

## AValiação DO PROCESSO DEGRADATIVO E GERAÇÃO DE BIOGÁS EM UMA CÉLULA EXPERIMENTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COM BASE EM ANÁLISES DE pH E ÁCIDOS VOLÁTEIS

Daniela Lima Machado da Silva<sup>1</sup>; Libânia Ribeiro da Silva<sup>2</sup>; Elba Magda de Souza Vieira<sup>3</sup>;

Maria Josicleide Felipe Guedes<sup>4</sup>; Márcio Camargo de Melo<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande, danielamachado33@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande, lybyribeiro@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Campina Grande, elba.msv@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido, mjosicleide@ufersa.edu.br

<sup>5</sup>Universidade Federal de Campina Grande, melomc90@gmail.com

### Introdução

Para avaliar o processo de biodegradação da massa de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em aterros sanitários e sua consequente geração de biogás, é necessário obter informações acerca das condições físico-químicas desta massa de resíduos, uma vez que os microrganismos degradadores dependem das condições do meio. Tais informações podem ser alcançadas através dos parâmetros do potencial hidrogeniônico (pH) e dos ácidos voláteis. Para isso, segundo Monteiro (2006), as células experimentais de RSU são uma boa alternativa para estudar o processo de degradação e a geração de gases.

O pH pode variar com o tempo de disposição dos resíduos em um aterro sanitário, servindo para delimitar as fases do processo de degradação. A relevância desse parâmetro para se avaliar a biodegradação dá-se pela sensibilidade das *arqueas* metanogênicas quanto à acidez do meio (Pohland & Harper, 1985).

Os ácidos voláteis, por sua vez, estão presentes nas fases iniciais da degradação, acarretando em redução do pH e significativa geração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). À medida que microrganismos processam esses ácidos, o meio se torna neutro, surgindo, então, as primeiras concentrações de gás metano (CH<sub>4</sub>) (AIRES, 2013).

Mudanças de pH afetam as bactérias envolvidas na degradação dos resíduos, interferindo na formação dos ácidos voláteis, demonstrando assim, a importância do monitoramento de tais parâmetros, uma vez que estes estão interconectados e são influenciados pelas condições ambientais interna e externas à célula experimental. Nesse sentido, esse estudo teve por objetivo avaliar o processo de degradação de resíduos e geração de biogás em uma célula experimental de RSU por meio do monitoramento do pH, ácidos voláteis e das concentrações de gases gerados.

### Metodologia

O estudo foi desenvolvido por meio do monitoramento de uma célula experimental, construída em alvenaria de tijolos maciços, com diâmetro interno de 2,0 m e altura de 3,5 m, com volume de aproximadamente 11 m<sup>3</sup>, localizada nas dependências físicas da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a qual simula condições semelhantes a uma célula de aterro sanitário em escala real.

A célula experimental possui 12 orifícios de entrada em PVC de 150 mm de diâmetro, distribuídos em diferentes níveis de profundidade (superficial, superior, intermediário e inferior), os quais são utilizados para a coleta dos resíduos. Sua instrumentação é constituída de sistemas de drenagem de líquidos e gases, medidores de temperatura e de recalques superficiais e em profundidade.

O preenchimento da célula com RSU foi realizado em setembro de 2011, porém devido a recalques excessivos, à ausência da geração do biogás e a falhas na camada de cobertura, em abril de 2015 foi necessário fazer uma retroalimentação da Célula, que consistiu na retirada do

solo da camada de cobertura e inseriu-se a nova camada de RSU e de solo compactado.

As amostras sólidas destinadas à obtenção dos parâmetros físico-químicos foram coletadas mensalmente de cada nível de profundidade da célula experimental, antes e após a retroalimentação. Em seguida, os resíduos coletados foram encaminhados ao Laboratório de Geotecnia Ambiental (LGA) pertencente à UFCG, onde foram picotados manualmente com auxílio de tesouras, pesados e posteriormente diluídos em água destilada. Após a diluição, a solução (água destilada + RSU) ficou em repouso por cerca de 30 minutos, e então a fração sólida foi separada da fração líquida por peneiramento, e o líquido resultando foi utilizado para a realização dos ensaios de pH e ácidos voláteis, conforme APHA (2012).

Já o monitoramento das concentrações de gases na célula experimental foi realizado *in situ* pelo detector automático de gases com infravermelho Drager modelo X-am 7000, o qual mede as concentrações dos gases: metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), oxigênio (O<sub>2</sub>), sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) e monóxido de carbono (CO); com uma periodicidade mensal, durante um período de 12 meses, com início em julho de 2014 e término em julho de 2015.

## **Resultados e discussão**

### **- Potencial Hidrogeniônico (pH)**

O período de monitoramento constou dos 1052 a 1416 dias. Deve-se ressaltar que a retroalimentação ocorreu aos 1346 dias de monitoramento da célula experimental. No período 1052-1080 dias, o resíduo esteve na fase metanogênica, pois o pH do meio encontrou-se muito próximo da neutralidade, principalmente nos níveis inferior e médio. O resíduo contido no nível superior apresentou-se mais ácido que os demais níveis, podendo ser causado pela presença de partículas de solo da camada de cobertura, além deste nível ter contato direto com a atmosfera, resultando assim em uma maior carga de oxigênio, aumentando a acidez do meio. E isso foi percebido mais claramente em torno de 1114 dias, em que houve um decréscimo nos valores de pH, que se prolongou até os 1346 dias, onde era possível observar fissuras bem definidas e acentuadas na camada de cobertura de solo compactado na célula experimental. Logo após a realização da retroalimentação e eliminação de possíveis pontos de entradas de ar, os valores de pH reduziram aos 1346 dias, chegando a 5,0 e 6,0, nos níveis superior e superficial, respectivamente. Isso pode sugerir que a degradação nesses níveis estava em sua fase ácida, uma vez que este fato é esperado como apresentado por Alves (2012), sendo resultado dos processos acidogênicos e/ou acetogênicos.

Já a partir dos 1387 dias, notou-se uma elevação do pH, sendo explicado pelo fato da redução na produção de ácidos orgânicos, a medida que o resíduo passa para a fase metanogênica de degradação.

### **- Ácidos Voláteis**

Aos 1052 dias de monitoramento notou-se um declínio significativo nas concentrações de ácidos voláteis com relação ao início do monitoramento, indicando o consumo dos ácidos orgânicos pelas bactérias fermentativas acetogênicas. Em contrapartida, a partir 1080 dias, houve um incremento nas concentrações de ácidos voláteis em relação aos 1052 dias, significando que o consumo foi inferior a produção desses compostos. Isso pode ter sido causada pela presença de oxigênio através de entradas preferenciais de ar existentes na célula através da camada de cobertura, como já comentado. Segundo Aires (2013), se as condições não estiverem favoráveis na metanogênese, o hidrogênio produzido pelas bactérias acetogênicas pode reagir com o dióxido de carbono, resultando em ácidos voláteis.

Foi possível observar que esses acúmulos de ácidos voláteis corroboraram com decréscimo ocorrido no pH no período 1080-1114 dias.

Após a retroalimentação, aos 1346 dias, houve um aumento substancial nos ácidos voláteis, principalmente nos níveis superficial e superior devido à entrada de resíduos frescos, o que sugere um metabolismo acidogênico.

A partir dos 1387 dias, as concentrações de ácidos voláteis apresentaram-se reduzida em relação aos 1346 dias, o que corroborou com o aumento no pH ocorrido no mesmo período de tempo. Esse comportamento está de acordo à literatura, onde segundo Monteiro (2003), as concentrações de ácidos voláteis ao longo do tempo tendem a serem reduzidas e estabilizadas.

#### - Concentração de Gases

Foi observado que no período 1052-1143 dias houve uma crescente redução nas concentrações de CH<sub>4</sub> e de CO<sub>2</sub>, que são os principais componentes gerados na fase metanogênica de degradação. Essa redução nas concentrações pode ter sido causada pela presença de oxigênio no meio, que aos 1143 dias chegou a 10%. Os microrganismos produtores de metano são anaeróbios e, portanto, as concentrações de oxigênio nesse período de tempo tornaram desfavoráveis as condições para a metabolização da matéria orgânica por este grupo de microrganismos, como expõe Pelczar et. al. (1997); justificando, desta maneira, o declínio das concentrações de metano e dióxido de carbono. O comportamento nas concentrações de gases no intervalo 1052-1143 dias corrobora com os dados referente ao pH e aos ácidos voláteis, os quais apresentaram as elevações das concentrações de ácidos voláteis e, conseqüentemente, a acidificação do resíduo.

A partir dos 1387 dias de monitoramento, observou-se um aumento considerável na concentração de CH<sub>4</sub>, atingindo um percentual de 11% e, ainda, havendo uma diminuição significativa de oxigênio.

#### **Conclusões**

Por meio dos estudos e análises dos dados obtidos experimentalmente, pode-se concluir que os parâmetros de pH e ácidos voláteis influenciam e são influenciados pelo meio interno e externo à célula, e ainda estão interligados, pois à medida que os ácidos voláteis se elevam, o pH diminui. Além do mais, a entrada preferencial de ar e a disposição de resíduos frescos influenciaram as características do meio interno, afetando os parâmetros de pH, ácidos voláteis e as concentrações dos gases gerados, como também o tempo de duração das fases degradativas.

**Palavras-Chave:** Célula experimental; biogás; pH; ácidos voláteis.

#### **Referências**

1. ALVES, F. S. *Influência das condições meteorológicas na biodegradação dos resíduos sólidos urbanos em Campina Grande – PB*. Campina Grande, 2012. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal de Campina Grande.
2. APHA, AWWA and WEF. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 20th Edition, 2012.
3. MONTEIRO, V. E. D. *Análises físicas, químicas e biológicas no estudo do comportamento do Aterro da Muribeca*. Recife, 2003. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco.
4. 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 Técnico. Eng. Sanitaria e Ambiental, vol. 11, n. 3, p. 223 – 230, 2006.
5. PELCZAR JR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. *Microbiologia*. 2 ed. São Paulo: Makron Books, 1997. p. 166-183.
6. POHLAND, F. G.; HARPER, S. R. *Precipitation and Leachate Flow in an Experimental Sanitary Landfill*. XXXI. Critical review and summary of leachate and gas production from landfills. Tech Project n. E20 G01. 1985.