

## ESTUDO DA GERAÇÃO DE LIXIVIADO EM LISÍMETROS COM DIFERENTES COMPOSIÇÕES DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Maria Josicleide Felipe Guedes<sup>1</sup>; Francisco Gleson dos Santos Moreira<sup>2</sup>; Luís Antônio Oliveira Nunes<sup>3</sup>; Rosires Catão Curi<sup>4</sup>, Márcio Camargo de Melo<sup>5</sup>  
1 Universidade Federal Rural do Semi-Árido, mjosicleide@ufersa.edu.br  
2 Universidade Federal de Campina Grande, glesongm@gmail.com  
3 Universidade Federal de Campina Grande, luisoliveiranunes@hotmail.com  
4 Universidade Federal de Campina Grande, rosirescuri@yahoo.com.br  
5 Universidade Federal de Campina Grande, melomc90@gmail.com

### Introdução

O lixiviado, que é um dos subprodutos resultantes do processo de biodegradação dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em aterros sanitários, requer cuidados específicos, uma vez que este subproduto líquido é altamente tóxico, por apresentar metais dissolvidos, amônia e organismos patogênicos, além de matéria orgânica (SILVA, 2016). Por estas e outras características intrínsecas ao lixiviado, a este é atribuído uma toxicidade de aproximadamente 30 (trinta) vezes maior que a dos esgotos sanitários (TCHOBANOGLIOUS et al., 1993). Segundo Maciel (2009), o volume de lixiviado produzido nos aterros sanitários depende não apenas dos líquidos gerados pela decomposição dos resíduos sólidos, provenientes da própria unidade dos resíduos, mas também dos líquidos oriundos de fontes externas, tais como a precipitação pluviométrica e a recirculação do lixiviado nas próprias células do aterro.

O município de Campina Grande-PB, campo experimental deste trabalho, possui características bastante peculiares em termos hidrometeorológicos, uma vez que apresenta condições típicas do semiárido Nordeste; com precipitação média anual de 748 mm e evaporação média anual de 1.417 mm (PARAÍBA, 2001), favorecendo um déficit hídrico ao longo de vários meses do ano e, portanto, menores volumes de lixiviados a serem tratados.

Objetivando compreender a geração de lixiviado pela biodegradação de RSU, em termos quantitativos, submetidas às condições hidrometeorológicas do semiárido paraibano, foram construídos lisímetros com diferentes composições e massas de resíduos; com vistas a subsidiar o dimensionamento de sistemas de acumulação e tratamento desse subproduto.

### Metodologia

Foram confeccionados 3 (três) conjuntos independentes de lisímetros de PVC, com altura de 1 m e diâmetros de 0,15, 0,20 e 0,25 m; totalizando 9 (nove) células experimentais que simulam aterros sanitários em escala reduzida, instrumentados com drenos para a coleta do lixiviado. Cada lisímetro é composto por: i) camada de base de solo compactado, de 0,10 m; ii) camada de resíduos, de 0,60 m; iii) camada de cobertura de solo compactado, de 0,20 m. O solo e os RSU foram provenientes do Aterro Sanitário em Campina Grande (ASCG). Ressalta-se que mais de 95% dos RSU dispostos no ASCG são oriundos de Campina Grande-PB.

A composição dos resíduos contidos nos lisímetros foi baseada em um planejamento experimental, por meio do qual definiram-se limites máximo, médio e mínimo de percentual de matéria orgânica, de 100, 70 e 40%, respectivamente. O limite mínimo de 40% partiu do pressuposto da composição gravimétrica dos resíduos em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, no qual o percentual de matéria orgânica (MO) não é inferior a 40% (ABRELPE, 2015). Sendo assim, obteve-se a seguinte configuração dos lisímetros: i) L1, L2 e L3, constituídos em sua totalidade (100%) de MO (denominado de conjunto RSO - Resíduo Sólido Orgânico); ii) L4, L5 e L6, com 70% de MO (conjunto RSU<sub>intermediário</sub>); iii) L7, L8 e L9, com um percentual de 40% de MO (conjunto RSU). Os lisímetros de L4 a L9 tiveram sua

composição gravimétrica baseando-se proporcionalmente na composição dos RSU de Campina Grande-PB, na qual 46,5% dos resíduos são compostos por matéria orgânica.

Partindo desse pressuposto, a composição gravimétrica para os lisímetros foi definida da seguinte forma: (1) L4 a L6, contemplando 70% de MO; 9,4% de plástico; 6,2% de papel e papelão; 4,4% de têxtil; 1,4% de vidro; 1,3% de compósitos; 0,3% de metal e 7,0% de outros; (2) L7 a L9, com 40% de MO; 18,7% de plástico; 12,3% de papel e papelão; 8,9% de têxtil; 2,8% de vidro; 2,7% de compósitos; 0,7% de metal e 13,9% de outros materiais.

Os resíduos foram coletados e segregados no ASCG. Formaram-se pilhas de resíduos, com uma massa de 70 kg cada, para cada tipo de composição. Após o processo de enchimento dos lisímetros (compactação da camada de base; coleta, preparação da amostra de resíduos, incluindo a redução de sua granulometria por processo manual, e enchimento; compactação da camada de cobertura), estes foram transportados para a Universidade Federal de Campina Grande, sendo expostas às condições hidrometeorológicas locais. As densidades obtidas para L1 a L9 foram de 1,13; 1,06; 1,06; 0,73; 0,60; 0,69; 0,52; 0,46 e 0,48 kg.m<sup>-3</sup>; respectivamente; com massas de resíduos de 11,1; 19,1; 30,3; 7,2; 10,9; 19,9; 5,1; 8,4 e 13,9 kg.

### Resultados e discussão

A caracterização inicial das amostras de resíduos de cada composição utilizada no enchimento dos lisímetros resultou em uma de umidade de 56,76% para o conjunto RSO (100% MO), 52,78% para o RSU<sub>intermediário</sub> (70% MO) e 49,12% para o RSU (40% MO). Considerando as condições climáticas brasileiras, Bidone e Povineli (1999) afirmam que a umidade dos resíduos aterrados encontra-se na faixa de 40 a 60%; o que corrobora com os valores de umidades determinados para as amostras em estudo.

Durante todo o período de monitoramento, que compreendeu 150 dias, as células experimentais de RSO geraram lixiviado; fato este decorrente da maior umidade desses resíduos. Sendo que o volume acumulado de lixiviado para L1 foi de 705 mL para uma massa inicial de resíduos 11,1 kg; 698 mL no L2, com 19,1 kg; e 1.215 mL no L3, com 30,3 kg.

Ressalta-se que até 60 dias após o enchimento dos lisímetros, não houve geração de lixiviado para os conjuntos RSU<sub>intermediário</sub> e RSU. No entanto, decorridos 90 dias de monitoramento verificou-se a geração inicial de 31 mL no L4 (RSU<sub>intermediário</sub>), totalizando um volume acumulado de 71 mL, ao passo que L5 e L6, com composição semelhante a L4, e massas superiores, não foram observadas nenhuma contribuição de subprodutos líquidos. Esses resultados podem estar associados a grande heterogeneidade dos resíduos, como também ao processo de enchimento dos lisímetros, o qual envolveu a formação de ‘pilhas’ de resíduos, correspondentes aos conjuntos RSO, RSU<sub>intermediário</sub> e RSU. Nesse processo pode ter havido predominância de uma determinada fração de resíduo em detrimento das demais.

Chama-se atenção para o fato de que nenhum lisímetro da categoria RSU (L7, L8 e L9) gerou lixiviado nos 150 dias iniciais do monitoramento. Essa assertiva é condizente com estudos realizados por Santos (2016) em um lisímetro de RSU na cidade de Campina Grande-PB, em escala piloto, com volume de 11 m<sup>3</sup> e composição similar a presente pesquisa; onde não foi verificado a geração de lixiviados desde o enchimento da célula experimental, em 2011. Esses resultados são indicativos da influência das condições hidrometeorológicas da área em estudo, que confere ao resíduo de Campina Grande-PB a característica de ‘seco’; não pelo fato da umidade intrínseca do próprio resíduo, uma vez que há a predominância da fração orgânica na composição total, mas da reduzida contribuição pluviométrica, de 143,8 mm no período em estudo, e dos elevados índices de evaporação, de 472 mm, quando considerada uma média histórica para o período monitorado (maio a setembro) (AESAs, 2017; PARAÍBA, 2001).

Ressalta-se que o tamanho dos lisímetros estudados são bastante reduzidos quando comparados com a escala real, podendo citar: i) a massa de resíduos no lisímetro de maior diâmetro e densidade, de 30,3 kg (L3), é mais de 2 milhões de vezes inferior a massa de resíduos que a Célula 2 do ASCG, por exemplo, de 62.359.438 kg; ii) a área superficial da camada de cobertura dos lisímetros de maior diâmetro é de 0,04909 m<sup>2</sup>, cerca de 8mil vezes menor que a da célula deste aterro, que gira em torno de 400 m<sup>2</sup>; iii) o peso próprio da camada de cobertura, que nos lisímetros em estudo são de 0,20 m e na célula do aterro varia de 0,80 a 1,40m, o qual interfere na tensão aplicada no resíduo e conseqüente geração de lixiviado.

### **Conclusões**

Os volumes de lixiviados gerados nos lisímetros ocorreram, predominantemente, no conjunto de RSO, os quais apresentavam, em função da densidade alcançada, maiores massas de resíduos e umidade inicial. No entanto, não foi verificada uma relação direta de proporcionalidade entre o volume de lixiviado gerado e a massa de resíduos; apesar das densidades obtidas em L1, L2 e L3 terem sido muito semelhantes.

Nos lisímetros de RSU<sub>intermediário</sub> e RSU, a não geração de lixiviado no período monitorado (exceto no caso de L4) pode estar associada a maior heterogeneidade desses resíduos, o que implicou em baixas densidades, quando comparadas com os lisímetros de RSO; e, conseqüentemente, em uma menor massa disponível para ser metabolizada pelos microrganismos. A geração de lixiviado em L4, embora reduzida, pode estar associada a maior densidade alcançada no processo de enchimento desse lisímetro, bem como a possibilidade de predominância de uma fração de resíduo mais facilmente degradável.

**Palavras-Chave:** subprodutos líquidos; biodegradação de RSU; semiárido paraibano.

### **Fomento**

ECOSOLO – Gestão Ambiental de Resíduos LTDA, por meio do convênio N° 001/2015 celebrado com a UFCG/PaqTcPB, para o Monitoramento Geoambiental do ASCG-PB.

### **Referências**

- ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. 92 p. São Paulo: ABRELPE, 2015.
- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Monitoramento**. Disponível em: < <http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em mar/17.
- BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999.
- MACIEL, F. J. **Geração de biogás e energia em aterro experimental de resíduos sólidos urbanos**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.
- PARAÍBA. **Pro-Água: Semi-Árido. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba: Relatório Final de Diagnóstico: Tomo I**. SEMARH: 2001.
- SILVA, A. S. **Análise de componentes tóxicos em resíduos sólidos urbanos**. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016.
- TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H.; VINIL, S. **Integrated solid waste management: engineering principles and management issues**. New York: Irwin MacGraw-Hill, 1993.