

## **BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETO BOVINO SUBMETIDO À PRÉ- TRATAMENTO QUÍMICO: PARÂMETROS DE MONITORAMENTO**

**WILLIAN RUFINO ANDRADE<sup>\*</sup>, TÂNIA MARA BAPTISTA DOS SANTOS<sup>2</sup>,  
NANCI CAPPI<sup>3</sup>, LEIDE DAIANA DE OLIVEIRA ARRUDA<sup>4</sup> ELAINE MARIZA  
ROSA<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Graduando em Zootecnia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, willian\_rufino\_andrade@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutor (a) em Zootecnia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, tania@uems.br

<sup>3</sup> Mestre em Química, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, nccappi@uems.br

<sup>4</sup> Mestrando (a) em Zootecnia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, dai\_leideoliveira@hotmail.com

<sup>5</sup> Mestrando (a) em Zootecnia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, elaine\_mr@hotmail.com

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

**RESUMO:** O uso de pré-tratamento químico pode acelerar a degradação da matéria orgânica permitindo seu melhor aproveitamento, porém, parâmetros de monitoramento que estão diretamente ligados ao bom funcionamento do sistema de digestão anaeróbia podem ser afetados. Portanto, objetivou-se avaliar o monitoramento da biodigestão anaeróbia de dejetos bovinos submetidos a pré-tratamento químico. Foram utilizados 10 biodigestores batelada de bancada com capacidade para 1,5 L operados por 120 dias. Foram avaliados quatro pré-tratamentos: controle (água) (massa/volume), 2,5% de ácido clorídrico (HCl) (massa/volume), 2,5% de calcário dolomítico (CaCO<sub>3</sub>MgCO<sub>3</sub>) (massa/volume), 5,0% de ácido clorídrico (HCl) (massa/volume) e 5,0% de calcário dolomítico (CaCO<sub>3</sub>MgCO<sub>3</sub>) ácido (massa/volume). Avaliaram-se os valores de pH, N amoniacal total, alcalinidade intermediária (AI) e parcial (AP), e relação AI:AP dos afluentes e efluentes dos biodigestores. Os valores de pH e NAT variaram de 7,28 a 7,72 e de 61 a 183 mg L<sup>-1</sup>. A alcalinidade parcial apresentou valores acima do limite operacional recomendado de 1,200 mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>. Os valores para relação AI:AP variaram entre 0,4 a 0,31 mg/CaCO<sub>3</sub>/L<sup>-1</sup>. Os pré-tratamentos químicos utilizando 2,5% de HCl, 2,5% de CaCO<sub>3</sub>MgCO<sub>3</sub>, 5,0% de HCl e 5,0% de calcário dolomítico não comprometeram os parâmetros de monitoramento avaliados.

**PALAVRAS-CHAVE:** ácido clorídrico, calcário dolomítico, matéria orgânica,

### **ANAEROBIC DIGESTION OF CATTLE MANURE SUBJECTED TO CHEMICAL PRE-TREATMENT: MONITORING PARAMETERS**

**ABSTRACT:** Chemical pre-treatment might accelerate the hydrolysis of the organic matter allowing a better use of it, although monitoring parameters that indicated stability in the system of anaerobic digester may be affected. Thus, this study aimed to evaluate monitoring parameters of anaerobic digestion of cattle manure submitted to chemical pre-treatment. The experiment was carried out using 10 unities of a 2 liter laboratory scale anaerobic batch digester for a period of 120 days. There were tested four pre-treatments:

control (water) (weight/volume), 2.5 % of hydrochloric acid (HCl) (weight/volume), 2.5% of dolomite limestone ( $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ )(weight/volume), 5.0% of hydrochloric acid (HCl) (weight/volume), 5.0 % of dolomite limestone ( $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ ) (weight/volume). pH, total ammonia nitrogen (TAN), intermediary (IA) and partial alkalinity (PA) and the relation of IA/PA of affluent and effluent were assessed. The values of pH and TAN ranged from 7.28 to 7.72, and from 61 to 183  $\text{mg L}^{-1}$ , respectively. The partial alkalinity showed values above of the operation recommended value of 1.200  $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$ . AI:AP alkalinity for all affluent and effluent had values ranged between 0,14 a 0.31  $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$ . Chemical pre-treatment using 2.5% of HCl, 2.5% of  $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ , 5.0% of HCl and 5.0%  $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$  did not affect the monitoring parameters.

**KEYWORDS:** dolomite limestone, hydrochloric acid, organic matter

**INTRODUÇÃO:** Atualmente, a biomassa lignocelulósica, como por exemplo, o dejetos bovino, tem sido utilizado em sistemas de produção de biogás devido ao seu potencial de geração de energia renovável. Porém, materiais dessa natureza requerem um manejo diferenciado a fim de maximizar o potencial energético presente na biomassa, como por exemplo, pré-tratamentos, comumente utilizados com intuito de promover melhorias no desempenho de biodigestores anaeróbios (ZHENG et al. 2014; CARRERE et al. 2016; PANEPINTO & GENON, 2016) por acelerar a hidrólise da matéria orgânica, levando a formação de maiores quantidades de ácidos precursores do biogás.

Contudo, elevadas quantidades da substância química adicionados nos substratos que serão tratados nos tanques de alimentação que antecedem o biodigestor, podem alterar drasticamente alguns parâmetros de monitoramento que estão diretamente ligados ao bom funcionamento do sistema de digestão anaeróbia.

Portanto, o estudo teve como objetivo avaliar o monitoramento de biodigestores batelada abastecidos com dejetos de bovino pré-tratado com diferentes substâncias químicas.

**MATERIAL E METODOS:** O estudo foi conduzido no Laboratório de Resíduos de Origem Animal da UEMS/Unidade Universitária de Aquidauana, em local cujas coordenadas geográficas são: Latitude 20°28'S; Longitude 55°48'W e Altitude de 149 metros. Para a realização do experimento, coletou-se dejetos de vacas da raça Pantaneira pelo método de raspagem no setor de bovinocultura leiteira da Unidade Universitária de Aquidauana. Para condução do ensaio utilizou-se 10 recipientes de 3 litros cada para realização do pré-tratamento do dejetos. Os tratamentos experimentais foram: controle (água) (massa/volume), 2,5% de ácido clorídrico (massa/volume), 2,5% de calcário dolomítico (massa/volume), 5,0% de ácido clorídrico (massa/volume) e 5,0% de ácido clorídrico (massa/volume). O ácido clorídrico foi pipetado usando pipeta volumétrica e o Calcário Dolomítico pesado em balança analítica. As substâncias químicas foram adicionadas e homogeneizadas em seus respectivos substratos concomitantemente até diluição completa. Após 10 dias de pré-tratamento, realizou-se a correção do pH dos substratos utilizando 0.5% (massa/volume) de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) para dar início a digestão anaeróbia. Os afluentes foram colocados em 10 biodigestores do modelo batelada com volume útil de 1,5 litros. Os biodigestores foram submetidos a tempo de retenção hidráulica de 120 dias. Os substratos utilizados para a fase de pré-tratamento e digestão anaeróbia foram calculados para que contivessem 5% de sólidos totais (ST) com base na matéria seca dos dejetos de 17,01%. As quantidades de cada reagente químico de 2,5 e 5,0% bem como o período de pré-tratamento de 10 dias foram determinados em

ensaios preliminares. Após 120 dias de operação, os biodigestores foram abertos para determinação de parâmetros de monitoramento. Afluentes e efluentes dos biodigestores foram avaliados quanto ao pH e nitrogênio amoniacal total (NAT) seguindo metodologia descrita por APHA, AWWA, WPCF (2012). Para determinação da alcalinidade parcial (AP), intermediária (AI) e relação AI:AP utilizou-se metodologia descrita por Ripley et al. (1987). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo delineamento inteiramente casualizado. Quando necessário, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**RESULTADO E DISCUSSÃO** - Constatou-se que após os 10 dias de pré-tratamento, houve queda nos valores de pH de todos tratamentos com exceção ao tratamento HCl - 5,0%, que naturalmente, por apresentar maior inclusão de substância ácida, teve seu pH drasticamente reduzido no 1º dia seguido de discreta elevação até o 10º dia.

Tabela 1. Valores médios iniciais e finais do pH de substratos durante o pré-tratamento com diferentes substâncias químicas e valores médios de pH e NAT dos afluentes e efluentes de biodigestores batelada operados com dejetos bovinos pré-tratados.

Parâmetros	Controle	HCl 2,5%	Calcário Dolomítico 2,5%	HCl 5,0%	Calcário Dolomítico 5,0%	CV (%)*
pH substrato inicial	8,00	6,75	7,88	5,95	7,91	-
pH substrato final	6,91	6,51	7,03	5,99	6,83	-
pH afluente	7,71a	7,58ab	7,77a	7,28b	7,63ab	1,23
pH efluente	7,62 ab	7,51 b	7,55 b	7,61 ab	7,72 a	0,45
NAT (mg L <sup>-1</sup> ) afluente	139 a	99 c	111 bc	137 a	136 ab	5,33
NAT (mg L <sup>-1</sup> ) efluente	111 ab	91 ab	61 b	183 a	137 ab	22,52
AP (mg CaCO <sub>3</sub> /L <sup>-1</sup> ) afluente	5088 a	4664 a	4664 a	4219 a	5024 a	7,99
AP (mg CaCO <sub>3</sub> /L <sup>-1</sup> ) efluente	6856 a	5259 b	6570 a	5394 b	6499 a	4,21
AI (mg CaCO <sub>3</sub> /L <sup>-1</sup> ) afluente	1452 a	1145 a	1293 a	1187 a	1569 a	9,37
AI (mg CaCO <sub>3</sub> /L <sup>-1</sup> ) efluente	1129 a	1035 ab	901 b	1030 ab	1071 ab	4,40
AI:AP (mg CaCO <sub>3</sub> /L <sup>-1</sup> ) afluente	0,29 a	0,25 a	0,28 a	0,28 a	0,31 a	10,33
AI:AP (mg CaCO <sub>3</sub> /L <sup>-1</sup> ) efluente	0,16 ab	0,20 a	0,14 b	0,19 a	0,16 ab	5,99

\* coeficiente de variação.

As reduções nos valores de pH para os tratamentos: Controle; HCl - 2,5%; calcário dolomítico - 2,5% e 5,0% após os 10 dias ocorreram devido a hidrólise da matéria orgânica.

Seguido a fase de pré-tratamento, foi realizado a correção dos valores de pH utilizando bicarbonato de sódio a fim de evitar possíveis problemas de acidificação ao decorrer do processo de digestão anaeróbia.

Observou-se que afluentes e efluentes para todos biodigestores operados com dejetos bovino pré-tratado apresentaram valores de pH consideravelmente elevados. Porém, considerando o limite operacional recomendado para a digestão anaeróbia, de 6,0 a 8,0 (ARAGAW et al. 2013), nota-se que todos afluentes e efluentes não apresentaram riscos

operacionais, o que sugere eficiência do processo de digestão anaeróbia de dejetos bovinos pré-tratados.

A concentração média de NAT nos afluentes e efluentes variaram entre 61 e 183 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 2). De acordo com Liu & Sung (2002) concentração de NAT abaixo de 200 mg/L<sup>-1</sup> é benéfica para o processo de biodigestão anaeróbia uma vez que nitrogênio é um nutriente essencial para microrganismos anaeróbios.

A AP é uma medida da concentração de bicarbonatos e pode indicar a estabilidade do processo de digestão anaeróbia. No presente estudo, constatou-se que em afluentes e efluentes de todos os tratamentos apresentaram elevados valores de AP, variando entre 4219 a 6856 mg CaCO<sub>3</sub>/L<sup>-1</sup>, e portanto, superiores a 1200 mg CaCO<sub>3</sub>/L<sup>-1</sup>, valor que serve como limite operacional em sistemas de digestão anaeróbia (RIPLEY et al., 1986). Contudo, para que o sistema de digestão anaeróbia esteja em pleno equilíbrio, e de fundamental importância que a relação AI:AP esteja entre 0,10 a 0,30 Mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>. Tal comportamento referente a relação AI:AP para afluentes e efluentes de todos tratamentos estiveram dentro da faixa recomenda ótima para a digestão anaeróbia .

**CONCLUSÃO** - Conclui-se que pré-tratamento químico utilizando 2,5% de ácido clorídrico (HCl), 2,5% de calcário dolomítico 5,0% de ácido clorídrico (HCl) e 5,0% de calcário dolomítico nas condições mencionadas não comprometeram os parâmetros de monitoramento avaliados, uma vez que não foi observado risco de inibição por pH, NAT e alcalinidade.

**AGRADECIMENTOS** - À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo aporte financeiro e à Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS).

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** - APHA, AWWA, WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22<sup>nd</sup> edition, American Public Health Association, Washington D.C.2012.

ARAGAW, T; ANDARGIE, M; GESSESSE, A. Co-digestion of cattle manure with organic kitchen waste to increase biogas production using rumen fluid as inoculums. **International Journal of Physical Sciences**, n.8, p.443-450, 2013.

CARRERE, H., ANTONOPOULOU, G., AFFES, R., PASSOS, F., BATTIMELLI, A., LYBERATOS, G., & FERRER, I. Review of feedstock pre-treatment strategies for improved anaerobic digestion: From lab-scale research to full-scale application. **Bioresource technology**, v.199, p.386-397, 2016.

LIU, T., SUNG, S. Ammonia inhibition on thermophilic acetoclastic methanogens. **Water Science Technology**, v.45, p. 113–120, 2002

PANEPINTO, D., & GENON, G. Analysis of the extrusion as a pre-treatment for the anaerobic digestion process. **Industrial Crops and Products**, v.83, p.206-212, 2016.

RIPLEY, L. E.; BOYLE, W. C.; CONVERSE, J. C. Improved alkalimetric monitoring for anaerobic digestion of high-strength wastes. **Journal Water Pollution Control Federation**, v.58, n.5, p.406-411, 1986.

ZHENG, Y., ZHAO, J., XU, F., & LI, Y. Pre-treatment of lignocellulosic biomass for enhanced biogas production. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 42, p. 35-53, 2014.