

## **ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO pH E DA TEMPERATURA DE GASES GERADOS A PARTIR RESÍDUOS ORGÂNICOS**

DANIELA LIMA MACHADO DA SILVA<sup>1\*</sup>, BRENO MOURA DE ARAÚJO NÓBREGA<sup>2</sup>, NATALYA AMÉLIA BONFIM<sup>3</sup>, MÁRCIO CAMARGO DE MELO<sup>4</sup>, VERUSCHKA ESCARIÃO DESSOLES MONTEIRO<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) 3421-3146, breno.moura.n@gmail.com

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia Química, UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (83) 99650-4028, natalya.abonfim@gmail.com

<sup>4</sup> Professor, Doutor, UFCG, Cuité – PB. Fone: (83) 9-8725 3285, melomc90@gmail.com

<sup>5</sup>Professora, Doutora, UFCG, Campina Grande – PB. Fone: (83) 3310 1069, veruschkamonteiro@hotmail.com

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

**RESUMO:** O monitoramento de biorreatores de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) por meio de parâmetros físico-químicos e microbiológicos é imprescindível para a identificação das fases de produção do biogás. Este trabalho tem como objetivo analisar a influência do pH e da temperatura nas concentrações de gases em biorreatores de bancadas contendo resíduo orgânico. Para essa pesquisa foi construído e instrumentado um biorreator de bancada contendo Resíduos Orgânicos (RO), afim de possibilitar uma melhor compreensão do processo de degradação e geração de gases, a partir do monitoramento do pH e da temperatura. A metodologia desta pesquisa consistiu em análises do potencial hidrogeniônico (pH), da medição da temperatura e das concentrações dos gases (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S e CO) presentes no biogás gerado. Por meio dos resultados obtidos foi possível verificar a geração de altas concentrações de CO<sub>2</sub> e CO, variando entre 58 – 68% e 391 – 510 ppm, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** resíduo orgânico, monitoramento, parâmetros físico-químicos, biogás.

### **ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF pH AND TEMPERATURE IN THE GAS GENERATED FROM ORGANIC WASTE**

**ABSTRACT:** The monitoring of bioreactors municipal solid waste (MSW) by means of physicochemical parameters and microbiologic is indispensable for the identification of biogas production phases. This work aims to present the influence of temperature and pH in biogas concentration of bench scale bioreactor containing organic waste (OW). For this research was built and instrumented a bench scale bioreactor containing OW. In order to enable a better understanding of the degradation process and generating gas from the monitoring of pH and temperature. The methodology of this research consisted of hydrogenionic potential analyzes (pH), measuring the temperature and gas concentrations (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> and CO) present in the biogas generated. By means of the results was verified the generation of high concentrations of CO<sub>2</sub> and CO, ranging from 58-68% and 391-510 ppm, respectively.

**KEYWORDS:** waste organic, monitoring, physicochemical parameters, biogas.

### **INTRODUÇÃO**

O estudo de células experimentais de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é uma realidade nos diversos centros de pesquisas que simulam aterros sanitários em escala real. No caso de biorreatores que reproduzem aterros de RSU os benefícios são bastante evidentes. Pesquisas podem ser

desenvolvidas em escala real, contudo estudos em escala piloto fornecem parâmetros que não são possíveis de serem obtidos ao avaliar um aterro sanitário, permitindo o controle de condições essenciais que intervêm no processo biodegradativo, tais como pH e temperatura.

A geração do biogás a partir do RSU ocorre devido a fermentação da parcela biodegradável deste resíduo, ou seja, o Resíduo Orgânico (RO), o que gera uma redução do impacto ambiental e traz benefícios econômicos para os exploradores desses gases como também para o poder público (MELO, 2011).

O monitoramento de biorreatores de RO, por meio de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, é imprescindível para a identificação das fases de produção do biogás. Através deles pode-se entender o comportamento do sistema por meio dos parâmetros monitorados em função da biota microbiana e da velocidade de degradação dos resíduos. Segundo Monteiro *et al.*, (2006), para a determinação de parâmetros que devem ser avaliados, a construção de biorreatores devidamente instrumentados torna-se uma das formas mais viáveis de estudar esse tema, através do diagnóstico e monitoramento realizados por meio de ensaios de campo, como também laboratoriais contando com o uso de equipamentos e profissionais de diversas formações.

O pH é um importante parâmetro de acompanhamento do processo de decomposição dos resíduos sólidos urbanos, apresentando a evolução da degradação dos resíduos por indicar a condição ácida ( $H^+$ ) ou básica de um meio ( $OH^-$ ) (RIBEIRO, 2012).

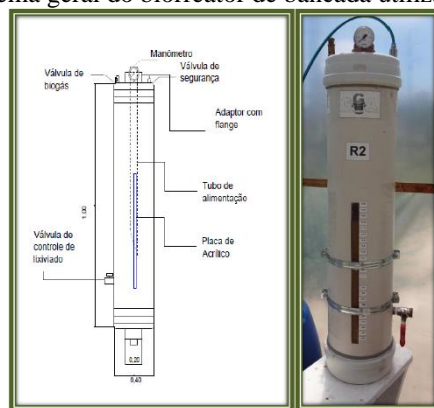
Nos processos biodegradáveis, segundo Duarte (2014), a temperatura é um fator que implica em balanços energéticos, e de forma geral, dentro de determinados limites, menor temperatura significa menor atividade e menor taxa de conversão do material orgânico presente nos RSU através da ação bioquímica de microrganismos.

Este trabalho tem como objetivo analisar a influência do pH e da temperatura nas concentrações de gases em biorreatores de bancada contendo resíduos orgânicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para essa pesquisa, foram confeccionados dois biorreatores de bancada contendo resíduos orgânicos e inóculo de esterco suíno. (Figura 1).

Figura 1 - Esquema geral do biorreator de bancada utilizados na pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa (2013).

### Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH foi determinado utilizando-se a metodologia do Standard Methods (AWWA/APHA/WEF, 2012). A aferição do pH foi feita eletrometricamente com a utilização de um potenciômetro e eletrodos. O princípio de tal medição eletrométrica do pH é a determinação da atividade iônica do hidrogênio, utilizando o eletrodo padrão de hidrogênio, que consiste em uma haste de platina sobre a qual o gás hidrogênio flui a uma pressão de 101kPa.

### Temperatura

As medições *in situ* da temperatura nos Biorreatores de Bancada foram realizadas a partir de um termopar com conector do tipo K tendo o auxílio de um termômetro digital, o qual foi inserido no próprio tubo de alimentação apresentado na Figura 1. O termômetro portátil utilizado é do tipo digital com dois canais (T1 e T2), com capacidade de medir temperaturas na faixa de (-100°C a 1300°C) e apresenta resolução de 0,5°C e precisão de  $\pm(0,1\%$  da leitura  $\pm 0,7^\circ\text{C}$ ) para a faixa de leitura utilizada.

### Medição das concentrações de gases

As leituras das concentrações dos gases ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  e  $\text{CO}$ ) no interior dos biorreatores de bancada foram realizadas *in situ* pelo detector automático de gases com infravermelho Dräger, modelo X-am 7000 (Figura 2). A seguir o equipamento utilizado para efetuar a medição das concentrações do biogás:

Figura 2: Dräger, modelo X-am 7000

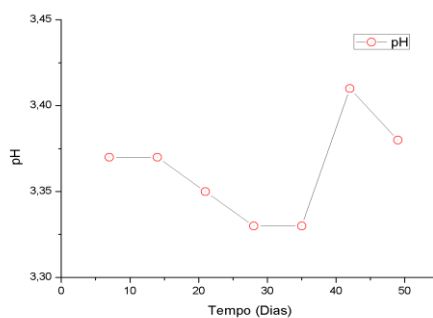


Fonte: Dados da Pesquisa (2013).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir na Figura 3 encontram-se dispostos os resultados referentes ao monitoramento do pH do biorreator de bancada.

Figura 3: Variação do pH ao longo do tempo no biorreator de bancada.

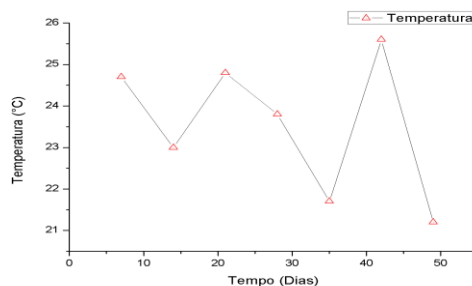


Fonte: Dados da Pesquisa (2013).

Por meio do monitoramento do pH, foram verificados valores no intervalo de 3,3 - 3,4, indicando que o resíduo se encontra na fase ácida da biodegradação. Esta fase é caracterizada pelas elevadas concentrações de ácidos orgânicos,  $\text{CO}$  e  $\text{CO}_2$ , encontradas dissolvidas no resíduo, os quais compõem alguns dos principais produtos da ação das bactérias fermentativas. Pode-se constatar que as concentrações dos gases gerados são compatíveis com o esperado no período inicial da biodegradação, estando os dados de acordo com o apresentado pelos estudos de Tchobanoglous, *et al* (1993). Sendo assim, é esperado que o pH se neutralize devido redução dos ácidos orgânicos no resíduo, uma vez que o resíduo tenderá a evoluir para outras fases da degradação.

Analisando os dados referentes ao monitoramento da temperatura interna, segue a Figura 4.

Figura 4: Variação da temperatura ao longo do tempo no biorreator de bancada.



Fonte: Dados da Pesquisa (2013).

Pode-se observar que a faixa de variação da temperatura interna permaneceu entre 21,4 e 25,5 °C durante fase inicial da degradação. Como estudado por Guedes (2007) os microrganismos tem um

maior rendimento quando a temperatura está entre 35 e 45 °C, o que permite inferir que a temperatura do meio durante o período monitorado não se apresentou na faixa ótima para atuação dos microrganismos, os quais são agentes atuantes na degradação dos resíduos.

Tratando-se das concentrações dos gases gerados, segue a Tabela 1 com os dados obtidos através do monitoramento.

Tabela 1: Composição dos gases no biorreator de bancada

Tempo (dias)	Composição dos gases				
	CO <sub>2</sub> (%)	CH <sub>4</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	CO (ppm)	H <sub>2</sub> S (ppm)
7	68	0	0,8	391	10
14	60	0	0,9	501	17
21	58	0	0,2	510	10

Fonte: Dados da Pesquisa (2013)

É possível analisar por meio dos dados gerados altas concentrações de CO<sub>2</sub> e CO, variando entre 58 – 68% e 391 – 510 ppm, respectivamente, ao contrário das concentrações de metano que se apresentaram nulas, caracterizando a fase ácida de geração de gás. Tal análise evidencia a influência mútua do pH e das concentrações dos gases. Enquanto isso, a temperatura interfere nas concentrações dos gases, atuando diretamente na atividade microbiana. Sendo assim, os dados obtidos correspondem ao esperado para o início da degradação.

### CONCLUSÃO

A partir de estudos e análises realizados constatou-se que há uma forte relação entre o pH e a temperatura com as concentrações de gases gerados no biorreator de bancada. O pH apresentou-se baixo, coerentemente com a fase inicial da biodegradação. Já a temperatura não contribuiu para dar continuidade as etapas subsequentes da degradação. E as concentrações aferidas corroboraram com as condições ambientais monitoradas.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA; AWWA; WEF (2012). American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 21a .ed., Washington, D. C, USA.
- 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).
- GUEDES, V. P. Estudos do fluxo de gases através do solo de cobertura de Aterro de Resíduos Sólidos Urbanos. 2007. 117 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Coordenação de Pós-Graduação de Engenharia – COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.
- Melo, M. C. Influência da Matéria Orgânica nos Recalques de Resíduos Sólidos Urbanos Aterrados. Campina Grande: UFCG, 2011. Tese de Doutorado, 148p.
- Monteiro, V. E. D.; Melo, M. C.; Alcântara, 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 Técnico. Eng. Sanitaria e Ambiental, vol. 11, n. 3, p. 223 – 230, 2006.
- Tchobanoglous, G.; Theisen, H.; Vigil, S. A.. Integrated Solid Waste: Management – Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill International Editions. ISBN 0-07-063237-5. 978. 1993.
- Thulasi, J. G. Effects of Leachate Recirculation on Geotechnical Properties of Municipal Solid Waste in Landfills. Chicago: University of Illinois, 2008. Doctoral Thesis, p.274.