

## TÍTULO ALCALINIDADE TOTAL, pH, E ACIDEZ VOLÁTIL DA CO-DIGESTÃO DE DEJETOS DE BOVINOS DE CORTE E CANA DE AÇUCAR

**RICARDO GALBIATTI SANDOVAL NOGUEIRA<sup>1</sup>, PAULA MARIA PILOTTO BRANCO<sup>2</sup>, LÍVIA MARIA SOARES FERREIRA<sup>3</sup>, JORGE DE LUCAS JÚNIOR<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Zootecnista, Doutorando, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - FZEA/USP, Pirassununga, rick\_galbiatti@hotmail.com

<sup>2</sup> Médica Veterinária, Doutoranda, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/UNESP, Jaboticabal, paulapilotto@hotmail.com

<sup>3</sup> Zootecnista, Mestre, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/UNESP, Jaboticabal, ferreira.livia.ms@gmail.com

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Titular, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/UNESP, Jaboticabal, jlucas@fcav.unesp.br

Apresentado no  
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016  
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

**RESUMO:** Com o objetivo de avaliar a alcalinidade total (AT), pH e acidez volátil (AV) da co-digestão entre dejetos bovinos e 7% de cana-de-açúcar triturada, 9 biodigestores contínuos foram utilizados durante 120 dias, operados com 60 litros e 30 dias de tempo de retenção hidráulica. Diariamente os biodigestores eram abastecidos com 2 kg de substrato. A carga diária em gramas de sólidos voláteis por litro foi de 14.1 para controle e 22.1 co-digestão. A AT foi realizada segundo APHA, (2000), a AV conforme Dilallo & Albertson (1961) e o pH foi realizado utilizando-se o medidor de pH digital (DMPH – 2). Ambas análises foram realizadas semanalmente no afluente e efluente. O afluente da co-digestão apresentou menor pH, (6.12 vs 6.35±0.04 p=0.0001) e maior AT (1285 vs 1237±9.07 mg CaCO<sub>3</sub>/L p=0.0001) a AV (1943 vs 1538±69.1 ácidos/mL p=0.001), comparado ao controle. O efluente da co-digestão teve um menor pH (6.27 vs 6.91±0.04 p=0.0001) e AT (1657 vs 1918±33.1 mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> p=0.0001) e maior AV (1816 vs 1604±33.1 ácidos/mL p=0.0001) comparado ao tratamento controle. A co-digestão de dejetos bovinos com 7% de cana-de-açúcar triturada altera o padrão da fermentação em biodigestores, reduzindo o pH e AT e aumentando a quantidade de AV.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cana-de-açúcar, co-digestão, dejetos, fermentação anaeróbia

## TOTAL ALKALINITY, pH, AND VOLATILE ACIDS OF CO-DIGESTION BETWEEN CATTLE MANURE AND SUGAR CANE

**ABSTRACT:** Aiming to evaluate the total alkalinity (TA), pH and Volatile acids (VA) of co-digestion between cattle manure and 7% of sugar cane, 9 continuous digesters were used during 120 days, fill up 60 L and 30 retention time days. Daily digesters were loaded with 2 kg of substrate. Daily load, in grams of volatile solids per liter per day was 14.1 to control and 22.1 to co-digestion. AT was measured according APHA, 2000, VA according Dilallo & Albertson (1961) and pH was measured using digital pH (DMPH – 2). Affluent and effluent were analyzed weekly in AT, VA and pH. Co-digestion affluent had lower pH (6.12 vs 6.35±0.04 p=0.0001) and higher TA (1285 vs 1237±9.07 mg CaCO<sub>3</sub>/L p=0.0001) and VA (1943 vs 1538±69.1 acids/mL p=0.001), than control. Co-digestion effluent had lower pH (6.27 vs 6.91±0.04 p=0.0001) and TA (1657 vs 1918±33.1 mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> p=0.0001) and higher VA (1816 vs 1604±33.1 acids/mL p=0.0001) than control. Co-digestion between cattle manure and 7% sugar cane crushed change fermentative pattern in continuous digesters, decreasing pH and TA and increasing VA.

**KEYWORDS:** Anaerobic fermentation, co-digestion, manure, sugar cane.

## **INTRODUÇÃO:**

Resíduos animais manejados inadequadamente podem causar graves efeitos ambientais como atração de insetos e roedores, liberação de patógenos animais, contaminação de águas superficiais e subterrâneas (SAKAR, 2009). Uma das principais formas tratamento de resíduos agropecuários é a biodigestão anaeróbia em biodigestores.

O processo de co-digestão anaeróbia é o tratamento simultâneo de duas ou mais substâncias biodegradáveis pela biodigestão anaeróbia. A utilização de co-substratos geralmente melhora o rendimento de biogás do biodigestor devido ao positivo sinergismo estabelecido no meio da biodigestão fornecendo os nutrientes em falta (ALVAREZ & LIDÉN, 2008).

Como todo processo biológico, a biodigestão anaeróbia depende de diversos fatores, com destaque para o pH (MASSÉ et al., 2008). Bactérias acidogênicas tem seu melhor desempenho com pH ao redor de 5, bactérias metanogênicas requerem pH mínimo de 6,2. A capacidade de tamponamento de um biodigestor esta relacionada com a quantidade de ácidos voláteis liberados durante o processo e a quantidade de hidróxidos e bicarbonatos presentes (ALTAMIRA, 2008).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos causados pela co-digestão anaeróbia entre dejetos de bovinos confinados e cana-de-açúcar triturada em biodigestores contínuos, quanto as características de pH, temperatura, alcalinidade total e acidez volátil sobre a estabilidade dos biodigestores e verificar quais efeitos foram provocados na produção total e composição do biogás.

## **MATERIAL E MÉTODOS:**

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Biodigestão Anaeróbia do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista / UNESP – Câmpus de Jaboticabal, situado nas coordenadas geográficas: 21°14'05" S; 48°17'09" W e altitude média de 613,68 metros.

Foram utilizados 8 biodigestores contínuos tubulares de bancada com capacidade para 60 litros. Os gases gerados nos biodigestores foram armazenados em gasômetros de 250 mm de diâmetros e 60 cm de comprimento, ligados aos biodigestores por meio de mangueiras plásticas para condução do biogás.



FIGURA 1. Biodigestores e gasômetros

Os dejetos foram coletados duas vezes por semana, manualmente por meio de raspagem de baias concretadas. Os dejetos eram provenientes de bovinos da raça Nelore, criados em sistema de confinamento, os quais receberam dieta composta de 60% de concentrado e 40% de volumoso.

A cana-de-açúcar utilizada foi da variedade IAC-86-2480, coletada manualmente e triturada em triturador elétrico, ajustado para picar partículas de 2 a 3 cm.

O experimento teve duração de 120 dias e possuiu os seguintes tratamentos: Tratamento 1: biodigestores abastecidos com 0,250 kg de dejetos e 1,750 kg de água. Tratamento 2: biodigestores abastecidos com 0,250 kg de dejetos de bovino, 1,610 kg de água e 0,140 kg de cana-de-açúcar triturada.

Para o cálculo da quantidade diária de afluente adicionada nos biodigestores foi considerado o tempo de retenção hidráulica (TRH) de 30 dias.

Diariamente, foi mensurada a produção de biogás de cada biodigestor. Para a determinação dos volumes de biogás produzidos, mediram-se os deslocamentos verticais dos gasômetros, com o auxílio de uma régua, que foi multiplicado pela área da seção transversal interna dos gasômetros, ou seja, 0,0507 m<sup>2</sup>. Após cada leitura, os gasômetros foram zerados utilizando-se o registro de descarga do biogás.

As análises da composição do biogás produzido nos biodigestores foram realizadas semanalmente para determinação dos teores de metano e gás carbônico em cromatógrafo de fase gasosa Finigan GC-2001, equipado com as colunas Porapak Q e Peneira Molecular, e detector de condutividade térmica. A temperatura ambiente foi mensurada diariamente às 8:00 horas da manhã, na sombra, com o auxílio de um termômetro digital.

Os parâmetros alcalinidade total (AT), obtidos com a titulação da amostra até pH 4,30, foram determinados semanalmente nos afluentes e efluentes obtidos dos biodigestores contínuos segundo metodologias descritas por APHA, (2000). A determinação de acidez volátil foi realizada semanalmente por titulometria, baseada no volume de hidróxido de sódio consumido para elevar o pH da amostra de 4,0 para 7,0. Inicialmente, extraiu-se da amostra o sistema carbônico, reduzindo-se o pH para 3,4 e mantendo-a por 3 minutos em ebulição, conforme descrito por DILALLO & ALBERTSON (1961). O potencial hidrogeniônico (pH), foi realizado semanalmente. Utilizou-se o medidor de pH digital “Digimed (DMPH – 2)”, sendo que a determinação do pH das amostras realizou-se a partir do material recentemente coletado do afluente e efluente, com sua umidade natural.

Após obtenção dos dados, os resultados foram submetidos à análise de variância pelo programa SAS e realizada comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A inclusão de cana de açúcar proporcionou maiores teores de sólidos totais, 1,91% vs 3,11% (P=0,0001), sólidos voláteis, 1,24% vs 2,21% (P=0,0001) e maior carga diária de sólidos voláteis, em grmas por litro por dia, 0,47 vs 0,73 (P=0,0001), menor pH, 6,35 vs 6,12 (P= 0,0001) e maior alcalinidade total, 1237 vs 1285 mg CaCO<sub>3</sub>/mL (P=0,0001) e ácidos voláteis, 1568 vs 1934 ácidos/mL (P=0,0001) para controle cana de açúcar respectivamente.

TABELA 1. Teores médios de sólidos totais (TS), e sólidos voláteis (VS), quantidade média de sólidos voláteis adicionados por dia, pH, alcalinidade e acidez volátil do afluente de biodigestores contínuos submetidos a diferentes tratamentos.

	Tratamento		EPM	Probabilidade
	Controle	Cana		p
ST, %	1.91	3.11	0.224	0.0001
SV, %	1.42	2.21	0.147	0.0001
SV, g/L/dia	0,47	0,73	0.004	0.0001
pH	6.35	6.12	0.042	0.0001
Alcalinidade, mg CaCO <sub>3</sub> /mL	1237	1285	9.075	0.0001
Acidez volátil, ácidos/mL	1568	1934	69.13	0.0001

ST: sólidos totais; SV: sólidos voláteis; EPM: erro padrão médio.

Maiores teores de sólidos totais e voláteis do tratamento com cana de açúcar foi responsável por um aumento de 35% na quantidade de sólidos voláteis adicionadas, gramas por litro por dia. Além disso, os afluentes dos biodigestores que tiveram incluso a cana-de-açúcar apresentaram maiores quantidades de ácidos voláteis e alcalinidade e pH mais baixo. Foi observado efeito da inclusão de cana de açúcar nos biodigestores, a co-digestão resultou em menor pH, 6,91 vs 6,27 (P=0,0001) e alcalinidade total, 1918 vs 1657 (P=0,0001) e maior teor de ácidos voláteis, 1604 vs 1816 (P=0,0001) para controle cana de açúcar respectivamente.

TABELA 2. Valores médios de pH, alcalinidade total e acides volátil do efluente de biodigestores contínuos submetidos a diferentes tratamentos.

	Tratamento			Probabilidade
	Controle	Cana	EPM	p
pH	6.91	6.27	0.04	0.0001
Alcalinidade total, mg CaCO <sub>3</sub> /mL	1918	1657	33.1	0.0001
Acides Volátil, ácidos/mL	1604	1816	33.2	0.0001

L: litros; mL: mililitros; EPM: erro padrão médio

Instabilidade no processo de biodigestão anaeróbia pode ser verificado para a inclusão de 7% de cana de açúcar, o aumento na quantidade de ácidos voláteis não foi acompanhada pela quantidade de bicarbonato disponível, sendo assim a quantidade de ácidos voláteis não foi suficientemente neutralizada, culminando na redução do pH desses biodigestores.

### CONCLUSÕES:

A inclusão de 7% de cana de açúcar na co-digestão com dejetos de bovinos de corte apresentou sintomas de sobrecarga ao sistema de biodigestão anaeróbia com perdas de estabilidade e possíveis quedas no desempenho dos biodigestores.

### REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R. & LINDEN, G: Semi-continuous co-digestion of solid slaughterhouse waste, manure, and fruit and vegetable waste. *Renewable Energy*, 33: 726-734, 2008.
- ALTAMIRA, L: Influence of wastewater characteristics on handling food-processing industry wastewaters: methane potential and sources of toxicity, Ph.D. thesis. Technical university of Denmark, 2008.
- APHA. AWWA. WPCF. - American Public Health Association Standart methods for the examination of water and wastewater. 20<sup>th</sup> ed. Washington, 2000.
- DILALLO, R. & ALBERTSON, O E. Volatile acids by direc titration. *Journal Water Pollution Control federation*, Alexandria, v. 33, n. 4, p. 356-365, abril, 1961.
- MASSÉ, D.I.; MASSE, L.; HINCE, J.F. et al. Psychrophilic anaerobic digestion biotechnology for swine mortality disposal. *Bioresource Technology*, v.99, n.3, p.7307-7311, 2008.
- SAKAR, S., YETILMEZSOY, K., KOCAK, E., Anaerobic digestion technology in poultry and livestock waste treatment—a literature review. *Waste Manage. Res.* 27, p.3–18, 2009.