

## **ATIVIDADE METANOGENÉTICA ESPECÍFICA A PARTIR DA FRAÇÃO ORGÂNICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE MACEIÓ-AL**

ISABELA CRISTINA LIMA DE MENEZES<sup>1</sup>, JÚLIA LAÍS SOUSA RIBEIRO<sup>2</sup>, EDUARDO LUCENA CAVALCANTE DE AMORIM<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFAL, Maceió-AL, isabelamenezes@hotmail.com;

<sup>2</sup>Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFAL, Maceió-AL, julia.lsr1@gmail.com;

<sup>3</sup>Dr. em Eng. Hidráulica e Saneamento, Prof. Assoc. CTEC, UFAL, Maceió – AL, eduardo.lucena@ctec.ufal.br

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho teve por objetivo analisar o potencial metanogênico da fração orgânica dos Resíduos Sólidos urbanos (RSU) gerados pelo município de Maceió-Alagoas a partir da digestão anaeróbia. Na metodologia foram analisados RSU proveniente de coleta comercial (A1) e residencial (A2 e A3). Os reatores de fluxo hidráulico descontínuo, batelada, foram inoculados com lodo de uma estação de tratamento de esgoto, ETE, na proporção de 10% do volume reacional. Os resultados mostraram que o reator A1, cujo substrato era advindo da coleta comercial, atingiu maior volume acumulado: 0,2 moles de CH<sub>4</sub>, maior máxima taxa de produção de metano 2,32×10<sup>3</sup> mL de CH<sub>4</sub>/ dia em 61 dias, e maior eficiência na remoção de DQO 77,00%, ao passo que o reator A2 obteve a maior eficiência na remoção de sólidos, 49,60%. Observa-se que a fração orgânica dos RSU gerados pela cidade de Maceió-AL apresenta potencial de produção de biometano, e a produção acumulada de biogás dependerá da fonte de coleta do substrato.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biogás, digestão anaeróbia, resíduos sólidos orgânicos, metano.

## **SPECIFIC METHANOGENIC ACTIVITY FROM THE ORGANIC FRACTION OF SOLID URBAN WASTE FROM MACEIÓ-AL**

**ABSTRACT:** This work aimed to analyze the methanogenic potential of the organic fraction of urban solid waste (RSU) generated by the city of Maceió-Alagoas from the anaerobic digestion. In the methodology were analyzed RSU from commercial (A1) and residential (A2 and A3) collection. The discontinuous hydraulic flow reactors, batch reactors, were inoculated with sludge from a sewage treatment plant, ETE, in the proportion of 10% of the reaction volume. The results showed that the A1 reactor, whose substrate was coming from the commercial collection, reached the highest accumulated volume: 0.2 moles CH<sub>4</sub>, highest maximum methanol production rate 2.32 × 10<sup>3</sup> mL CH<sub>4</sub> / day in 61 days, and higher DQO removal efficiency by 77,00%, while the A2 reactor obtained the highest solids removal efficiency, 49.60%. It is observed that the organic fraction of the RSU generated by the city of Maceió-AL presents biomethane production potential, and the accumulated biogas production will depend on the source of the substrate

**KEYWORDS:** Biogas, anaerobic digestion, solid residues, methane.

## **INTRODUÇÃO**

Estima-se a geração diária de 2 mil toneladas de RSU em Maceió, que são diretamente dispostos no aterro sanitário do município, a CTR-Maceió, sem tratamento prévio: triagem, coleta seletiva etc.

Conforme o Plano Estadual de Resíduos Sólidos, PERS (2016), 56,6% desses resíduos são compostos de matéria orgânica. Por ser facilmente biodegradável e possuir um alto teor de umidade, a parcela orgânica dos resíduos sólidos representa a principal fonte de impactos e riscos ambientais adversos, em aterros controlados (RABELO, 2016).

Observa-se que, apesar de ser considerada destinação ambientalmente adequada, a destinação em aterros sanitários gera passivos ambientais que precisam ser previamente tratados antes da destinação, aumentando os custos de operação deste empreendimento: líquido percolado, o chorume, gases estufa ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{SO}_2$  etc).

O fomento a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias relacionadas à energia renovável, que busquem mitigar as emissões de gases causadores de efeito estufa, inclusive com o uso de biocombustíveis são definidos como princípios da Política Energética Nacional, Lei 12.490/2011. Ainda, alternativas que busquem o aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar os impactos ambientais e a gestão integrada dos resíduos são também alguns princípios da Lei Federal 12.305/10 que trata da Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Neste contexto, a digestão anaeróbia surge como uma alternativa para o tratamento do resíduo orgânico produzido, permitindo, assim, uma destinação ambientalmente adequada e o aproveitamento do biogás gerado, um fonte alternativa de energia. Um estudo realizado por Leite (2009) avaliou a eficácia do tratamento anaeróbio de resíduos sólidos orgânicos com alta e baixa concentração de sólidos, em reator anaeróbio em batelada. O estudo concluiu que os parâmetros sólidos voláteis e demanda química de oxigênio (DQO) foram reduzidos em 69% e 40%, respectivamente.

Este trabalho propõe estudar o potencial metanogênico da fração sólida orgânica gerada pelo município de Maceió a partir de duas fontes de coleta: comercial e residencial.

## MATERIAIS E MÉTODOS

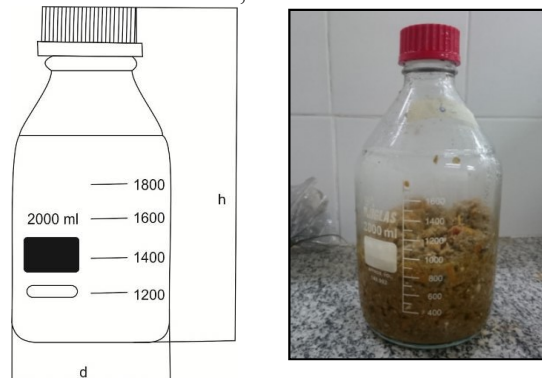
Foram analisados RSU orgânicos provenientes de duas coletas: comercial e residencial. Durante 8 dias coletaram-se 20 quilos representativos dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) de Maceió para a realização do quarteamento, da triagem, homogeneização, trituração e congelamento em freezer a  $-10^\circ\text{C}$  do substrato (Figura 1).

Figura 1. Etapas de triagem para preparo da pasta



O experimento, montado em duplicata, utilizou frascos Duran® com 2000 mL como reatores de fluxo hidráulico descontínuo, em batelada (Figura 2). Sendo 1000 mL destinados ao meio reacional e 1000 mL destinados ao *headspace*.

Figura 2. Frasco de Duran 2L, utilizados como reatores em batelada.



O meio reacional desse procedimento experimental foi constituído por 900 mL da pasta (substrato triturado) e 100 mL de lodo proveniente de ETE como inóculo. Todos os meios reacionais

foram padronizados para um faixa de pH entre 6,8 e 7,2. Adotou-se essa faixa, pois um pH menor que 6,3 ou maior que 7,8 provoca uma diminuição rápida na metanogênese (CHERNICHARO, 1997).

Durante 130 dias os reatores foram encubados e mantidos a temperatura constante de 35°C, uma vez que alterações na temperatura podem ocasionar um desequilíbrio na atividade biológica, que poderá provocar variações em vários parâmetros: alcalinidade, pH, ácidos voláteis e produção de gás, dentre outros (PONTES, 2003).

O monitoramento dos reatores foi realizado a partir ensaios laboratoriais de diversos parâmetros: DQO, pH, sólidos e conteúdo do biogás. A metodologia e a frequência de cada análise encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Metodologias e frequência das análises para monitoramento dos reatores

Análise	Frequência	Metodologia
pH	Início e fim do experimento	
DQO	Início e fim do experimento	APHA: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, adaptado (1999).
Sólidos (sólidos suspensos totais – SST, sólidos suspensos voláteis – SSV)	Início e fim do experimento	
Metano	3x semana	Medidor MilliGascounter (Ritter) Cromatografia gasosa (MODELO)

Os dados obtidos com a produção de metano foram importados para o programa OriginPro 8 e ajustados à função sigmoidal de Boltzmann (Eq. 1).

$$y = \frac{A_1 + A_2}{1 + e^{(x-x_0)/dx}} + A_2 \quad (1)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O reator A1, cuja amostra era comercial, apresentou maior produção acumulada, 0,2 mmol de metano (CH<sub>4</sub>). Seguido dos reatores A2 e A3 com uma produção acumulada de 0,06 mmol de CH<sub>4</sub> e 0,14 mmol de CH<sub>4</sub>, respectivamente. Os gráficos a seguir apresentam a produção acumulada de cada reator e seus ajustes sigmoidais.

Observou-se ainda que, de acordo com a Tabela 3, o reator A1 a maior taxa de produção de metano (2,32×10<sup>3</sup> mL de CH<sub>4</sub>/ dia) em um menor intervalo de tempo (61 dias).

Tabela 2. Resultados dos parâmetros para análise da produção de metano

Reator	Taxa máx. mL CH <sub>4</sub> /dia	Dia da máxima taxa	AME* mL/dia gSSV
A1	2,32 × 10 <sup>3</sup>	61	500,87
A2	5,30 × 10 <sup>2</sup>	78	36,11
A3	1,03 × 10 <sup>3</sup>	82	85,83

\*Atividade Metanogênica Específica

A Figura 2 apresenta a produção acumulada de biogás de cada reator e seus respectivos ajustes lineares.

Figura 2. Produção acumulada reator A1 (coleta comercial)

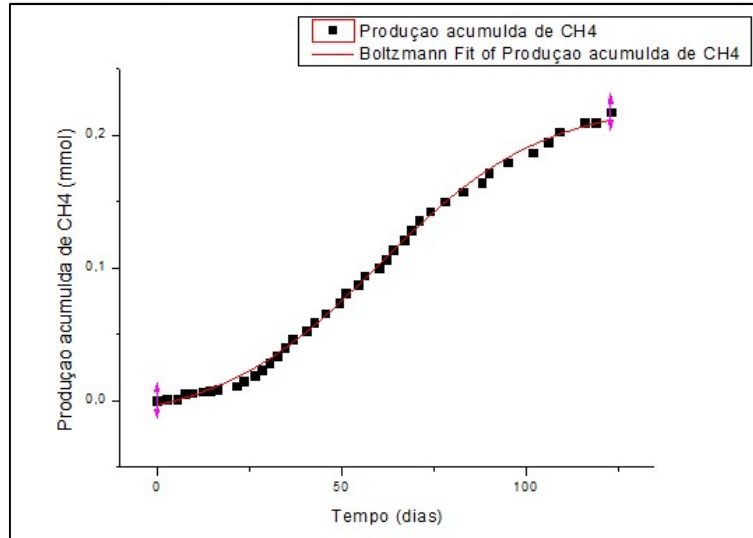


Figura 3. Produção acumulada reator A2 (coleta residencial)

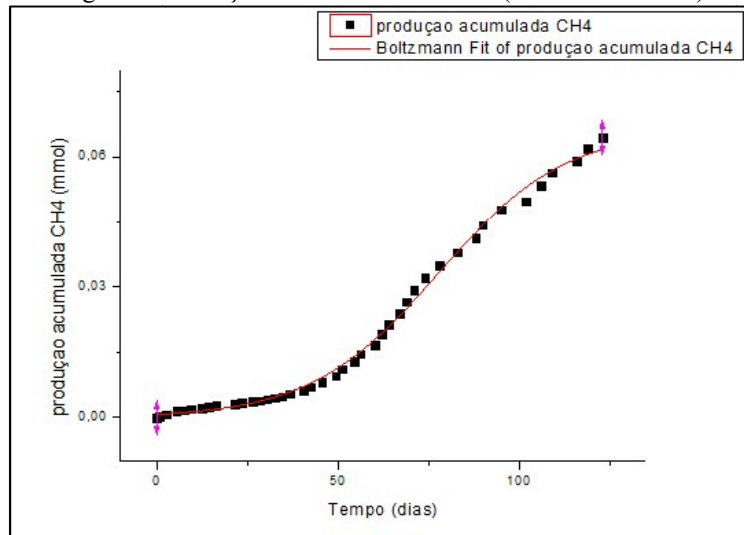
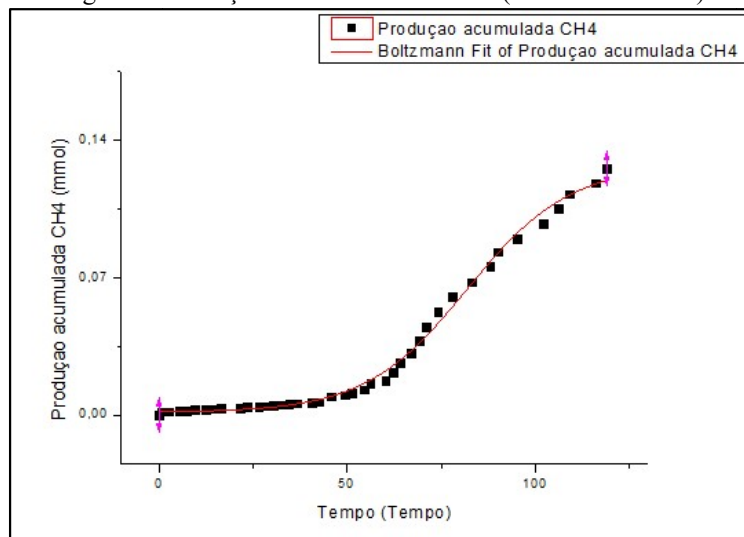


Figura 2. Produção acumulada reator A1 (coleta residencial)



Conforme dados da Tabela 03, o reator A1 apresentou maior redução de DQO, 77,00%. No entanto, o reator A2 apresentou maior remoção de SST, aproximadamente 47,00%.

Tabela 3. Resultado da caracterização físico-química do substrato e do efluente gerado

Reator	DQO (mg/L)			SST (mg/L)		
	Inicial	Final	Eficiência	Inicial	Final	Eficiência
A1	37.632,96	8.655,58	77,00%	15.102	15.102	48,90%
A2	64.450,27	15.150,20	76,49%	50.540	50.540	49,60%
A3	33.782,39	7.769,95	56,50%	12.381	12.381	28,10%

## CONCLUSÕES

As amostras estudadas apresentaram atividade metanogênica específica significativa, sendo possível obter dados sobre a máxima taxa de produção de metano e o tempo para alcançá-la.

Verificou-se que variando a fonte de coleta do substrato a produção de metano também varia. Todos os reatores obtiveram dados significativos dos parâmetros analisados.

O reator A1, proveniente da coleta comercial, obteve os melhores resultados na maioria dos parâmetros analisados: maior produção acumulada, 0,2 mmol de CH<sub>4</sub>. Maior taxa de produção, em 61 dias (menor tempo de operação),  $2,32 \times 10^3$  mL CH<sub>4</sub>/dia.

Observa-se que a fração orgânica gerada pela cidade de Maceió- AL possui potencial de produção de biogás.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pelo auxílio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- Amorim, E. L. C.; Martins, J.S. Produção de hidrogênio em reator anaeróbio a partir de efluentes do processamento de coco, v. Ciência e Engenharia (Science & engineering jornal), 2016.
- Botta, L. S. et al. Addition of cellulase in a batch reactor of hydrogen production from paper fermentation. In: WORLD CONGRESS ON ANAEROBIC DIGESTION - RECOVERING (BIO) RESOURCES FOR THE WORLD, 13., 2013, Santiago de Compostela. Anais ... Proceedings of 13th World Congress on Anaerobic Digestion, 2013. v. 1.
- Chernicharo, C.A.L. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Vol. 5 – Reatores Anaeróbios. Belo Horizonte: Segrac, 1997. 246 p. Francisco; P. R. M.; Medeiros; Leite, V. D.; LOPES, W. S.; BELLI FILHO, P.; PINTO, R. O.; CASTILHOS JR, A. B.; SOARES, H. M.; LIBÂNIO, P. A. C. Bioestabilização de Resíduos Sólidos Orgânicos: In CASSINI, S. T. (Coord.). Digestão de Resíduos Sólidos Orgânicos com Aproveitamento do Biogás. Vitória, ES: RiMa, 2003, p. 94 – 120.
- Leite, V. D.; LOPES, W. S.; SOUSA, J. T.; PRASAD, S.; SILVA, S. A. 9. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 13, n. 2, p. 190-196, 2009. Campina Grande, PB.
- PONTES, Patrícia 2003 Reatores UASB aplicados ao tratamento combinado de esgotos sanitários e lodo excedente de filtro biológico percolador – Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/81D.PDF>
- Rabelo, Julia 2016. Avaliação da atividade metanogênica da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos de Maceió- Universidade Federal de Alagoas.
- PNRS. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em 04 de maio de 2017.