

### **III-162 - AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE LIXIVIADO DE UM ATERRO SANITÁRIO EM CAMPINA GRANDE - PB**

**Cláudio Luis de Araújo Neto<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Licenciado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental na UFCG. Professor da UNINASSAU.

**José Ivan dos Santos Júnior<sup>(2)</sup>**

Graduando em Engenharia Civil na UNINASSAU.

**Jefferson Honório Gomes da Silva<sup>(3)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Campina (UFCG). Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

**William de Paiva<sup>(4)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor do departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

**Veruschka Escariao Dessoles Monteiro<sup>(5)</sup>**

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

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário – Campina Grande - PB - CEP: 58429-900 - Brasil - Tel: (83) 2101-1000 - e-mail: [claudioluisneto@gmail.com](mailto:claudioluisneto@gmail.com).

#### **RESUMO**

Os sistemas de drenagem são estruturas responsáveis pelo escoamento de fluidos. Em Aterros Sanitários, eles devem ser dimensionados para evitar acúmulo de líquidos e gases no interior da célula do aterro, evitando o aumento da poropressão, desestabilização de sua estrutura e redução do fator de segurança dos maciços, isto acontece quando os sistemas de drenagem são dimensionados adequadamente. Este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho do sistema de drenagem de lixiviados de um Aterro Sanitário em Campina Grande – PB por meio de um sistema alternativo e de baixo custo. Para verificar o nível da lamina de lixiviado monitorou-se vinte e sete drenos verticais distribuídos em três Células do Aterro Sanitário e para averiguar a geração e drenagem dos líquidos, mediu-se a vazão do lixiviado na saída do sistema de drenagem. Durante o período monitorado não foi detectado níveis de líquidos nos drenos verticais, porém constatou-se uma vazão de lixiviado de 0,02 l/s a 0,05 l/s no término da rede de drenagem, indicando que o sistema de drenagem das Células é eficiente para o cenário atual. Porém, faz-se necessário determinar a vazão de lixiviado por Célula, para quantificação da contribuição individual e identificação de problemas construtivos e/ou operacionais no sistema de drenagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aterro sanitário, drenagem, lixiviado.

#### **INTRODUÇÃO**

Os sistemas de drenagem são estruturas responsáveis pelo escoamento de fluidos. Esses mecanismos dividem-se em três: sistema de drenagem superficial, que é responsável pelo escoamento das águas provenientes da incidência de chuvas; sistema de drenagem de lixiviados, que coleta esses líquidos no interior da célula e transporta para a estação de tratamento e; drenos de gás, que direciona o fluxo de biogás originário, principalmente, da biodegradação da matéria orgânica. O lixiviado é decorrente da biodegradação da matéria orgânica e da infiltração das águas pluviais que não foram captadas pelo sistema de drenagem superficial.

A NBR 13896 (ABNT, 1997) estabelece que os sistemas de drenagem para a coleta e remoção dos líquidos lixiviados do interior da célula devem ser dimensionados para evitar a formação de uma lâmina superior a 30 cm sobre a camada de impermeabilização da base. Esse fato deve-se, entre outras motivações, à preocupação com o aumento do nível de líquidos no interior da célula acarretando surgimento de poropressões elevadas. As poropressões são geradas no interior dos vazios dos maciços sanitários causadas pelos fluidos (lixiviado e biogás) que preenchem os poros. O monitoramento das poropressões em aterros sanitários possibilita o controle das tensões efetivas, da estabilidade e do fator de segurança dos maciços.

Segundo Boscov *et al.* (2011), uma relevante indagação entre os projetistas de aterros sanitários é como considerar as poropressões nas verificações de estabilidade, pois a produção do biogás está relacionada diretamente a degradação da matéria orgânica. Já a geração de lixiviado depende tanto da degradação da matéria orgânica quanto do balanço hídrico da camada de cobertura dos maciços sanitários. Em regiões áridas e semiáridas, onde a infiltração das águas de chuva pela cobertura é em menor escala e a biodegradação da matéria orgânica pode ser prejudicada pela ausência dessa umidade, as poropressões geradas nos maciços de resíduos podem ser desprezíveis. Entretanto, em regiões com elevado índice pluviométrico, os processos biodegradativos da matéria orgânica são acelerados devido ao aumento da umidade dos resíduos e as poropressões podem atingir cerca de 170kPa (KAIMOTO E CEPOLLINA, 1996).

Hendron (1999) e Caicedo (2002) concluíram que o aumento da poropressão de líquidos proporcionou a desestabilização do aterro de Dona Juana em Bogotá, Colômbia. Koerner e Soong (2000), descobriram que 10 grandes falhas em aterros de resíduos sólidos tinham como agentes promotores líquidos excessivos nos resíduos e acúmulo de poropressão.

Por isso, este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho do sistema de drenagem de lixiviado do Aterro Sanitário de Campina Grande.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida no Aterro Sanitário localizado em uma região semiárida, no sítio Logradouro II, distrito de Campina Grande-PB, as margens da PB-138, quilômetro 10, conforme Figura 1. O Aterro Sanitário de Campina Grande (ASCG) consiste em um empreendimento privado administrado pela ECOSOLO - Gestão Ambiental de Resíduos LTDA, empresa responsável pela operação do aterro. Tem previsão de vida útil de 25 anos, ocupa uma área total de 64 ha, sendo 40 ha destinados à disposição de Resíduos Sólidos Urbanos e recebe resíduos provenientes dos municípios de Campina Grande, Lagoa Seca, Montadas, Boa Vista, Puxinanã, Areal, Barra de Santana, Gado Bravo, Itatuba, Santa Cecília e Alcantil. Todos localizados no Estado da Paraíba, em uma região circunvizinha ao município de Campina Grande.



**Figura 1: Localização do Aterro Sanitário.**  
Fonte: Adaptado de Google Earth (2017).

A pesquisa foi realizada em três células do ASCG. O sistema de drenagem de lixiviado das células foi executado sobre a base de uma mistura solos compactados, na proporção de 1:4, de bentonita tratada e areia argilosa (SP-SC), conforme Silva (2017) e Lima et al. (2010). Na Figura 2 é possível observar a configuração do sistema que é composto de drenos gás (drenos verticais), drenos principais, drenos secundários e poços verticais de inspeção. As leituras foram realizadas nos nove drenos verticais (DV) de gás de cada célula que são conectados ao sistema de drenagem de líquidos e possuem distribuição uniforme na célula.



**Figura 2: Configuração do sistema de drenagem de lixiviado.**

O Grupo de Geotecnia Ambiental desenvolveu um equipamento (Figura 3a), que possibilitou a medição de líquidos nos drenos de gás que estão interligados ao sistema de drenagem de lixiviado. Esse equipamento possui um sensor que ao entrar em contato com o líquido fecha um circuito emitindo um sinal luminoso e sonoro, possibilitando assim a medição do nível de líquidos nos drenos de gás (Figura 3b).



**Figura 3: (a) Instrumento para medição de líquidos; (b) Processo de medição de líquidos.**

Na saída do sistema de drenagem que chega a Lagoa de Tratamento de Lixiviado (LTL), Figura 4, foram realizadas medições de vazão para comprovar a existência de líquidos nas células, essas medições são realizadas por meio da determinação do tempo necessário para encher um recipiente com volume pré-determinado (proveta graduada de 1.000 ml). Para minimizar os erros das leituras, esse processo é realizado em duplicata e é estabelecida a média dos valores.





**Figura 4: Medição de vazão.**

## RESULTADOS

Durante o período de monitoramento, que ocorreu nos dias 05 de maio, 23 de agosto, 30 de agosto e 04 de outubro, não foi detectado líquidos nos drenos verticais. Esse fato se deve provavelmente à eficiência da drenagem das Células do Aterro Sanitário, uma vez que a vazão de lixiviado na entrada da Lagoa de Tratamento de Lixiviado variou de 0,02 l/s a 0,05 l/s, indicando que houve produção e drenagem de líquidos nas células do aterro sanitário durante o período de monitoramento.

O monitoramento correspondeu ao período de estiagem da região, onde não houveram precipitações significativas. Conforme a AESA (2017), para este período a precipitação máxima mensal foi de 108,7 mm. Este cenário, além de não favorecer a infiltração, também retarda o processo biodegradativo, contribuindo assim para uma menor geração de lixiviado. Segundo Monteiro (2003) “a quantidade de lixiviado gerada em um aterro sanitário depende da água externa que nele ingressa, da água contida nos resíduos no momento de ser depositados e da água que se gera internamente pelos processos de biodegradação da matéria orgânica”. De fato, o que determinará a vazão de lixiviado e, conseqüentemente, a eficiência do sistema de drenagem é a composição dos resíduos e as condições que favorecem a degradação desses materiais, como a presença da água no meio. Logo, quanto maior for o percentual de resíduos orgânicos degradáveis, maior será a geração de lixiviado.

Para certificar a real eficiência do sistema de drenagem do Aterro Sanitário, recomenda-se que o monitoramento também seja realizado nos períodos que registra-se maiores precipitações, que, conforme a AESA (2017), corresponde aos meses de Abril e Junho, que apresentam precipitação média 110,55 mm.

Porém, mesmo nos períodos de intensas precipitações, a água infiltrada no maciço sanitário, provavelmente, será mínima, o que não comprometerá o sistema de drenagem de líquidos lixiviados. Pois, segundo Araújo (2017), a camada de cobertura do Aterro Sanitário é de solo compactado com permeabilidade  $3,87 \times 10^{-7}$  m/s e possui uma altura média de 0,60 m a 1,00 m. Segundo Barnswell & Dwyer (2011) e USEPA (1993) para reduzir o acesso das águas precipitadas para o interior das células de resíduos, aplica-se uma cobertura final que usa uma barreira resistiva que pode ser composta por uma camada de solo argiloso compactado sobre uma camada granular ou de materiais geossintéticos, proporcionando o escoamento das águas superficiais e o controle da entrada e saída de gases.

Os elementos construtivos do aterro também podem influenciar na eficiência da drenagem de lixiviado. Os tipos de solos utilizados nas camadas intermediárias, o layout do sistema de drenagem e os materiais utilizados para compor o filtro são determinantes para o bom desempenho do sistema.

O monitoramento para verificar possíveis surgimentos de poropressão de líquidos no Aterro Sanitário, bem como a sua evolução ao longo do tempo deve ser contínuo. Desta forma, é possível certificar a estabilidade dos maciços sanitários e identificar possíveis falhas na operação e/ou no sistema construtivo do empreendimento.

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

- A ausência de líquidos nos drenos de gás e a vazão de lixiviado na entrada da LTL atesta a eficiência do sistema de drenagem;
- O baixo índice pluviométrico, no período de monitoramento, acarretou uma baixa infiltração de líquidos o que proporcionou uma menor quantidade de lixiviados;
- Faz-se necessário o monitoramento do sistema de drenagem em períodos de intensas precipitações para averiguar o desempenho desse sistema em situações críticas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997). NBR-13896: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.
2. AESA – AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. Meteorologia. Monitoramento. AESA, Fev. 2017. Disponível em <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/medicaoPluviometrica.do?metodo=listarClimatologiasMensais>>. Acesso em: 31 jan. 2018.
3. ARAUJO, P. S. Análise do desempenho de um solo compactado utilizado na camada de cobertura de um aterro sanitário. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2017.
4. BARNSWELL, K. D.; DWYER, D. F. Assessing the performance of evapotranspiration covers for municipal solid waste landfills in northwestern Ohio. *Journal of Environmental Engineering*, v.137, n.4, p.301-305, 2011.
5. BOSCOV, M. E. G.; Campi, T. H. O ; Afonso, B. C. ; Tavares, J. A. M. ; Tercini, J. R. B.; Bergamo, L. D.; Ribeiro, M. W.; Juliano, R. A. P. (2011). Effects of pore pressure on slope stability of sanitary landfills. In: ICECE 2011 VII International Conference on Engineering and Computer Education, 2011. ICECE 2011 VII International Conference on Engineering and Computer Education, p. 1-5.
6. CAICEDO B., Giraldo E., Yamin L. The landslide of Dona Juana landfill in Bogota. A case study. In: de Mello L.G., Almeida M., editors. *Environmental Geotechnics*, 4th ICEG. Volume 1. Balkema; Lisse, The Netherlands: 2002. pp. 171–175.
7. HENDRON D.M., Fernandez G., Prommer P.J., Giroud J.P., Orozco L.F. Investigation of the cause of the 27 September 1997 slope failure at the Dona Juana landfill; *Proceedings of the Seventh International Waste Management and Landfill Symposium*; Cagliari, Italy. 4–8 October 1999; pp. 545–554.
8. KAIMOTO, L.S.A.; CEPOLLINA, M. (1996). Considerações sobre alguns condicionantes e critérios geotécnicos de projeto e executivos de aterros sanitários, *Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental*, Porto Alegre, p. 51-54.
9. KOERNER R.M., SOONG T.Y. Stability assessment of ten large landfill failures. *Geotech. Spec. Publ.* 2000;103:1–38.
10. LIMA, J. D.; NÓBREGA, C. C. Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA) para Projeto de Implantação de um Aterro Sanitário para Resíduos Sólidos no município de Campina Grande – PB. João Pessoa, 2010.
11. MONTEIRO, V. E. D. Análises físicas, químicas e biológicas no estudo do comportamento do Aterro da Muribeca. Tese (Doutorado e Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
12. SILVA, THIAGO FERNANDES DA. Estudo de mistura de solos para impermeabilização eficiente de camada de base de aterros sanitários. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2017.
13. USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Solid waste disposal facility criteria technical manual. Office of solid waste and emergency response. EPA-530-R-93-017. Washington DC.: USEPA, 1993.