%)	16,84	0,85
Sólidos Voláteis %	87,21	81,93
Sólidos Fixos %	12,79	18,70

Devido à alta umidade dos resíduos utilizados, a diluição adotada neste experimento foi de 1 parte de esterco para 1 de água (diluição = 1:1), tomando como base sua massa úmida. A adição do inóculo como proposto se deu na proporção de 0, 1, 5 e 10% em relação à massa da mistura (esterco e água). Logo os tratamentos foram identificados e montados conforme Tabela 2 a seguir:

**Tabela 2.** Identificação e composição dos tratamentos

Tratamentos	Esterco Bovino (Kg)	Água (L)	Caldo Bacteriano (mL)
<b>T0</b>	0,5	0,5	0
<b>T1</b>	0,5	0,5	1
<b>T5</b>	0,5	0,5	5
<b>T10</b>	0,5	0,5	10

Os valores médios quanto aos parâmetros de caracterizações físicos químicos, gerados no decorrer do processo metabólico da biodigestão anaeróbia da mistura de esterco bovino, água e as concentrações diferenciadas dos caldos bacterianos, nos tempos de retenção hidráulica de 0, 14, 28 e 42 dias, seguem expostos na Tabela 3.

Neste sistema com presença de excrementos bovinos, é possível afirmar que, o tratamento com 5% de inóculos ao substrato foi o mais favorável, enquanto que ao aumenta a população de bactérias para 10%, este assume um comportamento inferior dos todos os demais, inclusive da testemunha, T0.

**Tabela 3.** Valores médios dos parâmetros físicos químicos dos processos de biodigestão das misturas de esterco bovino, água e as variações dos caldos bacterianos.

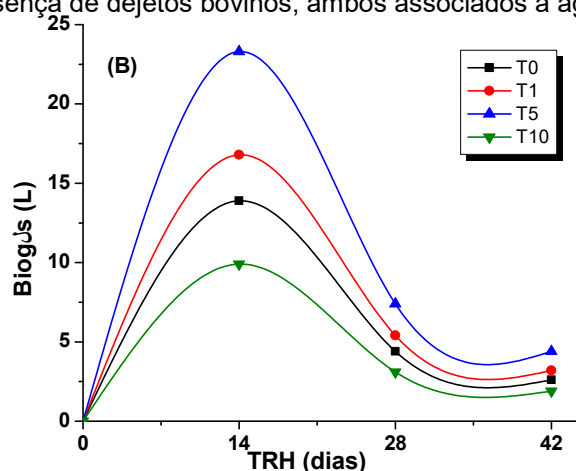
Tratamento	Parâmetros/Unidades					
	pH	Condutividade	Alcalinidade Total	ST	SV	SF
	-	mS/cm a 25 °C	mg/L de HOC <sub>3</sub>	%	%	%
<b>T0</b>	6.43b	3.96b	938.00b	3.93c	74.95 c	25.04c
<b>T1</b>	7.02ab	3.63b	1034.67b	3.62b	72.78 b	27.20b
<b>T5</b>	7.26a	2.22a	1244.00a	2.36a	64.96 a	35.03a
<b>T10</b>	5.75c	5.62c	644.67c	5.10d	77.57 d 0,44	22.443d

CV(%)      3,55              4,13              4,27              2,12              1,17

\*ST - Sólidos Totais; SV – Sólidos Voláteis; SF – Sólidos Fixos; CV – Coeficiente de Variância. Aplicado análise de variância seguida do teste de média de Tukey a 5% de significância os resultados das médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, considerando o valor nominal de 5% de significância.

Ao quantificar a produção de biogás obtida em todos os experimentos (Figura 2), é possível constatar também que o potencial de produção de gás foi maior no tratamento com 5% de caldo bacteriano.

**Figura 6.** Comportamento do processo de liberação de biogás durante a biodigestão anaeróbica nos biorreatores com a presença de dejetos bovinos, ambos associados à água e caldos bacterianos.



De acordo com a Tabela 4, podem ser verificados os volumes médios gerados em todos os tratamentos, corroborando com os comportamentos da figura anterior. De modo que, o tratamento T5 assumiu o maior volume de biogás gerado nos valores de 20,3 e 23,3 respectivamente. Além de que estatisticamente, confirmou-se pelo teste de Tukey a significância em todos os tratamentos, sendo distintos entre si.

**Tabela 4.** Valores médios do volume total de biogás produzido nos experimentos.

Tratamentos	V <sub>Total</sub> (L)
T0	13,9c
T1	16,8b
T5	23,3a
T10	9,9d

## 5. CONCLUSÃO

Verificaram-se semelhanças durante o desenvolvimento das etapas metabólicas, quanto ao nível de inserção da concentração de meios de culturas aos dejetos bovinos, sendo que a produção de biogás é potencializada com até 5% de meios de cultura na mistura de biomassa. Revelando que, com o aumento deste, a exemplo da adição de 10%, compromete o desempenho da codigestão, reduzindo a produção de biogás.

## REFERÊNCIAS

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – standard methods for the examination of water and wastewater. New York: APHA, WWA, WPCR. 22<sup>a</sup> ed. 2012.

CARREAS, N. O biogás. Programa de Capacitação em Energias Renováveis. Observatório de Energias Renováveis para America Latina e Caribe. 2013.

CRAVEIRO, A. M.; LA IGLESIA, M. R. de; HIRATA, Y. S. Manual de biodigestores rurais. São Paulo: Ipt, 1982. 61 p

MALAMIS, S.; KATSOU, E.; DI FABIO, S.; BOLZONELLA, D.; FATONE, F. Biological nutrients removal from the supernatant originating from the anaerobic digestion of the organic fraction of municipal solid waste. *Crit Rev Biotechnol*, v. 34, n. 3, p. 244–257, 2014.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR, J.; SAMPAIO, A. A. M.; FERNANDES, A. R. M.; OLIVEIRA, E. A. Biodigestão anaeróbia dos dejetos da bovinocultura de corte: influência do período, do genótipo e da dieta. *R. Bras. Zootec.*, v.41, n.6, 2012.

SOSNOWSKI, P.; WIECZOREK, A.; LEDAKOWICZ, S. Anaerobic co-digestion of sewage sludge and organic fraction of municipal solid wastes. *Advances in Environmental Research*, Amsterdam, v. 7, n. 3, p. 609-616, 2003.

XIE, S.; LAWLOR, P. G.; FROST, J. P.; HU, Z.; ZHAN, X. Effect of pig manure to grass silage ratio on methane production in batch anaerobic co-digestion of pig manure and grass silage. *Bioresource Technology*, Amsterdam, v. 102, n. 10, p. 5728–5733, 2011.