

## EFEITO DA CARGA ORGÂNICA VOLUMÉTRICA SOBRE A PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DEJETOS DE SUÍNOS EM REATOR UASB

Lins, M. A.<sup>1</sup>; Steinmetz, R. L. R.<sup>2</sup>; Pereira Neto, S.<sup>1</sup>; Dias, J. R.<sup>3</sup>; Gaspareto, T. C.<sup>3</sup>; Kunz, A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel, PR – Brasil, marbiocomb@gmail.com

<sup>2</sup>Analista, Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC - Brasil

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária – UnC, Concórdia, SC - Brasil

<sup>4</sup>Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Docente UNIOESTE (PGEAGRI)

**RESUMO:** A evolução da suinocultura no Brasil foi acompanhada pelo aumento na geração de resíduos que possuem elevado poder poluidor. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da progressão de carga orgânica volumétrica (COV) sobre a produção de biogás a partir de dejetos de suínos em reator UASB. O reator utilizado no experimento possui 6,6 L de volume útil e foi alimentado de forma contínua a 37 °C. A maior produtividade de biogás foi de  $1,9 \text{ m}^3_{\text{N biogás}} \text{ m}^3_{\text{reator}}^{-1} \text{ d}^{-1}$ , no momento em que o reator estava sendo operado com COV de  $2,9 \text{ g}_{\text{SV adic}} \text{ L}^{-1}_{\text{reator}} \text{ d}^{-1}$  e TRH de 36 horas, enquanto que os menores resultados para teor de metano, produtividade e rendimento de biogás foram quando o reator estava com COV de  $8,4 \text{ g}_{\text{SV adic}} \text{ L}^{-1}_{\text{reator}} \text{ d}^{-1}$  e TRH de 24 horas. Os resultados demonstraram o comportamento das variáveis que afetam a produção de biogás permitindo compreender e prever situações semelhantes em escala real.

**Palavras-chave:** resíduos, bioenergia, biomassa.

## EFFECT OF ORGANIC LOADING RATE ON THE BIOGAS YIELD SWINE MANURE IN UASB REACTOR

**ABSTRACT:** The evolution of swine farming in Brazil was accompanied by an increase in the generation of residues that have chemical and biological characteristics of high pollutant power, such as swine manure. The aim of this work was to study the effect of organic loading rate (OLR) on the biogas yield in UASB reactor treating swine wastewater. The reactor used in the experiment had 6.6 L of useful volume and was operated continuously at 37 °C. The highest productivity of biogas was  $1.9 \text{ m}^3_{\text{N biogas}} \text{ m}^3_{\text{reactor}}^{-1} \text{ d}^{-1}$ , when time the reactor was being operated at OLR of  $2.9 \text{ g}_{\text{VS add}} \text{ L}^{-1}_{\text{reactor}} \text{ d}^{-1}$  and HRT of 36 hours. The lowest value for methane content, productivity and biogas yield were obtained the reactor was operated at OLR of  $8.4 \text{ g}_{\text{VS add}} \text{ L}^{-1}_{\text{reactor}} \text{ d}^{-1}$  and 24 hours HRT. The results demonstrated the behavior of the variables that affect the biogas production allowing understand and predict similar situations at full scale.

**Keywords:** waste, bioenergy, biomass

### INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira evoluiu de um modo de subsistência para uma escala de produção agroindustrial, tornando o Brasil um dos quatro maiores produtores e exportadores de carne suína, fomentando a economia em toda a cadeia suinícola (ABCS, 2014; Kunz et al., 2009).

Contudo, este avanço foi acompanhado pelo inevitável aumento na geração de resíduos, tal como, o dejetos de suíno. Efluente com características químicas e biológicas de elevado poder poluidor, mas, ao mesmo tempo um formidável substrato para à produção de biogás.

O uso de reatores anaeróbios com finalidades energéticas, foi a melhor opção avaliada por Cherubini et al., (2014), para mitigação dos impactos ambientais derivados da suinocultura no Sul do Brasil, considerando a redução de carga orgânica do efluente e produção de energia.

A produção de biogás, é afetada pela carga orgânica volumétrica (COV), pH, temperatura, relação carbono e nitrogênio, tempo de retenção hidráulica (TRH) e tempo de retenção de sólidos (TRS) (Mao et al., 2015). A importância da COV encontra-se no fato de

que, cada configuração de reator tolera diferentes condições operacionais, assim, uma COV inadequada pode levar à subutilização ou sobrecarga no reator, refletindo negativamente sobre a produção de biogás.

O objetivo deste trabalho é estudar o efeito da progressão de COV sobre a produção de biogás, a partir de dejetos de suínos em reator UASB, do inglês, *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*, fornecendo informações para possível aplicação do processo em escala real para fins do aproveitamento energético deste biocombustível no próprio setor produtivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O reator UASB de 6,6 L utilizado no experimento, foi confeccionado com tubos concêntricos de acrílico e estava acoplado a um banho termostático da marca Julabo, modelo M8, programado para manter a temperatura de operação em  $37 \pm 1$  °C. O reator foi alimentado com dejetos de suínos de forma contínua por meio de uma bomba peristáltica da marca Milan, modelo BP662. O dejetos foi coletado na Estação de Tratamento de Dejetos de Suínos da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia/SC, após separação sólido-líquido (Kunz et al., 2009). Para os ensaios de progressão de COV, o experimento foi dividido em duas fases. Na primeira o dejetos foi diluído com água para obtenção da concentração de sólidos voláteis (SV) desejada. A estratégia para controle da COV foi mediante redução progressiva da diluição, mantendo o TRH em 75 horas. Na segunda fase a progressão de COV foi controlada por meio do aumento da vazão e consequente redução do TRH. As COV aplicadas na segunda fase do experimento estão detalhadas na Tabela 1. A partida do reator ocorreu com inoculação de 20% de lodo granular do reator UASB de indústria de gelatina e 80% de água. A quantificação da produção de biogás foi por meio do aparelho da marca Ritter, modelo TG 05/5. As análises físico-químicas foram realizadas em conformidade com Standard Methods (APHA, 2012). Foram determinados sólidos totais (ST) e sólidos voláteis SV, relação entre alcalinidade intermediária e parcial (AI/AP), pH, nitrogênio amoniacal total e estimativa da amônia livre por intermédio da equação de Anthonisen et al., (1976).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, letras A, B, C, D e E pode-se observar o comportamento referente rendimento de biogás, produtividade de biogás com teor de metano, eficiência de remoção de SV, relação AI/AP e concentração de amônia livre, respectivamente.

A maior produtividade de biogás foi no momento em que o reator encontrava-se operando com COV de  $2,9 \text{ g}_{\text{SV adic}} \text{ L}^{-1} \text{ reator d}^{-1}$ , com  $1,9 \text{ m}^3_{\text{N biogás}} \text{ m}^3_{\text{reator}}^{-1} \text{ d}^{-1}$ . Já o maior rendimento de biogás foi de  $1,0 \text{ m}^3_{\text{N biogás}} \text{ kg}_{\text{SV adic}}^{-1}$  nas COV 1,1 e 1,6  $\text{g}_{\text{SV adic}} \text{ L}^{-1} \text{ reator d}^{-1}$ .

O comportamento da relação AI/AP apresentou tendência estável com valores compreendidos entre 0,1 - 0,2, indicando baixo aporte de biomassa, sendo exigida atenção somente com valores acima de 0,3 - 0,4 (MEZES et al., 2011).

No momento em que o reator operava com COV de  $8,4 \text{ g}_{\text{SV adic}} \text{ L}^{-1} \text{ reator d}^{-1}$  e TRH de 24 horas, observou-se a formação de espuma, refletindo negativamente sobre a produtividade e rendimento de biogás, teor de metano e eficiência de remoção de SV. Outro problema identificado neste momento foi a concentração de amônia livre que estava em média  $223,1 \pm 66,4 \text{ mg L}^{-1}$  e apresentou tendência crescente. Yenigun e Demirel (2013) relatam inibição por amônia livre em concentrações superiores a  $200 \text{ mg L}^{-1}$ .

Bortoli et al. (2009), operando reator UASB de 100 L, com COV de  $4 \text{ kg}_{\text{DQO adic}} \text{ m}^3_{\text{reator}} \text{ d}^{-1}$  (aproximadamente  $2,7 \text{ g}_{\text{SV adic}} \text{ L}^{-1} \text{ reator d}^{-1}$ ), obteve teores de metano próximos a 75%, eficiência de remoção SV de até 40%, produtividade de  $1,42 \text{ m}^3_{\text{biogás}} \text{ m}^3_{\text{reator}}^{-1} \text{ d}^{-1}$  e rendimento de biogás de  $1,5 \text{ m}^3_{\text{biogás}} \text{ kg}_{\text{SV adic}}^{-1}$ . Já Pereira et al. (2011), estudando sistema de tratamento de dejetos de suínos com reator UASB de  $3,82 \text{ m}^3$ , TRH de 30 horas e COV de aproximadamente  $0,7 \text{ g}_{\text{SV}} \text{ L}^{-1} \text{ reator d}^{-1}$ , obtiveram produtividade e eficiência de remoção de SV média de  $0,1 \text{ m}^3_{\text{N biogás}} \text{ m}^3_{\text{reator}}^{-1} \text{ d}^{-1}$  e 79%, respectivamente.

## CONCLUSÃO

O reator UASB apresentou capacidade de adaptação as progressões de COV e elevado teor de metano no biogás. Porém, quando houve um aumento súbito na

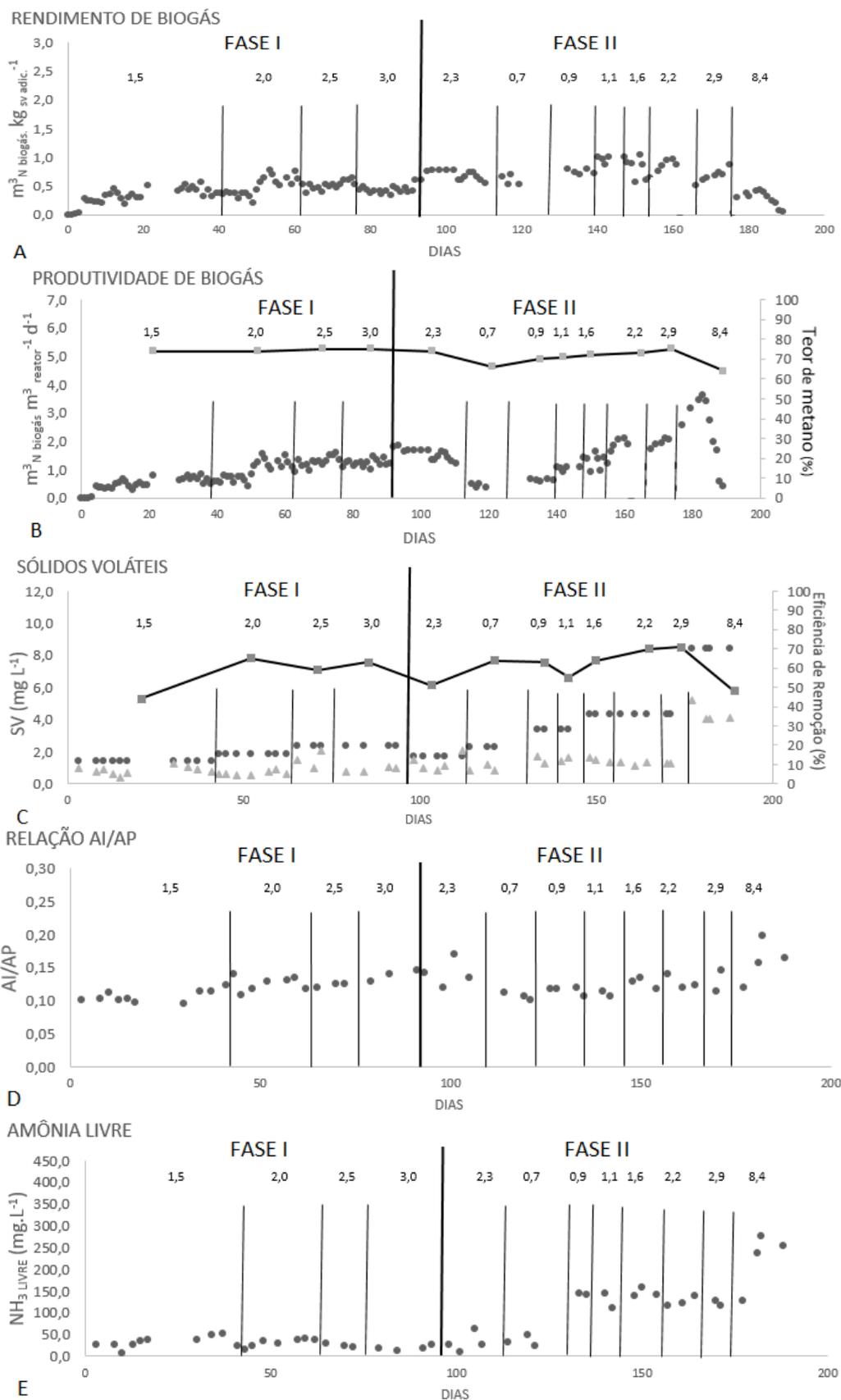
concentração de sólidos no substrato levando ao aumento de COV e consequente redução TRH (24 horas), ocorreu limitações na eficiência do processo. Tais distúrbios podem estar relacionados ao aumento da concentração de amônia livre. Os resultados demonstraram que a progressão de COV influenciou o comportamento das variáveis que afetam a produção de biogás, permitindo compreender e prever situações semelhantes em escala real.

## REFERÊNCIAS

- ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Produção de suínos: teoria e prática, pág 23, Brasília, 2014.
- ANTHONISEN, A.C., LOHER, R.C., PRAKASAM, T.B.S., SRINATH, E. "Inhibition of nitrification by ammonia and nitrous acid". **Journal Water Pollution Control Federation**, v. 48, n.5, p. 835-852, 1976.
- APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 22st. ed. Washington: APHA, 2012.
- BORTOLI, M.; KUNZ, A.; SOARES, H. M. Comparativo entre reatores UASB e biodigestores para geração de biogás no tratamento de dejetos de suínos. **I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais (SIGERA)**. Anais, Florianópolis, p. 37-42, 2009.
- CHERUBINI, E; ZANGHELINI, G. M; ALVARENGA, R. A. F; FRANCO, D; SOARES, S. R. Life cycle assessment of swine production in Brazil: a comparison of four manure management systems. **Journal of Cleaner Production**, 87, 68-77, 2014.
- KUNZ, A; MIELE, M.; STEINMETZ, R. L. R. Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil. **Bioresource technology**, v. 100, n. 22, p. 5485-5489, 2009.
- MAO, C.; FENG, Y.; WANG, X.; REN, G. Review on research achievements of biogas from anaerobic digestion. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 45, p. 540-555, 2015.
- MÉZES, L.; BIRÓ,G.; SULYOK, E.; PETIS, M.; BORBÉLY, J.; TAMÁS, J. **Novel Approach on the basis of FOS/TAC method**, Analele Universității din Oradea, Fascicula Protectia Mediului Vol. 17, 2011.
- YENIGÜN, O; DEMIREL, B. Ammonia inhibition in anaerobic digestion: a review. **Process Biochemistry**, v. 48, n. 5, p. 901-911, 2013.

**Tabela 1.** COV, TRH, diluição, velocidade ascensional, produtividade e rendimento de biogás.

COV (g <sub>sv</sub> adic L <sup>-1</sup> reator d <sup>-1</sup> )	TRH (horas)	Diluição água:dejetos	Produtividade (m <sup>3</sup> N biogás m <sup>3</sup> reator <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	Rendimento (m <sup>3</sup> N biogás kg sv adic <sup>-1</sup> )	Velocidade ascensional (m h <sup>-1</sup> ) × 10 <sup>-2</sup>
FASE I					
1,5	22	75:25	0,5 ± 0,3	0,3 ± 0,1	4,2
2,0	22	75:25	1,0 ± 0,2	0,5 ± 0,2	4,2
2,5	18	70:30	1,3 ± 0,2	0,5 ± 0,1	5,0
3,0	18	70:30	1,6 ± 0,4	0,4 ± 0,1	5,0
FASE II					
2,3	75	60:40	1,6 ± 0,4	0,7 ± 0,2	1,3
0,7	75	40:60	0,4 ± 0,1	0,6 ± 0,1	1,3
0,9	75	20:80	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,2	1,3
1,1	75	0:100	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,3
1,6	60	0:100	1,5 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,4
2,2	48	0:100	1,7 ± 0,3	0,8 ± 0,2	2,0
2,9	36	0:100	1,9 ± 0,2	0,7 ± 0,1	3,0
8,4	24	0:100	2,4 ± 1,1	0,3 ± 0,1	4,0



**Figura 1.** A – Rendimento de biogás; B – Produtividade de biogás e teor de metano; C – SV afluente, SV efluente e eficiência de remoção de SV; D – Relação AI/AP; E – Concentração de Amônia Livre. FASE I : COV de 1,5 a 3,0  $g_{sv\ adic} L^{-1} reator\ d^{-1}$ ; FASE II COV de 2,3 a 8,4  $g_{sv\ adic} L^{-1} reator\ d^{-1}$ .