

INFLUÊNCIA DA AUTOCLAVAGEM DOS RSO NA QUALIDADE DO BIOGÁS GERADO EM BIORRETORES DE BANCADA

Breno Moura de Araújo Nóbrega (*), Daniela Lima Machado da Silva, Rômulo de Medeiros Caribé, Maria Josicleide Guedes, Veruschka Escarião Dessoles Monteiro

* Universidade Federal de Campina Grande, breno.moura.n@gmail.com

RESUMO

Uma das formas de compreender o processo de geração de biogás, advindo da fração orgânica dos RSU, é o monitoramento de biorreatores anaeróbios, que simulam condições ideais para o desenvolvimento de microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica e, conseqüentemente, pela geração de biogás. Um dos fatores que podem extinguir os microrganismos e influenciar na degradação da matéria orgânica, é a esterilização dos RSU. A autoclavagem é um método utilizado para esterilizar elementos através do calor úmido sob pressão. Deste modo, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência da autoclavagem da amostra de Resíduos Sólidos Orgânicos (RSO) na qualidade do biogás gerado a partir da biodigestão em biorreatores em escala de bancada. A instrumentação utilizada constitui-se de biorreatores em estrutura de aço inox, os quais garantem o controle de condições de contorno no processo, tais como a homogeneização e manutenção da temperatura da amostra, e a coleta de dados de forma automatizada. Verificou-se a partir do monitoramento das concentrações dos gases CH₄ (metano), CO₂ (dióxido de carbono), O₂ (oxigênio), e H₂S (gás sulfídrico), que a autoclavagem favoreceu a produção elevada das concentrações de CO₂ e conseqüente CH₄. As maiores concentrações de CH₄ ocorreram no biorreator o qual a mistura que foi acondicionada foi esterilizada. A partir do favorecimento à produção elevada do CH₄, este estudo mostra que existe um potencial de produção de biogás susceptível a aproveitamento energético para os RSO da cidade de Campina Grande-PB.

PALAVRAS-CHAVE: Biogás, Resíduos Orgânicos, Resíduos Sólidos Urbanos, Biodegradação, Esterilização

INTRODUÇÃO

A utilização de biorreatores é uma das alternativas para o tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), na qual têm-se como objetivo maior eficiência dos processos biodegradativos sob condições controladas.

Os Resíduos Sólidos Orgânicos (RSO) têm o potencial de serem degradados e como conseqüência gerarem biogás. O biogás gerado pode ter diversas aplicações, e segundo Bruni et al. (2010), a digestão anaeróbia dos resíduos e sua conseqüente geração de biogás combina o tratamento sustentável com a produção de energia renovável.

Uma das formas de compreender os mecanismos de geração de biogás, a partir da fração orgânica dos RSU, é através do monitoramento de biorreatores anaeróbios, que propiciam condições ideais para o desenvolvimento de microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica e conseqüentemente, pela geração de biogás. O tratamento da fração orgânica putrescível, quando realizado em biorreatores, possibilita o monitoramento de parâmetros que interferem nos processos de degradação, além de evitar a liberação de maus odores, requerem espaços físicos relativamente pequenos e oferecem melhores condições operacionais, se comparados com aterros sanitários (LEITE et al., 2009).

O processo da biodegradação acontece naturalmente quando as condições ambientais mínimas são garantidas, todavia, a permanência de determinadas condições de contorno podem acelerar este processo. Uma destas condições que podem interferir no processo é a autoclavagem, método utilizado para esterilizar elementos através do calor úmido sob pressão. Segundo Guo et al. (2008), embora a esterilização possa aniquilar todos os microrganismos, pode também anular a ação de agentes patogênicos. Conforme Krishna (1999), a autoclavagem de resíduos da banana favoreceu a produção de enzimas, sendo assim um processo mais econômico que os tratamentos alcalino ou ácido.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência da autoclavagem da amostra de Resíduos Sólidos Orgânicos (RSO) na qualidade do biogás gerado a partir da biodigestão em biorreatores em escala de bancada.

METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida na cidade de Campina Grande – PB, onde delimitou-se um plano de amostragem estratificada aleatória descrito por Araújo Neto (2016), de modo a se obter uma amostra representativa dos RSU coletados na cidade de Campina Grande-PB, com nível de confiança de 95%.

Para a realização da coleta e amostragem utilizou-se o procedimento proposto pela norma NBR 10007 (ABNT, 2004) - Amostragem de Resíduos.

Biorreator de Bancada

Foram construídos dois biorreatores em escala de bancada, com dimensões de 30,00 cm de altura por 20,00 cm de diâmetro e um volume aproximado de 0,008 m³. Para esta pesquisa o biorreator 1 e 2 foram denominados de BIO-1 e o BIO-2, respectivamente.

Conforme a Figura 1, os biorreatores possuem estrutura de aço inox, devido ao fato de ser resistente a altas temperaturas e pressão, bem como à oxidação.



Figura 1: Biorreatores em aço inox. Fonte: Acervo da pesquisa (2016).

A instrumentação utilizada (Figura 2) permite alimentar os biorreatores com amostras semissólidas, coletar biogás e realizar análises *in situ*, garantindo o controle de condições de contorno que intervêm no processo, tais como a homogeneização e manutenção da temperatura da amostra, permitindo a coleta de dados de forma automatizada.

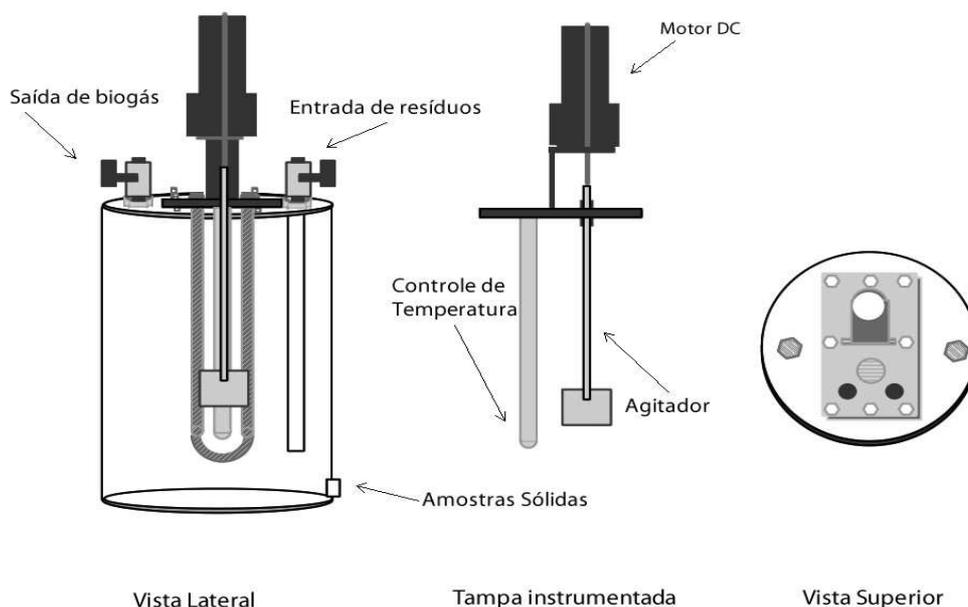


Figura 2: Instrumentação Biorreator. Fonte: Acervo da pesquisa (2016).

Preparação da Amostra

A amostra de RSU coletados foi disposta e homogeneizada sobre uma lona e, em seguida, os resíduos foram quarteados. Vale ressaltar que apenas a fração orgânica da amostra de RSU coletada foi utilizada para o enchimento dos biorreatores.

Após a realização do quarteramento da amostra, procedeu-se a trituração dos resíduos orgânicos, totalizando uma amostra com uma massa total de 11,4 kg. Após a trituração dos resíduos orgânicos, foram adicionados 17,1 L de água destilada à amostra resultante, de modo a enquadrar o material nas condições de umidade ótima, definida por Alves (2008) em aproximadamente 80%.

Em seguida, uma fração do material foi levada para a autoclavagem, onde foi realizada a esterilização do resíduo orgânico, o qual foi destinado ao BIO-1.

Adicionou-se, aproximadamente, 0,3 kg de esterco bovino a cada célula, o que consiste em uma quantidade correspondente a 5% da massa total dos RSO. A massa resultante da mistura dos resíduos orgânicos com o esterco bovino foi repartida em duas, de modo a serem destinadas aos dois biorreatores existentes, totalizando 6,8 kg da mistura destinada ao preenchimento do BIO-1 e 5,2 kg, para o BIO-2.

Após a obtenção da mistura adequada para cada biorreator específico, o resíduo foi adicionado com auxílio de uma bomba a vácuo (Figura 3). Ressalta-se que a diferença de massa entre os dois biorreatores ocorreu em função da quantidade de resíduo que a bomba foi capaz de succionar.



Figura 3: Enchimento dos biorreatores com auxílio de bomba à vácuo. Fonte: Acervo da pesquisa (2016).

Monitoramento

Para este estudo, monitorou-se as concentrações dos gases CH₄ (metano), CO₂ (dióxido de carbono), O₂ (oxigênio), e H₂S (gás sulfídrico). Para a quantificação dessas concentrações coletou-se diariamente cerca de 125 mL do biogás de cada biorreator, com a utilização de uma seringa. As leituras das concentrações dos gases foram realizadas por meio do uso de um detector portátil e automático de gases com infravermelho, Dräger modelo X-am 7000.

RESULTADOS

Na Figura 4 e 5 estão indicadas as concentrações do biogás gerado em cada biorreator, BIO-1 (Figura 4) e BIO-2 (Figura 5), respectivamente. As concentrações de CH₄, CO₂, O₂ apresentaram valores percentuais em relação ao volume, enquanto que a concentração de H₂S (gás sulfídrico) foi dada em ppm (parte por milhão).

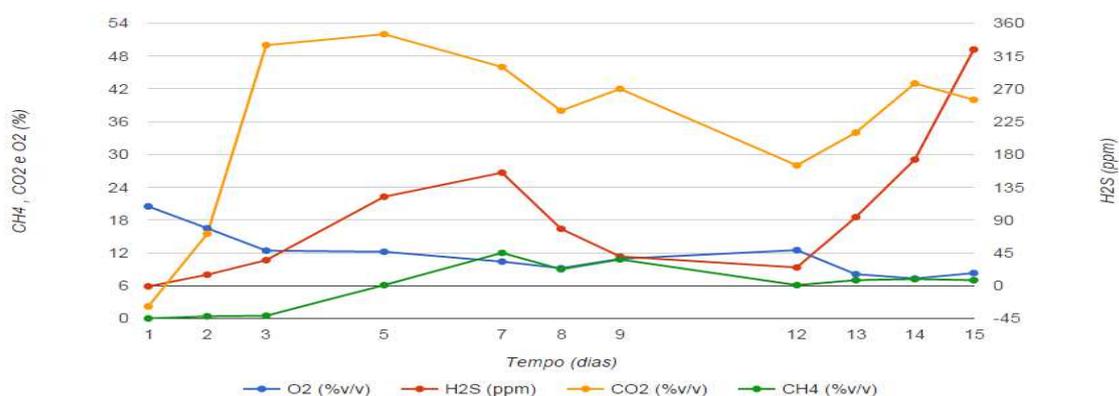


Figura 4: Concentração de biogás no BIO-1. Fonte: Dados da pesquisa (2016).

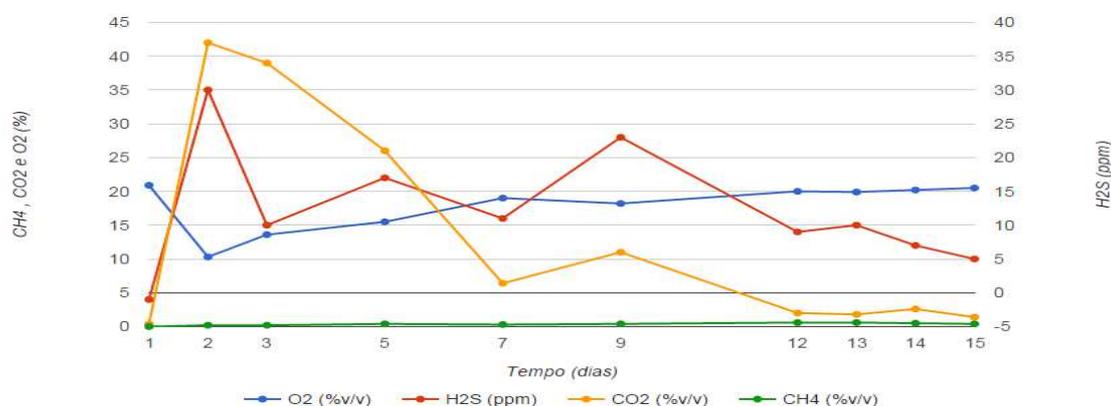


Figura 5: Concentração de biogás no BIO-2. Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Conforme as Figuras 4 e 5 nos BIO-1 e BIO-2 as qualidades do biogás tiveram comportamentos distintos no período de 15 dias. Esta diferença na qualidade do biogás provavelmente corrobora com os processos aplicados a cada biorreator, no qual apresentaram condições e tratamentos distintos. No caso do biorreator 1, verifica-se que a autoclavagem possivelmente favoreceu a produção elevada das concentrações de CO₂ e conseqüente CH₄. Guo et al. (2008) demonstraram que a esterilização do lodo residual, gerados no tratamento de águas residuais urbanas, aumentou acentuadamente a produção de hidrogênio. Segundo Liu et al. (2006), o processo otimizado de degradação dos RSU ocorre quando divide-se em duas etapas combinadas: uma fase onde ocorre a produção de hidrogênio, enquanto a outra ocorre a produção de CH₄. Essa modificação no processo digestão dos resíduos orgânicos pode ser considerada uma forma de se otimizar a biodegradação e, conseqüentemente, a geração de biogás. Em estudos que utilizaram a esterilização dos resíduos, foram obtidas concentrações de CH₄ 21% maiores em relação às concentrações obtidas em experimentos em que não houve a esterilização. Dessa forma, pode-se considerar que a esterilização da amostra intensifica a produção de CH₄, caracterizada pela divisão da biodegradação em duas etapas.

Na Figura 6 estão ilustradas as concentrações de CH₄ ao longo dos 15 (quinze) primeiros dias de monitoramento dos BIO-1 e BIO-2. Nota-se que as concentrações de CH₄ no BIO-1 variaram entre 0-12%, enquanto que o BIO-2 apresentou concentrações bem menores, as quais estiveram entre 0-0,2%, demonstrando que a esterilização da mistura

dos RSO com o esterco bovino do BIO-1 provavelmente contribuiu para que não houvesse inibição das arqueas metanogênicas do próprio esterco bovino pela biota microbiana indígena dos resíduos depositados.

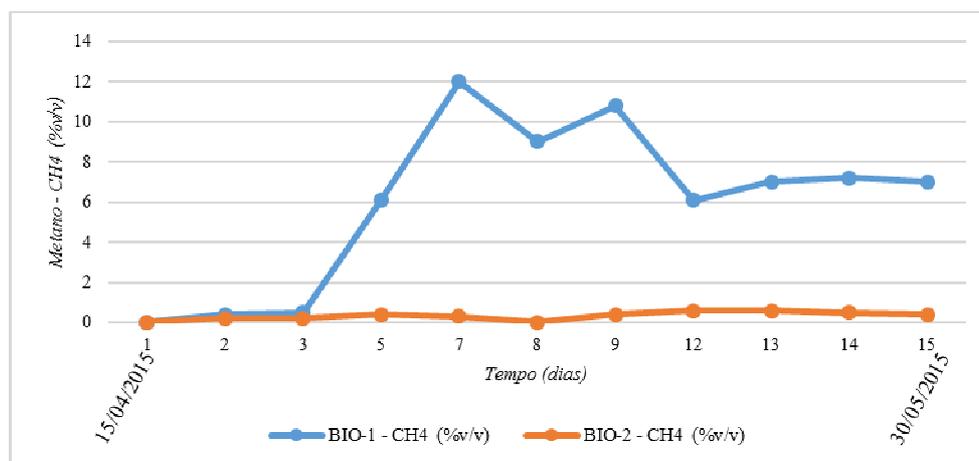


Figura 6: Concentrações de metano nos biorreatores. Fonte: Dados da pesquisa (2016).

A maior produção de metano no BIO-1 demonstrada na Figura 6, corrobora com o resultado apresentado por Pitk et al. (2012), onde a degradação do resíduo provindo de abatedouro foi beneficiada pela esterilização, tendo como principal resultado a produção de 90% do potencial de CH₄ em aproximadamente 10 dias.

CONCLUSÕES

As maiores concentrações de CH₄ ocorreram no BIO-1, provavelmente em virtude da mistura que foi acondicionada nesse biorreator ter sido autoclavada, o que pode ter contribuído para que não houvesse inibição das arqueas metanogênicas presentes no esterco bovino pela biota microbiana indígena dos resíduos depositados.

O estudo mostra que existe um potencial de produção de biogás susceptível a aproveitamento energético para os RSO da cidade de Campina Grande-PB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 10007: Resíduos Sólidos – amostragem de Resíduos**. Rio de Janeiro, 2004c. 21p.
2. Alves, I. R. F. S. **Análise experimental do potencial de geração de biogás em resíduos sólidos urbanos**. 2008. 118 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia e Geociências - CTG, UFPE, Recife, 2008.
3. Araújo Neto, C. L. **Análise do Comportamento dos Resíduos Sólidos Urbanos e Desenvolvimento de Modelos Estatísticos para Previsão das Deformações de Aterros Sanitários**. 2016. 163p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2016.
4. Bruni, E.; Jensen, A. P.; Angelidaki, I. **Comparative study of mechanical, hydrothermal, chemical and enzymatic treatments of digested biofibers to improve biogas production**. *Bioresource technology*, v. 101, n. 22, p. 8713-8717, 2010.
5. Guo, L., Li, X. M., Bo, X., Yang, Q., Zeng, G. M., Liao, D. X., & Liu, J. J.. **Impacts of sterilization, microwave and ultrasonication pretreatment on hydrogen producing using waste sludge**. *Bioresource Technology*, v. 99, n. 9, p. 3651-3658, 2008.
6. Krishna, C. **Production of bacterial cellulases by solid state bioprocessing of banana wastes**. *Bioresource technology*, v. 69, n. 3, p. 231-239, 1999.
7. Leite, V. D., Lopes, W. S., Sousa, J. T. D., Prasad, S., & Silva, S. A. **Tratamento anaeróbico de resíduos sólidos orgânicos com alta e baixa concentração de sólidos**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, n. 2, p. 190-196, 2009.
8. Liu, D., Liu, D., Zeng, R. J., & Angelidaki, I. **Hydrogen and methane production from household solid waste in the two-stage fermentation process**. *Water Research*, v. 40, n. 11, p. 2230-2236, 2006.
9. Pitk, P.; Kaparaju, P.; Vilu, R. **Methane potential of sterilized solid slaughterhouse wastes**. *Bioresource technology*, v. 116, p. 42-46, 2012.