

## POTENCIAL BIOQUÍMICO DE METANO DE CAMA DE PERU

Cé, A.\*<sup>1</sup>; Bortoli, M.<sup>1</sup>; Steinmetz, R.L.R.<sup>2</sup>; Venturin, B.<sup>3</sup>; Tápparo, D.C.<sup>3</sup>; Kunz, A.<sup>2;3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pós-Graduação em Eng. Ambiental: Análise e Tecnologia Ambiental, campus Francisco Beltrão, PR

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

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus Cascavel, PR

\*anaceamb@gmail.com

**RESUMO:** Com o aumento dos resíduos provenientes da produção confinada de perus, uma fonte alternativa de energia pode ser alcançada através da digestão anaeróbia. Nesse sentido, avaliar o potencial bioquímico de metano desses substratos apresenta-se como uma alternativa para avaliar a máxima produção de CH<sub>4</sub> e concomitantemente a isto verificar a ocorrência de possíveis inibidores do processo. O objetivo do trabalho foi verificar o comportamento das diferentes relações da cama de peru com o inóculo (0,2; 0,3; 0,4; 0,5), utilizando a equação de Gompertz para modelagem dos dados de cinética de produção de metano. Os ensaios cinéticos seguiram metodologia descrita pela VDI 4630 (2006). A produção diária de metano foi realizada utilizando sistema automático de testes de potencial de metano, com agitação automática a cada 10 minutos durante 35 dias. A cama de peru apresentou uma relação C/N de 7,3 e 0,75 de SV/ST. Os valores para as condições de SV<sub>substrato</sub>/SV<sub>inóculo</sub> (0,2; 0,3; 0,4; 0,5) para o potencial de produção máxima de CH<sub>4</sub> não apresentaram diferença estatística.

**Palavras-chave:** digestão anaeróbia, cama de aviário, cinética de produção.

## BIOCHEMICAL METHANE POTENTIAL OF TURKEY LITTER

**ABSTRACT:** With the increase of wastes from confined production of turkeys, an alternative energy source can be achieved through anaerobic digestion. In this way, the evaluation of the biochemical potential of methane of these wastes is an alternative way to evaluate the maximum CH<sub>4</sub> production and concomitantly also verify the occurrence of possible inhibitors of the process. The aim of this study was to check the behavior of different turkey litter and inoculum ratios (0.2; 0.3; 0.4; 0.5), using the Gompertz equation for modeling the kinetic data of methane production. Kinetic assays followed the methodology described by VDI 4630 (2006). The daily methane production was performed using automatic methane test system, with automatic stirring each 10 minutes during 35 days. The turkey litter show a C/N ratio of 7.3 and 0.75 of VS/TS. The values for the VS<sub>substrate</sub>/VS<sub>inoculum</sub> conditions (0.2; 0.3; 0.4; 0.5) does not show statistical difference for the maximum CH<sub>4</sub> potential production.

**Keywords:** anaerobic digestion, poultry litter, kinetic of production.

## INTRODUÇÃO

A produção de perus no último ano foi de aproximadamente 390 mil toneladas de carne (ABPA, 2018). A mesma é realizada em um sistema produtivo em forma de confinamento, dividido em duas etapas: iniciador e terminador. A primeira caracteriza-se pela criação de filhotes (machos e fêmeas) e o sistema de terminação é dividido em: macho pesado, fêmea pesada e fêmea leve (MARTINS et al., 2011), que se difere conforme a finalidade comercial (exportação, produção regional ou natalina).

Os resíduos desses sistemas produtivos quando descartados sem tratamento prévio podem comprometer a qualidade do solo e água, pela elevada quantidade de nutrientes que os mesmos possuem. Assim, a digestão anaeróbia apresenta-se como uma alternativa para o aproveitamento energético desses resíduos, e concomitantemente a isto ao adequado manejo dos mesmos.

Alguns estudos recomendam uma relação C/N de 20/1 a 30/1 para a digestão anaeróbia, pois substratos com elevadas concentrações de nitrogênio podem causar inibição quando presentes na forma de amônia livre (a qual depende do pH e temperatura), já concentrações maiores de carbono ocasionam desequilíbrio no metabolismo dos microrganismos (KOTHARI, et al., 2014; ESTEVEZ et al., 2012; KHANAL, 2008). Nesse sentido, a avaliação da composição físico-química e potencial bioquímico de metano (PBM) desses substratos

possibilita determinar a máxima produção de metano, bem como verificar a ocorrência de possíveis inibidores no processo, como amônia livre, por exemplo.

O guia VDI 4630 (2016) apresenta descrições detalhadas para os ensaios cinéticos em batelada para avaliar o PBM de diferentes substratos orgânicos. O guia destaca algumas informações referentes à quantidade de inóculo e substrato utilizada nos testes, como: a) quantidade de substrato não deve exceder a quantidade de inóculo considerando relação igual ou menor de 0,5 em sólidos voláteis ( $SV_{\text{substrato}}/SV_{\text{inóculo}}$ ) para prevenir inibições; b) a concentração de sólidos totais no reator não deve exceder 10%,  $m\ m^{-1}$ ; c) a produção de biogás a partir do substrato deve ser, no mínimo, 80% maior do que a contribuição do inóculo; e d) também deve-se utilizar substâncias ou amostras padrão em ensaios paralelos para avaliar a atividade do inóculo.

O objetivo do trabalho foi verificar o comportamento das diferentes relações da cama de peru em relação ao inóculo ( $SV_{\text{substrato}}/SV_{\text{inóculo}}$ ), utilizando a equação de Gompertz para modelagem dos dados da cinética de produção.

### MATERIAL E MÉTODOS

A cama de peru utilizada para os ensaios foi coletada em uma granja de produção de perus no município de Francisco Beltrão – PR. A amostra constituiu-se principalmente de maravalha e elevadas quantidades de excretas, proveniente de um sistema de terminação de perus machos em 50 dias de criação.

As análises dos parâmetros físico-químicos [Sólidos Totais, Fixos e Voláteis (%  $m\ m^{-1}$ ); Nitrogênio Total (%  $m\ m^{-1}$ ) e Carbono Total (%  $m\ m^{-1}$ )] foram realizadas na Embrapa Suínos e Aves, localizada em Concórdia – SC, de acordo com APHA, (2012). Os ensaios cinéticos foram realizados em triplicata e em batelada, com o auxílio de reatores com capacidade de volume de 500 mL. A produção diária de metano foi mensurada utilizando-se equipamento automático de testes de potencial de metano - AMPTS II, com agitação automática dos substratos a cada 10 minutos durante 35 dias (BIOPROCESS CONTROL, 2016). Foram utilizados quatro tratamentos com diferentes relações  $SV_{\text{substrato}}/SV_{\text{inóculo}}$  (0,2; 0,3; 0,4; 0,5), de maneira que a quantidade de substrato não excedesse a quantidade de inóculo (VDI 4630, 2016). Também foram empregados ensaios controle, em paralelo, sem adição de substratos para descontar a produção de biogás proveniente do inóculo, assim como pela avaliação da produção de biogás de substrato padrão de celulose microcristalina (20  $\mu$  size, Sigma-Aldrich/Alemanha).

As amostras foram mantidas em temperaturas mesofílicas ( $37 \pm 1\ ^\circ\text{C}$ ) VDI 4630 (2016). O inóculo anaeróbico mesofílico utilizado foi de acordo com Steinmetz, et al., (2016). Foi utilizada a equação (1) de Gompertz para os dados de produção de metano (SELVARAJ et al., 2018; PELLERA et al., 2016). Os coeficientes cinéticos e análises estatísticas foram determinados com o auxílio do *software Statistica 12* (trial®) (StatiSoft).

$$M(t) = A * \exp \left( -\exp \left( \left( \frac{r m}{A} \right) * (\lambda - t) * e^1 + 1 \right) \right) \quad (1)$$

**A:** Potencial de produção máxima de  $\text{CH}_4$  ( $\text{NmLCH}_4\ \text{gSV}^{-1}$ );

**$r_m$ :** Velocidade máxima de produção de  $\text{CH}_4$  ( $\text{NmLCH}_4\ \text{gSV}\ \text{d}^{-1}$ );

**$\lambda$ :** fase lag (d).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor ótimo para a relação C/N varia conforme o tipo de substrato e das fontes de digestibilidade do carbono e nitrogênio. A relação de C/N da cama de peru apresentou um valor de 7,3 (Tabela 1) o que representa alta concentração de nitrogênio, podendo ocasionar inibições. Nesse contexto evidencia-se a importância de avaliar as diferentes relações de  $SV_{\text{substrato}}/SV_{\text{inóculo}}$  da produção máxima de metano, para verificar a existência de uma possível inibição no processo. A cama de peru apresentou uma relação de SV/ST de 0,75 (Tabela 1), a qual indica um teor de matéria orgânica com potencial para digestão anaeróbia.

Os valores de pH tiveram um acréscimo do início ao final dos testes cinéticos que variaram de 7,48 a 7,57 para 7,78 a 7,97. A celulose microcristalina apresentou 84% de recuperação de biogás, indicando atividade satisfatória do inóculo mesofílico ( $>637\ \text{NmL}_{\text{biogás}}\ \text{gSV}_{\text{substrato}}^{-1}$ ), conforme preconiza VDI 4630 (2016) e HOLLIGER et al., (2016).

Foram encontrados resultados de produção de CH<sub>4</sub>, que variaram de 92,9 a 95,5 L<sub>N</sub> kg MF<sup>-1</sup>. Entretanto, é necessária diluição da cama de peru para digestão em fase líquida, pela elevada concentração de sólidos presentes nesses substratos (ST: 43% m m<sup>-1</sup>). O maior valor para a produção máxima de CH<sub>4</sub> foi encontrado para a relação de 0,5 (305,8 NmLCH<sub>4</sub> gSV<sup>-1</sup>), utilizando-se o modelo de Gompertz (Figura 1). Os quatro modelos teóricos exibiram ajuste satisfatório com coeficientes de determinação superiores a 0,99. Entretanto, não houve diferença estatística entre as médias para os valores de potencial de CH<sub>4</sub> nas diferentes relações SV<sub>substrato</sub>/SV<sub>inóculo</sub> da cama de peru (Tabela 2). Os resultados encontrados para a produção máxima de CH<sub>4</sub>, das diferentes relações, apresentaram valor menor que 5% de coeficiente de variação, conforme recomendam HOLLIGER et al., (2016).

### CONCLUSÃO

As relações de SV<sub>substrato</sub>/SV<sub>inóculo</sub> testadas (0,2; 0,3; 0,4; 0,5) obtiveram coeficientes com R<sup>2</sup> maior que 0,99 pelo modelo de Gompertz. Ainda, os valores para o potencial de produção máxima de CH<sub>4</sub> não apresentaram diferença estatística entre as médias, representando que para a cama de peru os intervalos de relação de 0,2 a 0,5 de SV<sub>substrato</sub>/SV<sub>inóculo</sub> podem ser utilizados para os ensaios de potencial bioquímico de metano, conforme metodologia prescrita pela VDI 4630 (2016), sem causar inibição nos testes cinéticos.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio prestado pela Fundação Araucária, Fundação CAPES, do Ministério de Educação do Brasil e SISTRATES-BNDES (Projeto n° 23.17.00.023.00).

### REFERÊNCIAS

- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatórios Anuais**. 2018. Disponível em: < <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf> >. Acesso em: 23 nov. 2018.
- APHA – American public health association. Standard methods for examination of water and wastewater. 22ST. ED. Washington: APHA, 2012.
- Bioprocess control. **Operation and Maintenance Manual**. Disponível em: <<http://www.bioprocesscontrol.com/media/1511/bioprocess-control-manual-ampts-ii-ampts-ii-light.pdf>>. 2016. Acesso em: 20 de nov. de 2018.
- ESTEVEZ, M. M.; LINJORDET, R.; MORKEN, J. Effects of steam explosion and co-digestion in the methane production from salix by mesophilic batch assays. **Bioresource technology**, V. 104, P. 749–756, 2012.
- HOLLIGER, C., ALVES, M., ANDRADE, D., ANGELIDAKI, I., ASTALS, S., BAIER, U., ... EBERTSEDER, F. (2016). Towards a standardization of biomethane potential tests. *water science and technology*, 74(11), 2515–2522.
- KHANAL, S. Anaerobic biotechnology for bioenergy production: principles and applications. **2008**.
- KOTHARI, R.; PANDEY, A. K.; KUMAR, S.; TYAGI, V. V.; TYAGI, S. K. Different aspects of dry anaerobic digestion for bio-energy: an overview. **Renewable and sustainable energy reviews**, V. 39, P. 174–195, 2014.
- MARTINS M, F.; SANDI, A, J.; ÁVILA, V, S.; FILHO, J, I, S. Comunicado 494 técnico. disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/920320/1/publicacao494.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2018.
- PELLERA F, GIDARAKOS E. Effect of substrate to inoculum ratio and inoculum type on the biochemical methane potential of solid agroindustrial waste. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 4, p. 3217–3229, 2016.
- SELVARAJ, B.; KRISHNSAMY, S.; MUNIRAJAN, S.; ALAGIRISAMY, P.S.; DHANUSHKODI, M.; GOPALSAMY, S.; KUPPUSAMY, K.K. Kinetic modelling of augmenting biomethane yield from poultry litter by mitigating ammonia. *International journal of green energy*. 2018.
- STEINMETZ, r. l. r.; MEZZARI, m. p.; DA SILVA, m. l. b.; et al. Enrichment and acclimation of an anaerobic mesophilic microorganism's inoculum for standardization of bmp assays. **Bioresource Technology**, v. 219, p. 21–28, 2016.

VDI, 4630. Fermentation of organic materials e characterization of the substrate, sampling, collection of material data, fermentation tests. **The association of german engineers**. 2016.

**Tabela 1.** Características químicas e físicas da amostra de cama de peru de sistema de terminação de machos alojados por 50 dias.

Parâmetro	Cama de peru (50 d)
Sólidos Totais (% , m m <sup>-1</sup> )	43
Sólidos Fixos (% , m m <sup>-1</sup> )	11,4
Sólidos Voláteis (% , m m <sup>-1</sup> )	32,2
N <sub>Total</sub> (% , m m <sup>-1</sup> )	2,62
C <sub>Total</sub> (% , m m <sup>-1</sup> )	19,06
Relação C/N	7,3
SV/ST	0,75

**Tabela 2.** Dados cinéticos obtidos pelo modelo de Gompertz ajustados aos dados experimentais dos ensaios de produção de CH<sub>4</sub> das diferentes proporções de SV<sub>substrato</sub>/SV<sub>inóculo</sub> estudadas.

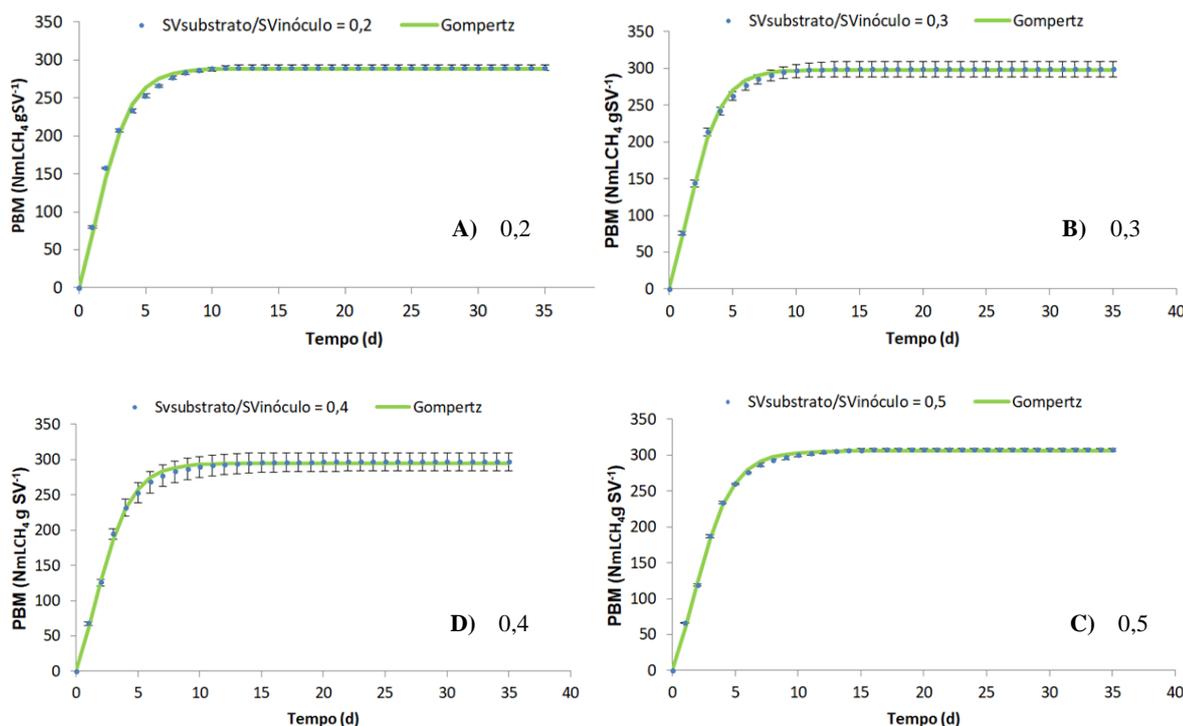
Relação SV <sub>substrato</sub> /SV <sub>inóculo</sub>	A (NmLCH <sub>4</sub> gSV <sup>-1</sup> )	r <sub>m</sub> (NmLCH <sub>4</sub> gSV <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	λ (d)	R <sup>2</sup>
0,2	288,4 ± 3,4 <sup>a</sup>	72,82 ± 0,5 <sup>bc</sup>	0,00 ± 0,0 <sup>d</sup>	0,9929 ± 0,06
0,3	298,0 ± 10,1 <sup>a</sup>	74,1 ± 3,3 <sup>c</sup>	0,07 ± 0,07 <sup>de</sup>	0,9960 ± 0,07
0,4	294,8 ± 13,2 <sup>a</sup>	66,6 ± 5,0 <sup>bc</sup>	0,10 ± 0,0 <sup>de</sup>	0,9961 ± 0,19
0,5	305,8 ± 2,0 <sup>a</sup>	66,0 ± 0,3 <sup>b</sup>	0,16 ± 0,01 <sup>e</sup>	0,9972 ± 0,02

As médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

A: Potencial máximo de CH<sub>4</sub> (NmLCH<sub>4</sub> gSV<sup>-1</sup>);

r<sub>m</sub>: Velocidade máxima de produção de CH<sub>4</sub> (NmLCH<sub>4</sub> gSV<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup>);

λ: fase lag (d).



**Figura 1.** Perfil da produção acumulada de CH<sub>4</sub> da amostra de cama de peru nas diferentes relações de SV<sub>substrato</sub>/SV<sub>inóculo</sub> estudadas.