

# POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS MUNICIPAIS CO-DIGERIDOS COM DEJETO SUÍNO

## *BIOGAS GENERATION POTENTIAL BY THE ANALYSIS OF THE PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS OF MUNICIPAL SOLID WASTE CO-DIGESTED WITH SWINE MANURE*

Waldir Nagel Schirmer<sup>1</sup>  
Fabíole Jordana Los Barbosa<sup>2</sup>  
Alexandre Rodrigues Cabral<sup>3</sup>  
Marlon André Capanema<sup>4</sup>

### Resumo

O presente estudo avaliou a influência de parâmetros físico-químicos na previsão de geração de biogás a partir da co-digestão da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos (FORSU) inoculados com dejetos suínos nas proporções 1 g<sub>sv</sub> resíduo:1 g<sub>sv</sub> inóculo e 3g<sub>sv</sub> resíduo:1 g<sub>sv</sub> inóculo. Todos os tratamentos foram conduzidos em modo batelada e temperatura constante (32°C) por 50 dias. Os parâmetros monitorados foram umidade, sólidos totais voláteis (STV) e pH e permitiram avaliar a influência de cada um no processo e sua ação conjunta na condução da biodigestão e consequente geração de biogás. A análise dos parâmetros físico-químicos indicou condições favoráveis ao processo de biodigestão.

**Palavras-chave:** Biogás. Codigestão. Dejetos animais. Resíduo sólido municipal.

### Abstract

*The present work focused on evaluating the influence of physical-chemical parameters in the forecast of biogas generation from codigestion of the organic fraction of municipal solid waste (OFMSW) codigested with swine manure at 1 g<sub>vs</sub> waste:1 g<sub>vs</sub> inoculum and 3g<sub>vs</sub> waste:1 g<sub>vs</sub> inoculum ratios. All treatments evaluated were carried out in batch mode and constant temperature (32°C) for 50 days. Moisture content, volatile solids and pH parameters have been evaluated and allowed to determine the influence of each one in the process of biodigestion and its influence in biogas generation. The physical-chemical analysis pointed out suitable conditions to biodigestion process.*

**Keywords:** Animal manure. Biogas. Codigestion. Municipal solid waste.

---

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia Ambiental pela UFSC. Professor Associado da Universidade Estadual do Centro-oeste do Paraná (UNICENTRO). E-mail: wanasch@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Eng<sup>a</sup> Sanitária e Ambiental pela UNICENTRO. E-mail: fabiolelos@gmail.com

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Civil. Professor titular da Université de Sherbrooke, Canadá. E-mail: alexandre.cabral@usherbrooke.ca

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia Civil pela Université de Sherbrooke, Canadá. Professor adjunto do IF-GO. E-mail: marloncapanema@gmail.com

## 1 Introdução

A digestão anaeróbia de sólidos orgânicos, como os dejetos animais, para a produção de energia tem sido uma tecnologia amplamente utilizada (ANGELIDAKI et al, 2009). Resumidamente, a digestão anaeróbia da biomassa é um tratamento biológico anaeróbio de estabilização de matéria orgânica com consequente produção de biogás (MATA-ALVAREZ et al., 2014). Neste contexto, a utilização de um co-substrato, muitas vezes, traz várias vantagens para um digestor anaeróbio como melhora no rendimento da produção de biogás (interações sinérgicas entre os substratos), vantagens econômicas, melhora nos teores de umidade e nutrientes e, ainda, facilidade no tratamento de resíduos mistos (MATA-ALVAREZ; MACÉ e LLABRÉS, 2000). Assim, o presente trabalho teve como objetivo comparar os parâmetros físico-químicos em um processo em batelada de resíduos sólidos urbanos inoculados com dejetos suíno em diferentes proporções, de modo a estimar o potencial de geração de biogás a partir dos valores iniciais destes parâmetros.

## 2 Material e métodos

### 2.1 Coleta e preparo dos resíduos sólidos e inóculos

A amostragem do resíduo, no aterro sanitário de Guarapuava (PR), consistiu em selecionar apenas a fração orgânica da pilha de resíduos sólidos urbanos (ainda não aterrados) dispostos no dia anterior. O procedimento seguiu a técnica de quarteamento da norma NBR 10.007 (ABNT, 2004). Em laboratório, o resíduo foi novamente homogeneizado e moído. Como inóculos, foi utilizado dejetos suíno, coletado em propriedade rural da região.

### 2.2 Montagem e partida dos biodigestores

A montagem e “start up” dos biodigestores utilizaram dejetos suíno como inóculo do resíduo orgânico nas proporções 1 g<sub>sv</sub> resíduo:1 g<sub>sv</sub> inóculo e 3g<sub>sv</sub> resíduo:1 g<sub>sv</sub> inóculo. Os biodigestores utilizados eram constituídos de frascos de borossilicato de 250 mL. Os diferentes tratamentos foram preparados em modo batelada. Todas as amostras eram homogeneizadas de modo a aumentar a interação entre inóculo/resíduo. A adição de água foi necessária para que todos os biodigestores fossem conduzidos nas mesmas condições experimentais de umidade para fins de comparação dos resultados. A umidade escolhida para este trabalho foi de 85%, dentro da faixa recomendada para a geração de biogás por Andreoli

et al. (2003) e USEPA (1991). O experimento foi conduzido em triplicatas para todos os tratamentos. Procedeu-se à incubação dos biodigestores em banho termostático, à temperatura constante de 32°C por um período de 50 dias.

### 2.3 Caracterização físico-química das amostras

Análises físico-químicas foram realizadas para caracterização da FORSU inoculados com dejetos suínos nas diferentes proporções (1:1 e 3:1) antes e após a biodigestão, seguindo metodologia do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2002). Os parâmetros monitorados foram umidade, sólidos totais voláteis (STV) e pH; segundo Crovador (2014), estes estão entre os parâmetros que mais influenciam a geração de biogás. Todas as análises foram feitas em triplicatas.

## 3 Resultados

A Tabela 1 apresenta os dados de pH, STV e umidade dos tratamentos avaliados, antes e após o período de biodigestão.

Tabela 1- Caracterização físico-química inicial e final dos tratamentos avaliados antes e após o período de biodigestão.

Parâmetro	<i>Proporção 3:1</i>		<i>Proporção 1:1</i>	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Umidade (%)	84	87	84	85
STV (%)	94,1	91,1	89,3	88,0
pH	6,1	4,0	6,2	4,4
Média das triplicatas				

De acordo com USEPA (1991) e Andreoli *et al* (2003), a taxa de geração de biogás pode ser favorecida em meios com elevado teor de umidade, nesse caso, de 60 a 90%, faixa em que se situaram todos os ensaios, como mostrado na Tabela 1. Vê-se, ainda, que praticamente não houve variação da umidade durante o experimento nos dois tratamentos avaliados.

Redon et al. (2005) reportam que a determinação dos sólidos voláteis é bom parâmetro para seguir a degradação da matéria orgânica biodegradável. Ainda, de acordo com Decottignies et al. (2005), um resíduo pode ser considerado estabilizado na faixa de sólidos

voláteis de 10 a 17,4%. Pela Tabela 1, vê-se que os valores finais (próximos a 90%) para os dois tratamentos ficaram bem acima da faixa reportada por Decottignies et al. (2005) como parâmetro de estabilização do resíduo. Esses valores finais indicam, portanto, potencial remanescente de sólidos voláteis no substrato passível de degradação e geração de biogás.

Em termos de pH, USEPA (1991) reporta que, para a formação de metano no processo de biodigestão, em meio neutro a levemente alcalino é o mais indicado. Segundo Bidone e Povinelli (1999), a maioria dos microrganismos apresenta melhor crescimento em pH neutro, pois valores de pH acima de 7,6 ou abaixo de 6,0 podem levar à inibição da atividade dos microrganismos. Nesse caso, os valores de pH medidos no *start up* dos biodigestores encontram-se, portanto, numa faixa de valores adequados à biodigestão. Assim, vê-se que os 50 dias podem ter sido insuficientes para o cumprimento das etapas de biodigestão anaeróbia. Nos casos de Schirmer et al. (2014) e Crovador (2014), por exemplo, mesmo períodos de 80 e 91 dias de incubação resultaram em teores de sólidos voláteis próximos a 46% e 55%, respectivamente, também demonstrando necessidade de um período maior de degradação.

## 4 Conclusões

Apesar das diferentes proporções resíduo:inóculo trabalhadas, todas as condições foram semelhantes para o processo de digestão anaeróbia e, portanto, geração de biogás. A adição de inóculo proporciona umidade no meio, elemento fundamental para o processo de degradação anaeróbia. Os parâmetros analisados permitiram avaliar a influência de cada um no processo e sua ação conjunta na condução da biodigestão e consequente geração de biogás.

## 5 Agradecimentos

Os autores agradecem às seguintes agências de fomento pelo suporte financeiro:

- Fundação Araucária do Paraná e Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (SETI);
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil, no âmbito do Programa Ciência Sem Fronteiras (CsF).

## 6 Referências

ANDREOLI, C. V.; FERREIRA, A. C.; CHERNICHARO, C. A. AND BORGES, E. S. M., **Secagem e higienização de lodos com aproveitamento de biogás**, In: Cassini, S. T. (Ed.), *Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás*, Rio de Janeiro: ABES, Rima, p. 121-165, 2003.

ANGELIDAKI, I.; ALVES, M.; BOLZONELLA, D.; BORZACCONI, L.; CAMPOS, J. L.; GUWY, A. J.; KALYUZHNYI, S.; JENICEK, P.; VAN LIER, J. B. Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: a proposed protocol for batch assays. **Water Science & Technology**, v. 59, n. 05, p. 927–934, 2009.

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19<sup>a</sup> ed., Washington, D.C., p. 1268, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 71p.

BIDONE, F. R. A; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. 1.ed. São Carlos: EESC/USP, 1999. 109p.

CROVADOR, M. I. C. **Potencial de geração de biogás a partir da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos**. 2014, 119 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, área de concentração em Biocombustíveis, Universidade Estadual do Centro - Oeste, 2014.

DECOTTIGNIES, V.; GALTIER, L.; LEFEBVRE, X; VILLERIO, T. Comparison of analytical methods to determine the stability of municipal solid waste and related wastes. In: **Proceedings Sardinia**, Tenth International Waste Management and Landfill Symposium, 2005.

MATA-ALVAREZ, J., DOSTA, J., ROMERO-GUIZA, M.S., FONOLL, X., PECES, M., ASTALS, S. A critical review on anaerobic co-digestion achievements between 2010 and 2013. **Renewable and sustainable energy reviews**. v. 36, p. 412-427, 2014.

MATA-ALVAREZ, J., MACÉ, S., LLABRES P. Anaerobic digestion of organic solid wastes. Na overview of research achievements and perspectives. **Bioresource Technology**, v.74, p. 3-16, 2000.

REDON, E., LORNAGE, R., LAGIER, T. AND HEBE, I., Measurement and comparison of different stability parameters during a mechanical biological pretreatment before landfilling. In: **Proceedings Sardinia**, Tenth International Waste Management and Landfill Symposium, 2005.

SCHIRMER, W. N.; JUCÁ, J. F. T.; SCHULER, A. R. P.; HOLANDA, S.; JESUS, L. L. Methane production in anaerobic digestion of organic waste from Recife (Brazil) Landfill: evaluation in refuse of different ages. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v.31, n.02, p.373-384, April - June, 2014.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA), **Air emissions from municipal solid waste landfills** - Background information for proposed standards and guidelines. Publication EPA-450/3-90-011a, North Carolina, 1991.