

III-609 - ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO TEOR DE SÓLIDOS VOLÁTEIS E DO pH NA BIODEGRADAÇÃO E NA GERAÇÃO DE BIOGÁS EM UMA CÉLULA EXPERIMENTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Daniela Lima Machado da Silva⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Libânia Ribeiro⁽²⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental (UFCG). Doutoranda em Engenharia de Materiais (UFCG).

Jucielio Calado Alves⁽³⁾

Graduado em Engenharia Ambiental (UFCG). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental (UFCG).

Claúdio Luís de Araújo Neto⁽⁴⁾

Graduado em Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB) e em Licenciatura em Ciências Agrárias pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental (UFCG).

Veruschka Escarião Dessoles Monteiro⁽⁵⁾

Professora do Departamento de Engenharia Civil (UFCG). Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Endereço⁽¹⁾: Rua Emiliano Rosendo da Silva, 237 – Novo Bodocongó – Campina Grande - PB - CEP: 58431-000 - Brasil - Tel: (83) 9925 4648 - e-mail: danielamachado33@gmail.com

RESUMO

Um método representativo para analisar as reações de produção de biogás é o uso de células experimentais de Resíduos Sólidos (RS). Elas contribuem para o monitoramento das condições que comprometem as reações físico-químicas e microbiológicas nos aterros sanitários. Assim, os processos operacionais nessas células devem ser semelhantes ao que acontece em escala real e adequada de acordo com as condições ambientais. O estudo dos parâmetros físico-químicos como o pH, sólidos voláteis, entre outros, ajuda a entender a dinâmica de decomposição dos RS, assim como, a produção do biogás. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência dos parâmetros pH e sólidos voláteis na biodegradação e geração de gás em uma célula experimental de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Inicialmente, foi dimensionada uma célula experimental de RSU nas dependências físicas da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), para simular condições semelhantes às de uma célula de aterro sanitário. Para a leitura do pH, foi utilizada a metodologia estabelecida no Standard Methods (AWWA/APHA/WEF, 2012). Para as análises de sólidos voláteis foi utilizada a metodologia que consta em WHO (1979) e para o monitoramento das concentrações de gases utilizou-se o detector portátil Dräger X-am-7000. A partir dos resultados obtidos, observou-se que o pH manteve-se próximo da neutralidade com valores que variaram de 6,8 a 7,2, onde, de acordo com a literatura, essa faixa caracteriza a fase metanogênica, corroborando com as concentrações significantes de metano, as quais chegaram a 25%. Através da análise dos teores de sólidos voláteis, pode-se afirmar que a degradação encontra-se num estado avançado, pois indica que está ocorrendo a redução da matéria orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: pH, sólidos voláteis, concentração de gases, célula experimental, biogás.

INTRODUÇÃO

A mitigação dos impactos negativos da disposição inadequada dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) pode ser realizada através da tecnologia de tratamento utilizando aterros sanitários. O RSU que são acondicionados nos aterros sanitários são ricos em matéria orgânica que, de forma natural, é convertida em biogás através da decomposição biológica.

A decomposição da matéria orgânica levando em conta as condições adequadas dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, químicos e biológicos produz um subproduto gasoso, denominado biogás, que contém, entre outros elementos, o metano (CH₄), o dióxido de carbono (CO₂), o monóxido de carbono (CO), e o gás sulfídrico (H₂S) (MELO, 2011).

Existem diversas formas de se estudar a geração de gás advindo da degradação dos RSU, onde um método representativo para avaliar as reações da decomposição dos RSU e a produção do biogás é o uso de células experimentais de resíduos sólidos. Elas permitem o monitoramento das condições que intervêm no processo degradativo, como o pH e o teor de sólidos voláteis, auxiliando na compreensão da digestão dos RSU e da produção do biogás nos aterros sanitários. Assim, os processos operacionais nessas células prezam pela semelhança com os aterros em escala real, de acordo com as condições ambientais e, ainda, tornando possível a redução do número de variáveis que influenciam no processo de degradação.

Segundo (Egreja Filho, 1996), de forma direta o pH pode influenciar na atividade enzimática dos microrganismos e com isso comprometer a digestão anaeróbia dos resíduos. Com a atividade dos microrganismos comprometida, a produção de biogás torna-se limitada, devido à baixa estabilização dos compostos orgânicos presentes na célula de resíduos. Desta forma, a estimativa da quantidade de matéria orgânica e a avaliação do comportamento das propriedades físico-químicas, químicas e biológicas da massa de resíduo, podem ser feitas através do teor de sólidos voláteis, pois a redução de suas concentrações indica o nível de estabilização e degradabilidade em que se encontra o material orgânico (LEITE, 2008; ARAÚJO et al., 2010).

Esse estudo teve como objetivo geral avaliar a influência dos parâmetros pH e sólidos voláteis na biodegradação e geração de gás em uma célula experimental de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido a partir do monitoramento, de uma célula experimental preenchida por resíduos RSU provenientes da cidade de Campina Grande-PB, localizando-se nas dependências físicas da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e conta com o apoio dos laboratórios da Universidade Estadual da Paraíba e Universidade Federal de Pernambuco.



Figura 1: Célula experimental construída na UFCG

Para a realização deste trabalho foi necessário seguir etapas tais como: planejamento estatístico, construção e instrumentação da célula experimental, composição gravimétrica e volumétrica do resíduo sólidos urbanos que foi inserido na célula experimental. A fase na qual o estudo encontra-se atualmente é o monitoramento dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e das concentrações de gases. O objeto de estudo deste trabalho localiza-se nessa última fase, juntamente com a análise e discussão dos resultados, por apresentarem maior complexidade devido às múltiplas variáveis envolvidas no processo.

O planejamento estatístico consistiu em utilizar uma amostra representativa dos RSU da cidade de Campina Grande-PB. A partir das composições volumétricas e gravimétricas foi possível caracterizar o resíduo, com relação ao seu peso e volume (solto e compactado), respectivamente. Por simular um aterro sanitário a célula experimental é dotada de instrumentos que possibilitam o monitoramento do comportamento da degradação que ocorre em seu interior. A instrumentação consiste basicamente na utilização de drenos de líquidos e gases, camadas de base e cobertura devidamente compactadas, placas para medição de recalque e termopares.

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

Para análise de pH, foram retiradas aproximadamente 500g dos resíduos sólidos, os quais foram picotados e a estes resíduos foram adicionados 1000 mL de água. Após 30 min, o material foi peneirado e o líquido, posteriormente, será utilizado para a determinação desse parâmetro (Figura 2). Para a leitura do pH, a metodologia utilizada consta no Manual de Análises físico-químicas de Águas de Abastecimento e Residuárias (Silva & Oliveira, 2001), baseado no APHA, 2012 (Standard Methods for the Analyses of Water and Wastewaters).



Figura 2: Determinação do pH do resíduo.

SÓLIDOS VOLÁTEIS

Para a análise do teor de sólidos voláteis, foram colocadas amostras de resíduos em cápsulas de porcelanas, as quais foram pesadas e levadas à estufa para permanecer a uma temperatura de, aproximadamente, 65°C durante 24 h. Em seguida, as amostras foram retiradas, pesadas (P_i) e colocadas na mufla a uma temperatura de 550°C durante 30 min. Após isso, as amostras de resíduo, que se encontra calcinada, foi pesada, obtendo-se o peso final (P_f). O teor de sólidos voláteis é numericamente igual ao valor resultante da Equação 1:

$$SV = P_i - P_f / P_i \quad \text{Equação 1}$$

CONCENTRAÇÃO DE GASES

Uma das peças de instrumentação da célula experimental para coletar o biogás, gerado em seu interior, é um dreno de gás do qual é formado por dois tubos de PVC. O tubo mais externo, de 100 mm é utilizado para proteção e um segundo tubo de 40 mm localizado no interior do primeiro tubo. Ambos possuem pequenos orifícios por toda extensão para entrada do biogás. O espaço entre eles é preenchido com pedregulhos (brita) para minimizar obstrução dos furos do tubo interior e, assim obter entrada de biogás de todas as camadas da célula.

O monitoramento das concentrações de gases foi realizado *in situ* pelo detector automático de gases com infravermelho Drager modelo X-am 7000 (Figura 3). Foram realizadas as leituras da concentração dos gases (CH_4 , CO_2 , O_2 , H_2S e CO) na célula experimental. O procedimento de leitura da concentração do biogás consiste em:

- Ligar o aparelho e verificar a calibração;
- Tempo de estabilização de 2 minutos;
- Conectar a mangueira acoplada no equipamento na torneira plástica localizada na célula experimental;
- Leitura das concentrações;
- Retirada do equipamento.

O resultado das concentrações é obtido por esse método em torno de 3 a 5 minutos, o que torna as análises viáveis pela praticidade e rapidez.



Figura 3: Equipamento utilizado para medição das concentrações de gases.

RESULTADOS

SÓLIDOS VOLÁTEIS

O teor de sólidos voláteis é o parâmetro que deve ser observado quando se deseja obter informações acerca do teor de matéria orgânica do resíduo, de modo que, com o avanço do processo de degradação, espera-se que o teor de sólidos voláteis reduza ao longo do tempo. De acordo com a Figura 4, nota-se uma tendência ao decaimento do teor de sólidos voláteis, o que já era esperado, pois, segundo Monteiro (2003), quanto menor o teor de sólidos voláteis, mais avançado encontra-se o processo de degradação. Ainda, de acordo com a figura, observa-se que, ao longo do monitoramento, os valores variaram entre 50% a 10%.

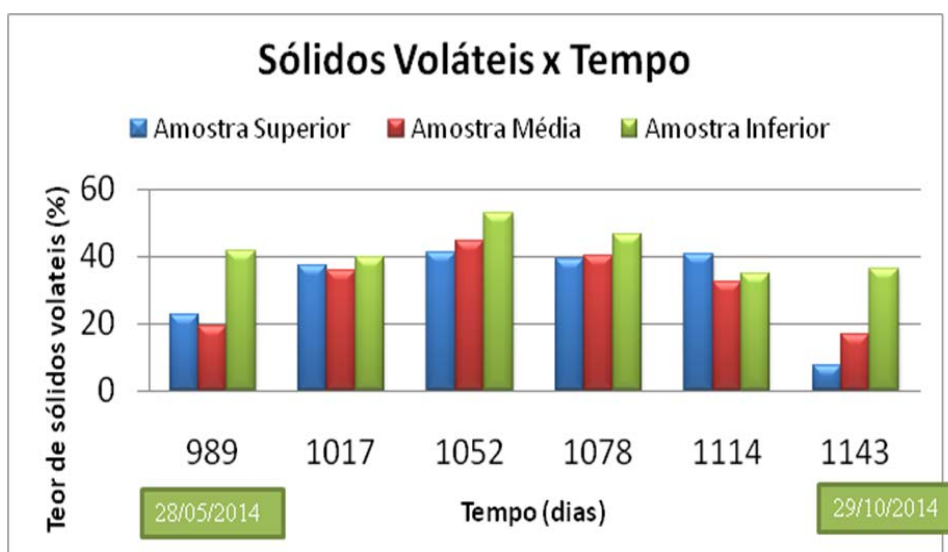


Figura 4: Teor de sólidos voláteis ao longo do tempo.

pH E CONCENTRAÇÃO DE GASES

A partir do monitoramento do potencial hidrogeniônico (pH) do resíduo é possível identificar se existem condições no meio que permitam a sobrevivência das *arqueas* metanogênicas, as quais produzem CH₄ (metano) e CO₂ (dióxido de carbono) em ambiente predominantemente anaeróbico. Através das Figuras 5 e 6 fica mais clara a relação direta que existe em o pH e a concentração de gases. No período 989-1115 dias, o pH manteve-se próximo da neutralidade com valores que variaram de 6,8 a 7,2, onde segundo Lima (1995) essa faixa caracteriza a fase metanogênica instável, o que corrobora com as concentrações significantes de metano, que chegaram a 25% na Figura 6. Entretanto, com a presença de oxigênio no meio devido a possíveis entradas preferenciais de ar na célula experimental, houve decréscimo das concentrações de biogás concomitantemente a redução gradativa do pH.

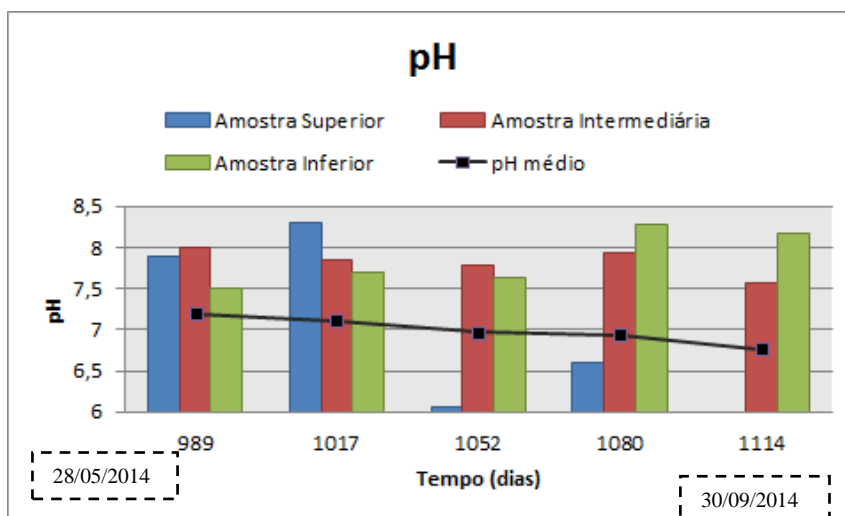


Figura 5: Variação do pH do meio ao longo do monitoramento.

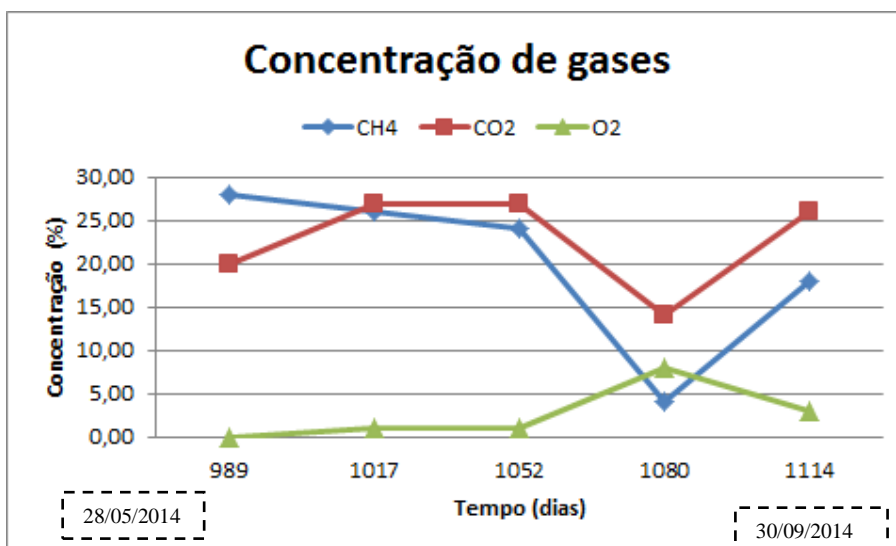


Figura 6: Variação das concentrações de gases da célula experimental.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos por meio do monitoramento do pH de amostras líquidas do resíduo, nota-se claramente a influência direta desse parâmetro, pois para a idade de monitoramento da célula experimental, que é de aproximadamente três anos, o meio encontra-se neutro, conforme esperado devido a estabilização da concentração de ácidos voláteis, explicando também a produção de significantes concentrações de CO₂ e CH₄.

Através da análise dos teores de sólidos voláteis, pode-se afirmar que a degradação encontra-se num estado avançado, pois indica que está ocorrendo a redução da matéria orgânica.

As concentrações de oxigênio observadas nos resultados apresentados, com consequente redução das concentrações de metano, podem ter sido causadas pela existência de entradas de ar pela camada de cobertura da célula devido o recalque acentuado, que provocou descolamento entre o solo e as laterais, e ainda entradas de ar durante o processo de coleta do resíduo.

Para pesquisas futuras sugere-se a realização de manutenção da célula experimental e retomada do monitoramento dos parâmetros e também a criação de novas metodologias que permitam a retirada de resíduo sem entradas de ar excessivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, E. P.; FARIAS R. M. S.; COSTA, E. P.; SANTOS, S. G.; MONTEIRO, V. E. D.; ARAÚJO, J. M. Relação entre os Sólidos Voláteis e a Presença de Microrganismos Aeróbios em um Biorreator na cidade de Campina Grande-PB. In: III SIMPÓSIO DE INOVAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – SICBIO, Recife-PE, 2010.
2. EGREJA FILHO, F. B. Relatório de atividades de consultoria junto à superintendência de limpeza urbana de Belo Horizonte. Belo Horizonte: CODEPRO, 1996.
3. LEITE, H. E. A. S. Estudo do comportamento de aterros de RSU em um biorreator em escala experimental na cidade de Campina Grande-PB. Campina Grande. 2008. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande.
4. LIMA, L. M. Q. Lixo: tratamento e Biorremediação. Hemus. 3. Ed. Campinas. Brasil. 1995.
5. MELO, M. C. Influência da Matéria Orgânica nos Recalques de Resíduos Sólidos Urbanos Aterrados. Campina Grande. 2011. Tese de Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais, Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal de Campina Grande.
6. 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.
7. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20th Edition, APHA, AWWA and WEF. 2012.
8. WHO. International Reference Center for Wastes Disposal. Methods of analysis of sewage sludge solid wastes and compost. Switzerland. 1979.