

## **ANÁLISE DA VIABILIDADE NA OBTENÇÃO DE BIOGÁS EM BIORREATORES DE BANCADA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS**

DANIELA LIMA MACHADO DA SILVA<sup>1\*</sup>, WANDERSON PIO DA SILVA<sup>2</sup>, KALINA LÍGIA DE SOUZA DUARTE<sup>3</sup>, LIBÂNIA DA SILVA RIBEIRO<sup>4</sup>, MÁRCIO CAMARGO DE MELO<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Civil, UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (83) 9 9925-4648, danielamachado33@gmail.com.br

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Civil, UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (83) 99640-0446, wanderson.2020@hotmail.com

<sup>3</sup> Engenheira Sanitarista E Ambiental, Mestre em Engenharia Civil e Ambiental, UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (21) 98687-7659, kalinald@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Doutoranda em Engenharia e Ciência dos Materiais, UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (83) 3362-2300, lybyribeiro@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Professor, Doutor, UFCG, Cuité – PB. Fone: (83) 9-8725 3285, melomc90@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015  
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

**RESUMO:** A biomassa utilizada na produção do biogás pode ser oriunda de rejeitos das mais diferentes atividades humanas, o que o torna uma importante ferramenta na redução da poluição. Além disso, existe uma crescente tendência da necessidade de se obter inovações na obtenção de energia. Desta forma, este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade da obtenção de biogás a partir de biorreatores de bancada de resíduos orgânicos. O estudo foi realizado no laboratório de Geotecnia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande no município de Campina Grande-PB. O desenvolvimento desse trabalho consistiu na construção e instrumentação de biorreatores de bancada em policloreto de vinila (PVC) e em geometria cilíndrica. Foram observadas na fase inicial de monitoramento altas concentrações de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) e CO (monóxido de carbono) em relação às concentrações dos demais gases componentes do biogás. Isso condiz com a literatura clássica, uma vez que a fase inicial consiste na hidrólise e elevação da produção de CO<sub>2</sub>. Durante a geração de biogás, verificou-se a influência das condições externas nas concentrações de biogás. Concluiu-se com esse trabalho a necessidade de controles de condições ambientais internas e externas ao biorreator, a fim de se viabilizar e otimizar o processo de geração de biogás em concentrações adequadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concentração de gases; Condições ambientais; Resíduos sólidos orgânicos; Digestão anaeróbia.

## **ANALYSIS OF VIABILITY IN OBTAINING BIOGAS IN BENCH SCALE BIOREACTORS OF ORGANIC WASTE**

**ABSTRACT:** The biomass used in the production of biogas can be derived from waste of the most diverse human activities, making it an important tool in reducing pollution. Moreover, there is an increasing tendency of the need to obtain innovations in obtaining energy. That manner that study aims to analyze the viability of obtaining biogas from bench scale bioreactors of organic waste. The project was carried out in the Environmental Geotechnical laboratory of the Federal University of Campina Grande in Campina Grande city. The development of this work consisted in the construction and instrumentation of bench scale bioreactors in polyvinyl chloride (PVC) and cylindrical geometry. It was observed CO<sub>2</sub> (carbon dioxide) and CO (carbon monoxide) high concentrations in the initial phase of monitoring, in relation to concentrations of other biogas component gases. This is consistent with the classical literature, since the initial phase is the hydrolysis and increased CO<sub>2</sub> production. During the biogas production it was found the influence of external conditions in biogas concentrations. The conclusion of this work was the necessity of control environmental conditions

internal and external to the bioreactors, in order to optimize the process of biogas generation in suitable concentrations

**KEYWORDS:** Gas concentration; Environmental conditions; Organic solid waste; Anaerobic digestion.

## INTRODUÇÃO

O biogás é formado a partir da biodegradação da matéria orgânica. Sua produção é possível a partir de uma grande variedade de resíduos orgânicos como refugos domésticos, restos de atividades agrícolas e pecuárias, lodo de esgoto, entre outros (Pecora, 2006).

Segundo Boskov (2008) o biogás é basicamente formado por 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5% de uma mistura de outros gases como hidrogênio, nitrogênio, gás sulfídrico, monóxido de carbono, amônia, oxigênio e aminas voláteis. Dependendo da eficiência do processo, o biogás chega a conter entre 40% e 80% de metano.

A geração de biogás, seja em aterros sanitários ou em biorreatores de bancada, pode ser influenciada pelas condições internas e externas aos reatores biológicos. Bactérias anaeróbias, especialmente as arqueas metanogênicas, produtoras de metano são fortemente influenciadas pelas condições do meio interno e externo (MELO, 2011).

O estudo relacionado a reatores que simulam aterros sanitários em escala real apresentam complexidade no que se refere à elevada variedade de parâmetros e suas interligações, tornando difícil o monitoramento. Portanto, o estudo de biorreatores é de fundamental importância, possibilitando o controle e monitoramento do processo de forma mais objetiva e prática. Segundo AIRES (2013), o estudo da estimativa da geração de biogás torna-se mais fácil quando executado em biorreatores, pois há um controle rigoroso do processo biodegradativo.

Os gases formados e a sua concentração podem sugerir a fase na qual se encontra o processo degradativo, portanto, conforme Santos (2014), o estudo da concentração dos gases é essencial para avaliar o andamento do processo.

A matéria orgânica biodegradável presente em resíduos sólidos, pode ser convertida em biogás, desde que haja condições propícias. Deve-se destacar que a matéria orgânica dos resíduos sólidos pode apresentar compostos tóxicos para as arqueas metanogênicas. Portanto, compreender o processo degradativo pode minimizar eventuais danos ao sistema.

O objetivo desse trabalho é analisar a viabilidade de obtenção de biogás a partir de biorreatores de bancada de resíduos orgânicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Geotecnia Ambiental (GGA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizada na mesorregião Agreste do Estado da Paraíba, em parceria com uma escola de ensino médio da cidade de Campina Grande-PB.

O procedimento experimental utilizado foi constituído de três etapas: construção dos biorreatores de bancada, instrumentação e testes.

Foram confeccionados dois biorreatores utilizando tubos de PVC (Figura 1) com dimensões de 0,90m de altura e 0,2m de diâmetro interno, totalizando um volume de 0,03m<sup>3</sup>.

Figura 1. Esquema geral do biorreator de bancada



Fonte: Dados da Pesquisa (2013).

O formato em estrutura cilíndrica rígida com seção transversal circular facilitou alguns fatores, como a distribuição dos resíduos no seu interior, as pressões laterais na parede interna dos biorreatores e os caminhos preferenciais para saída de biogás na parte superior.

Para o desenvolvimento de microrganismos anaeróbios o sistema foi isolado hermeticamente com o uso de dois caps nas extremidades superior e inferior. No cap superior, foi introduzido um manômetro de 3,0 kgf/cm<sup>2</sup>; uma válvula de segurança; uma válvula para saída do biogás, sendo utilizada durante as leituras das concentrações dos gases. Para diminuir a entrada de ar durante a realimentação dos biorreatores, inseriu-se um adaptador com flange, acoplada a um tubo de 0,04m de diâmetro e altura 0,70m, local em que os resíduos sólidos orgânicos e o inóculo a 10% foram adicionados.

Na lateral de cada tubo foi inserida uma válvula em formato esférico para retirada das amostras, e na parte frontal de um dos reatores, colocou-se uma placa de acrílico transparente, na qual permitiu observar o recalque e o nível do líquido presente no biorreator, assim como as reações ocorridas durante o monitoramento.

As leituras das concentrações dos gases (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S e CO) são realizadas pelo detector portátil e automático de gases com infravermelho, Dräger modelo X-am 7000 (Figura 2). A realização das leituras consiste em ligar o aparelho, verificar a calibração e injetar o biogás para aferição das concentrações.

Figura 2. Dräger modelo X-am 7000



Fonte: Dados da Pesquisa (2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos biorreatores estudados, inicialmente, não foi verificada a produção de metano, entretanto, observou-se uma grande produção de CO<sub>2</sub>, chegando a atingir níveis de até 80%, porém, a partir da 2ª semana de monitoramento dos biorreatores de bancada houve um decaimento nas concentrações desse gás. Assim, pode-se dizer que, mesmo não havendo a produção de metano, ocorreu a produção de biogás.

Houve também uma alta produção de monóxido de carbono, acima de 500ppm, o que ultrapassou o limite de leitura do equipamento (Dräger, modelo X-am 7000). Vale salientar que as leituras iniciais foram de 300ppm e aumentaram com o decorrer do monitoramento. Segundo Duarte (2014), concentrações de monóxido de carbono acima de 400ppm são tóxicos para a saúde humana e, acima de 2000ppm podem levar a morte.

Altas concentrações de CO<sub>2</sub> e CO podem inibir a produção de metano, em decorrência da desestabilização das arqueas metanogênicas. Tais concentrações de monóxido e dióxido de carbono têm a capacidade de inibir a produção de metano pelo fato de também estarem associados à queda do pH. Melo et al. (2011) verificaram em estudos de células experimentais que o pH do sistema caía quando ocorriam precipitações meteorológicas devido às águas da chuva carregarem CO<sub>2</sub> dissolvido para o ambiente interno, o que desestabilizava o meio, principalmente afetando as arqueas metanogênicas, responsáveis pela produção de metano.

Durante o monitoramento das concentrações de gases (Tabelas 1 e 2) foi verificado a presença de oxigênio (0,6% a 0,9%), o que sugere um ambiente tóxico para microrganismos anaeróbios estritos e, assim, inibindo a produção de metano.

Tabela 1: Leitura das Concentrações dos Gases dos Reatores 1

REATOR 1: COMPOSIÇÃO DOS GASES			
	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana
CO <sub>2</sub> (%)	68	60	58

CH <sub>4</sub> (%)	0	0	0
O <sub>2</sub> (%)	0.8	0.9	0.2
CO (ppm)	391	> 500	> 500
H <sub>2</sub> S (ppm)	10	17	10

Tabela 2: Leitura das Concentrações dos Gases dos Reator 2.

REATOR 2: COMPOSIÇÃO DOS GASES			
	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana
CO <sub>2</sub> (%)	80	78	78
CH <sub>4</sub> (%)	0	0	0
O <sub>2</sub> (%)	0.6	0.1	0.4
CO (ppm)	379	> 500	> 500
H <sub>2</sub> S (ppm)	13	13	10

O processo degradativo é influenciado fortemente pelas condições físicas do meio, principalmente pH e temperatura. Vale salientar que as condições físico-químicas influenciam e são influenciadas pelo processo biodegradativo, sendo observado por Monteiro et al. (2006) em seus trabalhos com células experimentais.

Foi observado ao longo do monitoramento, embora tenha sido realizado durante um curto período de tempo, que as concentrações dos gases possivelmente foram afetadas pelo pH do meio. Isso pode ser explicado pelo fato de o O<sub>2</sub> (oxigênio) tornar o ambiente mais ácido, inibindo o desenvolvimento de arqueas metanogênicas.

## CONCLUSÕES

Esse estudo mostrou que deve haver um controle das condições ambientais, a fim de viabilizar e otimizar o processo de geração de biogás em concentrações adequadas. Portanto, o monitoramento das condições físico-químicas tem que ser prioritário, pois estas influenciam e são influenciadas pelo processo biodegradativo.

## REFERÊNCIAS

- AIRES, K. O. Monitoramento das concentrações de gases em uma célula experimental de resíduos sólidos urbanos na cidade de Campina Grande-PB. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.
- Boskov, Maria Eugenia Gimenez. Geotecnia ambiental. Oficina de Textos, 2008.
- MELO, M. C. Influência da Matéria Orgânica nos Recalques de Resíduos Sólidos Urbanos Aterrados. 148p. Tese de doutorado. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011
- MONTEIRO, V. E. D.; MELO, M. C.; ALCÂNTRA, P. B.; ARAÚJO, J. M.; ALVES, I. R. F. S.; JUCÁ, J. F. T. Estudo do Comportamento de RSU em uma Célula Experimental e suas Correlações com Aspectos Microbiológicos, Físicos e Químicos. Artigo publicado em 2006.
- Pecora, V. (2006). Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP–Estudo de Caso. Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (PIPGE) do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Duarte, L. de S. Interferência das condições ambientais e operacionais nas concentrações de biogás em biorreatores de bancada com resíduos sólidos. Campina Grande: UFCG, 2014. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental).
- Santos, E. P. Monitoramento dos parâmetros físico-químicos no estudo das concentrações de gases de biorreatore de bancada preenchidos com resíduos orgânicos. Campina Grande: UFCG, 2014. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental).