



Determinação do potencial bioquímico de metano de diferentes fontes de substratos orgânicos

Determination of the biochemical potential of methane from different sources of organic substrates

Ana Clara da Costa de Norões Milfont¹, Thiago Edwiges²

RESUMO

A indústria agropecuária gera empregos em toda a cadeia produtiva, principalmente para produtores familiares, mas apesar dos ganhos significativos de produtividade, a quantidade de resíduos gerados resulta em diferentes impactos ambientais. A digestão anaeróbia é uma das soluções para o manejo dos dejetos animais e produção de energia. O objetivo desta pesquisa foi estimar o Potencial Bioquímico de Metano (PBM) de dois diferentes tipos de dejetos animais (suínos e bovinos) através de testes em reatores de vidro de 125 mL a 37 °C. Observou-se que os dejetos animais geram diferentes potenciais de produção de metano, com valores variando de 192 ± 3 a 977 ± 74 NL CH₄ kg SV⁻¹ com teor de metano variando entre 50,2% e 75,2%. Os testes de PBM são capazes de gerar dados para apoiar a tomada de decisão em escala real e contribuir para a implementação de sistemas de digestão anaeróbia para mitigar os impactos ambientais gerados pelos dejetos animais e o uso de combustíveis fósseis.

PALAVRAS-CHAVE: agropecuária, bovinos, digestão, metano, suínos.

ABSTRACT

The agricultural industry generates jobs throughout the production chain, mostly for family producers, but despite the significant productivity gains, the amount of waste generated results in different environmental impacts. Anaerobic digestion is one of the solutions for managing animal waste and producing energy. The aim of this research was to estimate the Biochemical Methane Potential (BMP) of two different types of animal waste (swine and cattle) through tests in 125 mL glass reactors at 37 °C. It was observed that animal waste generates different methane production potentials, with values ranging from 192 ± 3 to 977 ± 74 NL CH₄ kg SV⁻¹ with methane content varying between 50.2% and 75.2%. PBM tests are capable of generating data to support decision making on a real scale and contribute to the implementation of anaerobic digestion systems to mitigate the environmental impacts generated by animal waste and the use of fossil fuels.

KEYWORDS: agricultural, cattle, digestion, methane, swine.

¹ Bolsista da Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: anamilfont@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 4524973025394429.

² Docente no Curso de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: thiagoe@utfpr.edu.br. ID Lattes: 7643832070860943.



1 INTRODUÇÃO

Os sistemas intensivos de suinocultura e bovinocultura vêm se expandindo cada vez mais, afim de suprir as necessidades de consumo mundial. Em 2022 o Brasil teve um aumento de 5,99% em sua produção nacional na suinocultura, gerando aproximadamente 4,98 milhões de toneladas produzidas, sendo o quarto maior produtor mundial. E na bovinocultura um aumento de 7,5% na produção, cerca de 29,80 milhões de toneladas produzidas (ABPA e EMBRAPA, 2022). Com a intensificação da agropecuária, problemas ambientais vêm se intensificando devido a quantidade de dejetos gerados, que necessitam de tratamentos antes do descarte. Dessa forma, para minimizar a poluição são necessárias soluções alternativas como a digestão anaeróbia de matéria orgânica, a qual trata resíduos orgânicos produzindo biofertilizante, reduzindo odores e gerando biogás para aproveitamentos energéticos (ABRELPE, 2014).

O processo de digestão anaeróbica envolve diversos grupos de microrganismos que atuam em simbiose de modo que atacam a estrutura de materiais orgânicos complexos e produzem o biogás, compostos por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), amônia (NH_3) e óxido nitroso (N_2O) (ARAÚJO, 2017). O metano gerado pode ser utilizado como fonte de combustível veicular, eletricidade e adubo na compostagem. Porém, a implementação de digestores anaeróbios requer conhecimento do potencial metanogênico (BNDES, 2016). Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial metanogênico de dejetos orgânicos e de animais por testes de Potencial Bioquímico de Metano (PBM) e Potencial Bioquímico de Biogás (PBB), visando reduzir o tempo de geração de dados e subsidiar a tomada de decisão na escala real.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 COLETA E CARACTERIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS

As amostras utilizadas neste projeto foram coletadas em propriedades rurais da Região Oeste do Paraná. Dessas amostras foram realizadas as montagens nos frascos de vidro denominadas de dejetos de suíno unidade produtora de leitões (DSPL), dejetos de suíno unidade de terminação (DSTE), dejetos de suíno unidade de crechário (DSCR), dejetos de bovinos de corte a pasto (DBCP), dejetos bovinos de leite semiconfinado (DBLS) e dejetos bovinos de leite confinado (DBLC) que após a coleta, foram armazenadas em um refrigerador em temperatura de ± 4 °C. O pH foi determinado por meio do pHmetro digital (INSTRUTHERM/PH - 5000), já para as análises de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV), as amostras sólidas e semissólidas ficaram cerca de 12 horas na estufa com saída de ar e as amostras líquidas ficaram à 50 °C em outra estufa sem saída de ar. Na mufla as amostras ficaram a 550 °C por intervalos de tempo de 1 hora à 2 horas e 30 minutos.

Para a determinação do Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) utilizou amostras na forma bruta digeridas a 350 °C no bloco digestor (MARCONI/MA 4025), destiladas no destilador (TECNAL/TE 036/1) e tituladas com ácido clorídrico 0,1 mol/L. Para as amostras líquidas as análises de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) também foram determinadas na forma bruta (APHA, 2005). E para a obtenção do carbono orgânico total (COT), realizou-se a divisão do valor de SV pelo fator 1,8 utilizando a relação C/N, calculada por meio da divisão do valor de COT pelo valor de NTK.



2.2 POTENCIAL BIOQUÍMICO DE METANO (PBM)

Para determinar o PBM, foi coletado inóculo (INO) composto de uma mistura de digestatos oriundos de reatores alimentados com dejetos suínos e bovinos no Centro Internacional de Energias Renováveis – CIBIOGÁS (Foz do Iguaçu, PR). Desgaseificado em incubadora a 37 °C entre 5 a 7 dias. Os testes foram feitos em duplicata, em reatores de vidro de 125 mL com a relação inóculo por substrato (RIS) de 2/1 com base em SV (sólidos voláteis).

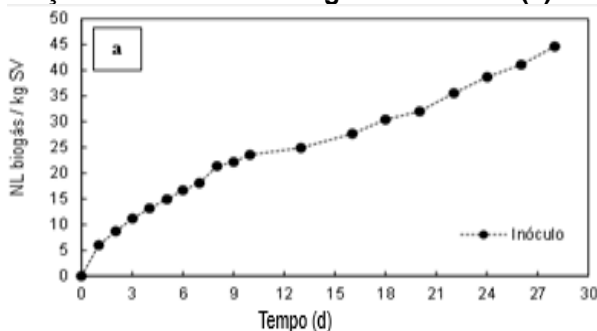
Também foi incubada amostra de celulose microcristalina (CM) para garantir que o inóculo possua atividade biológica de modo satisfatório. Então, o gás nitrogênio foi recirculado por 10 segundos em cada frasco, tornando o ambiente interno instantaneamente anaeróbico, acelerando o processo de digestão pelos microrganismos e em seguida todos os frascos foram vedados e acondicionados em incubadora a 37 °C (SOLAB/SL - 225/364). Para realizar a medição do biogás foram utilizadas seringas de 20 mL e 100 mL com o auxílio de um manômetro digital para equiparar a pressão interna do frasco com a pressão atmosférica (pressão manométrica - mbar) ambiente.

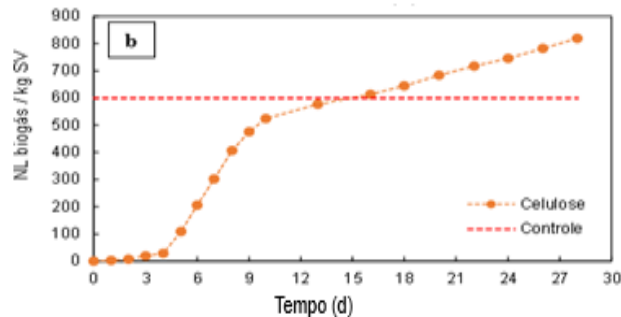
A composição do biogás foi determinada em cromatografia gasosa no cromatógrafo (Perkin Elmer – Clarus 680), utilizando gás hélio como gás de arraste. As cromatografias da primeira batelada foram executadas somente duas vezes entre o 13° e 35° devido as condições climáticas. As da segunda foram realizadas nos 6°, 16° e 29° dias de teste, onde obteve-se os teores de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) produzidos ao longo do experimento. O teor de CH₄ é expresso em base corrigida e seca e o PBM é apresentado em NL CH₄ kg SV⁻¹.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O inóculo teve pH de 7,66 com teor de ST de 3,5% e o teor de SV de 62% ST. Os valores obtidos estão dentro da faixa recomendada por HOLLIGER, C. *et al.* (2016) com pH entre 7,0-8,5 e SV ≥ 50%_{ST} para garantir bom desempenho na degradação da matéria orgânica. O volume acumulado de biogás do inóculo (Figura 1a) foi de 45,0±10 NL kg SV⁻¹. O volume de produção acumulada da celulose microcristalina (Figura 1b) foi de 819±50 NL kg SV⁻¹, sendo superior aos 600 NL kg SV⁻¹ esperados para este tipo de amostra.

Figura 1 - Produção acumulada de biogás do inóculo (a) e da celulose (b)

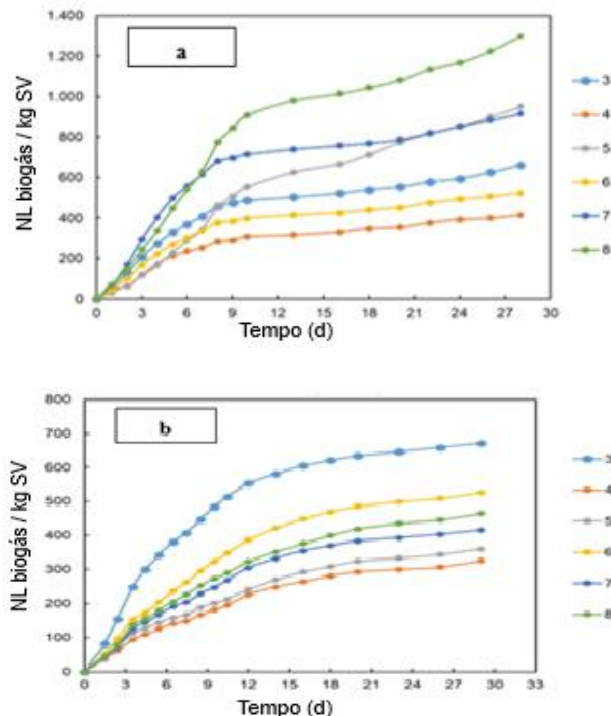




Fonte: Autoria própria (2023).

Para os dejetos suínos unidade produtora de leitões (DSPL) (Figura 2a), o PBB foi de 662 ± 72 NL kg SV⁻¹ para o DSPL 1 (3) e 416 ± 23 NL kg SV⁻¹ para o DSPL 2 (4). Para os dejetos suínos de unidade de crechário (DSCR) o PBB foi de 952 ± 48 NL kg SV⁻¹ para o DSCR 1 (5) e 523 ± 52 NL kg SV⁻¹ para o DSCR 2 (6). Já para os dejetos suínos unidade de terminação (DSTE) o PBB foi de 1.062 ± 159 NL kg SV⁻¹ para o DSTE 1 (7) e 1.299 ± 98 NL kg SV⁻¹ para o DSTE 2 (8). Observam-se valores entre 416 a 1.299 NL biogás kg SV⁻¹ para as amostras de dejetos suínos, evidenciando a elevada heterogeneidade deste tipo de substrato.

Figura 2 – Produção acumulada dos substratos de dejetos suínos (a) e produção acumulada dos substratos de dejetos bovinos (b)



Fonte: Autoria própria (2023).

OBS.: Figura 2 (a) - DSPL 1 (3), DSPL 2 (4): Dejeito de Suíno Unidade Produtora de Leitões; DSCR 1 (5), DSCR 2 (6): Dejeito de Suíno Unidade de Crechário; DSTE 1 (7), DSTE 2 (8): Dejeito de Suíno Unidade de Terminação. Figura 2 (b) - DBCP 1 (3), DBCP 2 (4): Dejeito de Bovinos de Corte a Pasto; DBLC 1 (5), DBLC 2 (6): Dejeito Bovino de Leite Confinado; DBLS 1 (7), DBLS 2 (8): Dejeito Bovino de Leite Semiconfinado.



Para os dejetos bovinos de corte a pasto (DBCP) (Figura 2b), o PBB foi de 672 ± 35 NL kg SV⁻¹ para o DBCP 1 (3) e 326 ± 5 NL kg SV⁻¹ para o DBCP 2 (4). Para os dejetos bovinos de leite confinado (DBLC) o PBB foi de 361 ± 3 NL kg SV⁻¹ para o DBLC 1 (5) e 527 ± 19 NL kg SV⁻¹ para o DBLC 2 (6). Já para os dejetos bovinos de leite semiconfinado (DBLS) o PBB foi de 417 ± 38 NL kg SV⁻¹ para o DBLS 1 (7) e 465 ± 28 NL kg SV⁻¹ para o DBLS 2 (8). Portanto, observam-se valores entre 326 a 672 NL biogás kg SV⁻¹ para as amostras de dejetos bovinos, evidenciando uma heterogeneidade média para este tipo de substrato.

O PBM médio das amostras de suínos foi de 977 ± 74 NL CH₄ kg SV⁻¹ e 303 ± 17 NL CH₄ kg SV⁻¹, já para os dejetos bovinos os valores médios foram de 367 ± 19 NL CH₄ kg SV⁻¹ e 192 ± 3 NL CH₄ kg SV⁻¹. Com relação ao teor de metano no biogás gerado pelos dejetos animais, observam-se valores entre 50,2% e 75,2% (Tabela 1), corroborando para a hipótese de que diferentes fontes de dejetos animais, com diferentes composições macromoleculares resultam em diferentes teores de metano. Contudo, todos os testes relevaram potenciais com teores superiores à 50%, indicando potencial de aproveitamento energético do biogás gerado.

Tabela 1 – Produção de biogás nos substratos

SUBSTRATOS	PBB (NL kg SV ⁻¹)	Teor de Metano (%)	PBM (NL CH ₄ kg SV ⁻¹)
INÓCULO	45,0±10	57,7	26±6
CELULOSE	819±50	50,2	411±25
DSPL 1	662±72	65,3	433±47
DSPL 2	416±23	72,9	303±17
DSCR 1	952±48	73,5	700±36
DSCR 2	523±52	68,9	361±36
DSTE 1	1062±159	65,5	601±180
DSTE 2	1299±98	75,2	977±74
DBCP 1	672±35	54,6	367±19
DBCP 2	326±5	58,8	192±3
DBLC 1	361±3	59,0	213±2
DBLC 2	527±19	54,1	285±10
DBLS 1	417±38	56,7	236±22
DBLS 2	465±28	56,5	263±16

Fonte: Autoria própria (2023).

OBS.: DSPL: Dejeito de Suíno Unidade Produtora de Leitões; DSTE: Dejeito de Suíno Unidade de Terminação; DSCR: Dejeito de Suíno Unidade de Crechário; DBCP: Dejeito de Bovinos de Corte a Pasto; DBLS: Dejeito Bovino de Leite Semiconfinado; DBLC: Dejeito Bovino de Leite Confinado; PBB: Potencial Bioquímico de Biogás; PBM: Potencial Bioquímico de Metano.

4 CONCLUSÃO

A partir do objetivo proposto, o estudo confirmou que os resíduos de dejetos animais podem ser utilizados para o aproveitamento do gás metano, tendo em vista os resultados obtidos e caracterizados diante as análises realizadas ao longo do projeto. Dessa forma, recomenda-se estudos para o aproveitamento em larga escala, levando em consideração os fatores adversos e o modo como cada substrato é armazenado e preparado até a montagem do



teste. Além disso, alguns dos benefícios ambientais são os biocombustíveis, as energias renováveis e a redução de emissão de gases de efeito estufa.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) campus Medianeira, a Fundação Araucária, a FUNTEF-PR (Fundação de Apoio à UTFPR) e o Projeto Resíduos pelo apoio e incentivo para o sucesso e realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal, EMBRAPA. **Estatísticas - Central de Inteligência de Aves e Suínos**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/suinos/brasil>. Acesso em: 18 de junho de 2023.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2014. Disponível em: <https://observatoriopnrs.files.wordpress.com/2015/07/panoramaabrelpe.pdf>. Acesso em: 31 de agosto de 2023.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21st ed. Washington: American Water Works Association, p. 1368, 2005.

ARAÚJO, Ana Paula Caixeta. **Produção de Biogás a Partir de Resíduos Orgânicos Utilizando Biodigestor Anaeróbico**. 2017, 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

EDWIGES, T., FRARE, L., MAYER, B., LINS, L., MI TRIOLO, J., FLOTATS, X., & DE MENDONÇA COSTA, M. S. S. (2018). **Influence of Chemical Composition on Biochemical Methane Potential of Fruit and Vegetable Waste**. *Waste management (New York, N.Y.)*, 71, 618–625. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.030>. Acesso em: 31 de setembro de 2023.

FERREIRA, Igor. **Abate de Bovinos Volta a Subir e Produção de Ovos de Galinha Bate Recorde em 2022**. Agência IBGE Notícias, 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/36459-abate-de-bovinos-volta-a-subir-e-producao-de-ovos-de-galinha-bate-recorde-em-2022#:~:text=Os%20dados%20fazem%20parte%20da,foi%20fundamental%20para%20essa%20etomada..> Acesso em: 21 de junho de 2023.

HOLLIGER, C. et al. **Towards a Standardization of Biomethane Potential Tests**. *Water Science and Technology*, v. 74, n. 11, p. 2515–2522, 2016.

ITO, Minoru; GUIMARÃES, Diego Duque; AMARAL, Gisele Ferreira. **Impactos Ambientais da Suinocultura: desafios e oportunidades**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 44, p. [125]-156, set. 2016.

KIEHL, E J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Ceres.1985.