

# **PROCESSOS DEGRADATIVOS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM BIORREATOR POR MEIO DO MONITORAMENTO DA DBO, DQO E TEOR DE SÓLIDOS VOLÁTEIS**

Daniela Lima Machado da Silva (1); Libânia da Silva Ribeiro (2); Márcio Camargo de Melo (3); Veruschka Escarião Dessoles Monteiro (4);

*Universidade Federal de Campina Grande. Email: [danielamachado33@gmail.com](mailto:danielamachado33@gmail.com)*

## **INTRODUÇÃO**

Biorreatores de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) consistem numa das técnicas utilizadas para se conhecer melhor o comportamento dos aterros sanitários, permitindo obter parâmetros para projetos, dimensionamento, construção e monitoramento de aterros (MONTEIRO et al., 2006).

A partir do uso dos biorreatores de RSU como forma de analisar o processo de degradação, é possível efetuar o controle das condições, em que as variáveis que intervêm neste processo podem ser isoladas, reduzindo o número de fatores que influenciam a biodegradação. Diversos fatores influenciam no processo de degradação dos RSU, entre eles estão: espécies microbianas presentes em cada fase degradativa, composição do resíduo, idade do aterro, umidade, temperatura e parâmetros físico-químicos dos resíduos depositados no aterro, tais como a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e teor de sólidos voláteis (USEPA, 1991).

Sendo assim, é observada uma estreita relação entre parâmetros físico-químicos dos resíduos com a biodegradação. Através desses parâmetros é possível avaliar o processo de digestão da massa de resíduo, identificar a fase de degradação e ainda, tornar possível a identificação de problemas, tais como vazamentos, infiltrações excessivas, entradas de ar, que possam vir a retardar a degradação.

O presente trabalho tem por objetivo analisar a biodegradação dos resíduos sólidos urbanos através dos seguintes parâmetros físico-químicos: DBO, DQO e teor de sólidos voláteis.

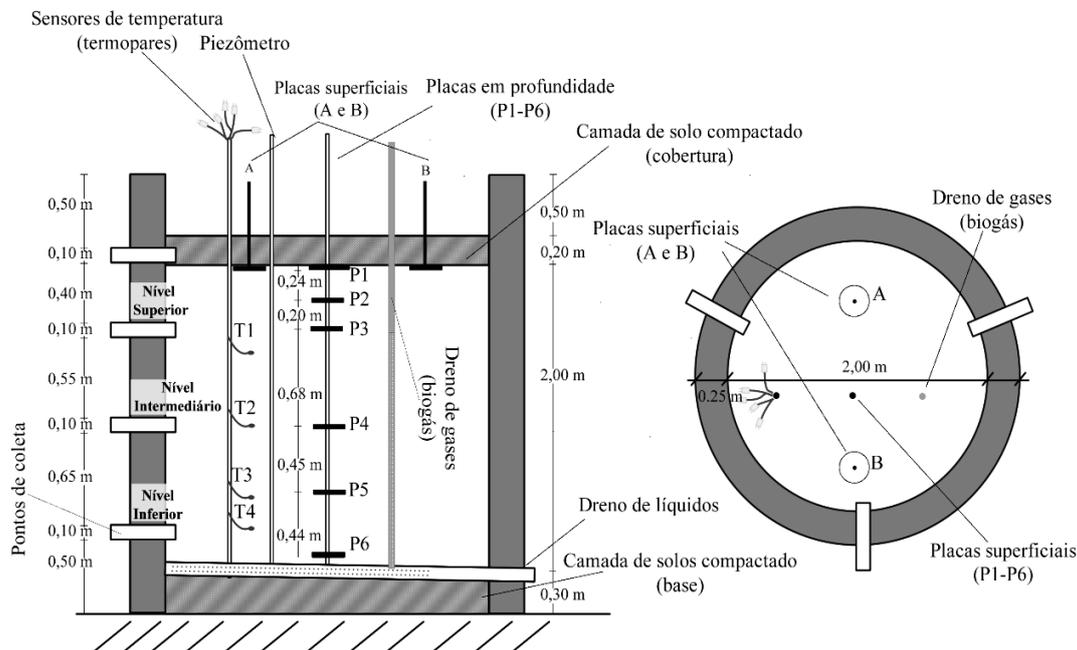
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Geotecnia Ambiental (LGA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

### **Construção do biorreator**

Para essa pesquisa, foi construído e instrumentado um biorreator de RSU (Figura 1) pelo Grupo de Geotecnia Ambiental (GGA), seguindo as seguintes etapas:

Figura 1: Croqui do biorreator.



Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

- Construção do biorreator;
- Execução das camadas de base e cobertura no biorreator, utilizando solo com baixa permeabilidade compactado na umidade e massa específica seca ótima;
- Instrumentação do biorreator;
- Determinação dos locais de amostragem dos resíduos;
- Determinação da composição gravimétrica e volumétrica dos resíduos;
- Realização de ensaios físico-químicos e microbiológicos para determinação das características iniciais dos resíduos sólidos urbanos que foram depositados no biorreator;
- Enchimento do biorreator com uma amostra de RSU que representa estatisticamente os RSU do município de Campina Grande-PB;
- Execução da camada de cobertura de solo compactado no biorreator.

Este reator foi confeccionado utilizando alvenaria nas paredes de sua estrutura, dotado de geometria circular, com capacidade para o acondicionamento de 11 m<sup>3</sup> de resíduos. A instrumentação do reator permite a coleta de dados de temperatura interna, aferição das deformações verticais da massa de resíduos e a amostragem de biogás por meio de drenos. O solo empregado para confecção das camadas de base e de cobertura foi caracterizado e, portanto, trata-se de uma argila de baixa compressibilidade, com permeabilidade de 10<sup>-6</sup> cm/s.

## Parâmetros físico-químicos

As amostras sólidas destinadas à obtenção dos parâmetros físico-químicos foram coletadas mensalmente de três níveis de profundidade do biorreator denominados em superior, intermediário e inferior.

As análises de teor de sólidos voláteis foram realizadas em amostra sólida, as quais foram conduzidas segundo WHO (1979). Para a realização das demais análises físico-químicas (DBO e DQO), foram retiradas aproximadamente 500g dos resíduos sólidos, estes foram picotados e adicionados em 1000 mL de água destilada. Após 30 min, o material foi peneirado e o líquido armazenado em ambiente de 20°C, o qual foi utilizado, posteriormente, para a determinação desses parâmetros.

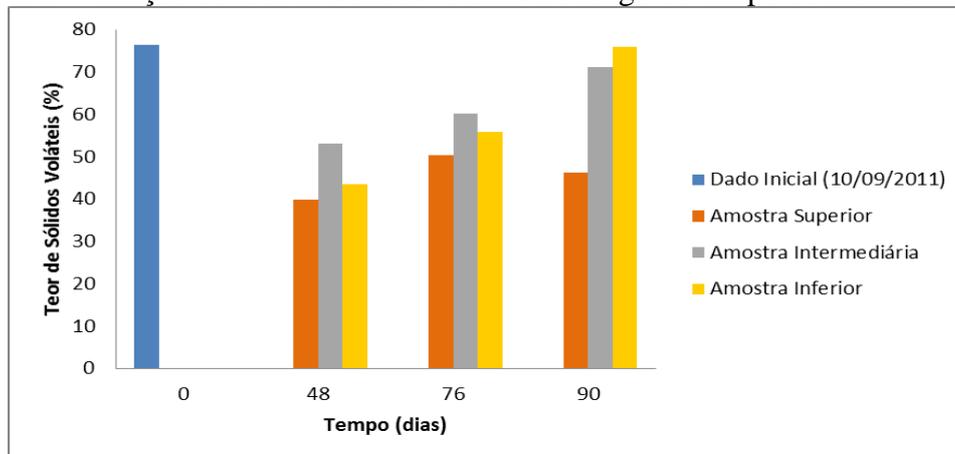
Os parâmetros físico-químicos determinados por meio da amostra diluída (DBO e DQO) foram conduzidos segundo a metodologia estabelecida no Standard Methods (AWWA/APHA/WEF, 2012).

## RESULTADOS

### Teor de sólidos voláteis

Através do monitoramento desse parâmetro, foi possível obter a variação ao longo do tempo do teor de sólidos voláteis dos RSU acondicionados no biorreator, conforme ilustrado na Figura 2:

Figura 2: Variação do teor de sólidos voláteis ao longo do tempo de monitoramento.



Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Analisando a Figura 2 é possível observar que inicialmente foi obtido para o tempo inicial ( $t=0$ ) valores de SV na ordem de 76%, nota-se que este elevado índice, na fase inicial de monitoramento do biorreator, pode estar associado a um grande teor de matéria orgânica disponível para ser degradada. No entanto, não se pode afirmar que a biodegração foi iniciada, embora exista uma quantidade significativa de matéria orgânica. Para isso, é necessário comprovar a atividade microbiana, por meio de quantificação de microrganismos e, ainda, observar a existência de concentrações elevadas de oxigênio e gás carbônico. Sendo assim, o início da biodegradação não pode ser determinado a partir do teor de sólidos voláteis, no entanto, a sua redução gradativa ao longo do monitoramento consiste em um indicativo da redução da matéria orgânica e, conseqüentemente, da atuação microbiana na parcela biodegradável da fração orgânica presente nos RSU.

Embora os SV indiquem de forma indireta a quantidade de matéria orgânica a ser degradada nos resíduos, não há necessariamente relação direta entre sólidos voláteis, DQO e DBO. A DBO será alta se os sólidos voláteis forem facilmente biodegradáveis, mas será baixa se os resíduos sólidos urbanos apresentarem características recalcitrantes, ou seja, de difícil degradação, hidrofóbicos e bioacumulativos, tendo como característica alta estabilidade química e taxa de biodegradação muito lenta. Se não houver substâncias inorgânicas que conferem DQO, como metais, o valor da DQO estará relacionado quase que unicamente aos sólidos voláteis e sua remoção implicará na remoção quase total da DQO (SOUTO, 2009).

A partir dos 48 dias de monitoramento há uma redução nas concentrações de SV para as amostras superiores, no qual houve uma redução de aproximadamente 60%, o que pode estar associado com as trocas de energia, que esta camada sofre ao longo do tempo, com o ambiente externo.

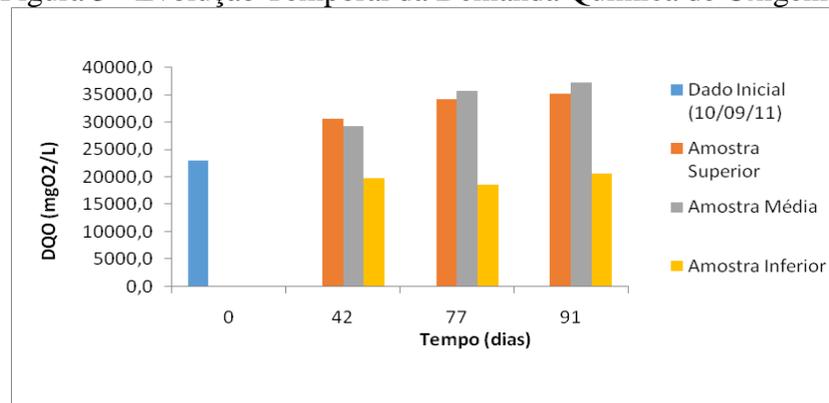
Para os níveis, intermediário e inferior, houve um aumento nos resultados obtidos para este parâmetro, o que pode referenciar ao processo de lixiviação, no qual os líquidos resultantes tanto das atividades microbiológicas realizadas nas camadas superiores quanto os líquidos percolados pela precipitação, podem ser lixiviados, carreando substratos e microrganismos, para as camadas inferiores, podendo aumentar com isto o teor de matéria orgânica particulada nestas camadas.

### **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>) e Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

As Figuras 3 e 4 apresentam a evolução da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e DBO<sub>5</sub> ao longo do tempo de aterramento.

Durante o monitoramento inicial do biorreator pode-se perceber que tanto a DQO quanto a DBO<sub>5</sub> apresentaram valores elevados, este comportamento já era esperado, uma vez que, é uma característica da digestão anaeróbia da degradação dos resíduos depositados recentemente em aterros, devido à grande disponibilidade de matéria orgânica degradável. Estudos do processo degradativo utilizando parâmetros físico-químicos, microbiológicos e químicos dos RSU em aterros sanitários, como os de Monteiro (2003) e em biorreatores de RSU, como os de Ribeiro (2012) e Caribé (2012) apontaram para resultados similares com relação aos dados iniciais, mantendo numa faixa próxima a 2.000 mgO<sub>2</sub>/l.

Figura 3 - Evolução Temporal da Demanda Química de Oxigênio.



Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

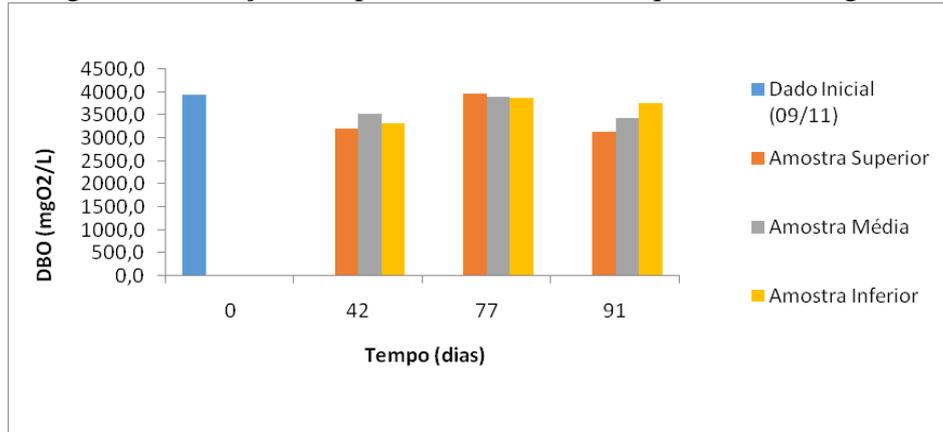
A partir dos resultados da DQO na Figura 3, pôde-se observar a existência de variabilidade dos dados ao longo do tempo e entre os níveis de profundidade do biorreator, mantendo-se em uma faixa de variação entre 22.900 mgO<sub>2</sub>/L a 31.800 mgO<sub>2</sub>/L. Os estudos de Ribeiro (2012) indicam

valores superiores, embora próximos para a DQO dos RSU em biorreatores, onde os dados variando de 27.000 mgO<sub>2</sub>/L a 38.000 mgO<sub>2</sub>/L.

Os valores observados para a DQO (Figura 3) neste trabalho variaram ao longo do tempo e da profundidade, esta variação deve ser atribuída às características de heterogeneidade dos resíduos sólidos urbanos e a grande quantidade de ácidos orgânicos disponíveis no sistema.

Valores similares também foram observados por El-Fadel et al. (2002) que verificaram variação de DQO entre 20.000 mgO<sub>2</sub>/l e 120.000 mgO<sub>2</sub>/l até os 100 dias de aterramento, Catapreta (2007) em seus estudos de aterros em Belo Horizonte indica valores superiores a 40.000 mgO<sub>2</sub>/L.

Figura 4- Evolução Temporal da Demanda Bioquímica de Oxigênio.



Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

No que se refere à análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>), que determina a quantidade de oxigênio consumido pelos microrganismos para degradar a matéria orgânica presente na amostra de resíduos, Tchobanoglous et al. (1993) cita valores para a DBO<sub>5</sub> que variam de 2.000 mgO<sub>2</sub>/L a 30.000 mgO<sub>2</sub>/L para aterros com idade inferior a dois anos e Ribeiro (2012) encontrou valores para esse parâmetro em uma faixa de variação que vai de 3000 mgO<sub>2</sub>/L a 42000 mgO<sub>2</sub>/L. Pôde-se analisar, por meio da Figura 4 que os dados se mantiveram dentro dessa faixa, variando de 3.940 mgO<sub>2</sub>/L a 3.972 mgO<sub>2</sub>/L até os 91 dias de monitoramento, o que demonstra uma coerência dos resultados obtidos.

A lixiviação que ocorre dos resíduos pode ser um dos fatores que explicam a maior concentração da DQO nos níveis superior e intermediário e menores valores para o nível inferior, onde a precipitação que infiltra na camada de cobertura solubiliza os compostos contidos nos resíduos, o que ocorre com maior intensidade no nível superior e, apresentando menor impacto no nível inferior, fato este que pode ser observado no monitoramento da DQO na Figura 3.

## CONCLUSÕES

Os dados dos parâmetros analisados indicam redução gradativa do teor de sólidos voláteis, o que permite inferir a redução da matéria orgânica, o que corrobora com o declínio dos valores encontrados por meio do monitoramento da DBO. Isso indica o consumo da parcela biodegradável da fração orgânica, caracterizando a atuação de microrganismos.

A DQO apresenta comportamento antagônico em relação ao teor de sólidos voláteis e à DBO, decrescendo ao longo do tempo, embora os valores iniciais sejam altos, assim como os dados iniciais do teor de sólidos voláteis e da DBO. Isso que pode ser explicado pela maior

disponibilidade de matéria orgânica não-biodegradável em detrimento do consumo da fração facilmente degradável.

## REFERÊNCIAS

1. ALCÂNTARA, P.B. **Avaliação da Influência da Composição de Resíduos Sólidos Urbanos no Comportamento de Aterros Simulados**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco. UFPE. Recife. 2007.
2. APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and waste water**. 22thedition. Washington: APHA. 1203p. (2012)
3. CARIBÉ, R. M. Análise Multivariada no comportamento dos recalques em célula experimental de resíduos sólidos urbanos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2015.
4. EL FADEL, M.; DOUSEID, E.; CHAHINE, W.; ALAYLIC, B. **Factors influencing solid waste generation and management**. Waste Management, Amsterdam, v. 22, p. 269-276. 2002.
5. MONTEIRO, V. E. D. M; MELO, M. C.; ALCÂNTARA, P. B.; ARÁUJO, 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. Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol.11 no 3. Rio de Janeiro July/Sept. 2006.
6. RIBEIRO, L. S. **Estudo da degradação dos resíduos sólidos urbanos através dos parâmetros físico e físico-químicos em um biorreator de escala experimental**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2015.
7. SOUTO, G. A. B. **Lixiviado de aterro sanitário- Estudo da remoção do nitrogênio amoniacal por processo de arraste com ar (“stripping”)**. São Carlos. Tese de doutorado- Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2009.
8. 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.
9. USEPA (US Enviromental Protection Agency). **Greenhouse gases and Global Warming Potential values**, U.S Greenhouse Gas Inventory Program, Office of Atmospheric Programs, Washington, USA. (1991).
10. WHO. **International Reference Center for Wastes Disposal. Methods of analysis of sewages ludge solid wastes and compost**. Switzerland. (1979).