

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS RECALQUES EM CÉLULAS DE ATERROS SANITÁRIOS

Cláudio Luis de Araújo Neto¹; Elba Magda de Souza Vieira²; Breno³; Renan Ítalo Leite Gurjão⁴; Alessandra Martins Avelino de Amorim⁵; William de Paiva⁶

Resumo – Recalques de resíduos sólidos urbanos são deformações verticais que ocorrem em aterros sanitários devido a fatores físicos, químicos e biológicos. Seu monitoramento direciona as diversas atividades relacionadas ao projeto, planejamento e operação de um aterro sanitário, tais como: estimativa e controle da vida útil, projeto dos sistemas de drenagem de líquidos, gases e de águas pluviais e no plano de utilização da área do aterro após seu fechamento. O objetivo desse trabalho é avaliar o comportamento dos recalques que ocorrem nas células de um aterro sanitário em Campina Grande – PB. Para o monitoramento dos recalques instalou-se vinte e sete placas superficiais sobre a camada de cobertura de solo compactado no topo das três células, sendo 9 placas por Célula. Com o auxílio da estação total, realizou-se leituras dos deslocamentos ocorridos nas placas superficiais em relação aos pontos de controle (pontos fixos que não sofrem deslocamentos). Os recalques superficiais monitorados nas três células foram uniformes ao longo do tempo, contribuindo assim para a não ocorrência de recalques diferenciais. Porém, a Célula mais nova foi a que apresentou maiores recalques indicando que houve uma compactação ineficiente e/ou os processos biodegradativos estão sendo acelerados. Apesar das divergências nas velocidades dos recalques nas três células, pode-se classificar estes deslocamentos, durante o período de monitoramento, em baixo grau de risco. Porém, o monitoramento das deformações e dos taludes deve ser realizado constantemente e sempre que necessário deve-se executar um plano de monitoramento detalhado com inspeção para observação de aparecimento de eventuais feições que indiquem deslocamentos significativos, principalmente trincas e abatimentos, ou até mesmo intervenções.

Palavras-Chave – resíduos sólidos urbanos, aterro sanitário, deformação vertical.

Abstract – Settlements of municipal solid waste are vertical deformations occurring in landfills due to physical, chemical and biological factors. Settlements monitoring leads various activities related to the design, planning and operation of landfills. For example, estimation and control of the landfill lifespan, design of drainage systems (liquids, gases and rainwater) and the plan of use for the landfill area after its closure. This research aims to evaluate the settlements behavior that occur in the cells of a sanitary landfill in Campina Grande - PB, Brazil. Twenty-seven surface plates (9 plates per cell) were installed on the compacted soil cover layer at the top of the three cells for the monitoring of the settlements. With the aid of the total station, data of the displacements occurred in the surface plates in relation to the control points (fixed points) were collected. The surface settlements monitored in the three cells were uniform over time, thus contributing to the non-occurrence of differential settlements. However, the most recent filled cell presented the largest settlements indicating that there was an inefficient compaction and/or the biodegradable processes are being accelerated. Despite the divergences between the settlements velocities in the three cells, these displacements can be classified as low degree of risk for the period monitored. In any case, the monitoring of deformations and slopes should be carried out constantly and, whenever necessary, a detailed monitoring plan should be presented to observe the appearance of possible features that indicate significant displacements or the need for interventions.

Keywords - municipal solid waste, landfills, vertical deformations.

1. INTRODUÇÃO

O acompanhamento da operação e funcionamento de um aterro sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) deve englobar diversos aspectos, dentre eles, deve-se destacar os aspectos geotécnicos, pois inúmeros problemas podem surgir em função dos deslocamentos verticais e horizontais das células, aumento da pressão interna dos maciços, bolsões de material líquido, dentre outros (ANDRADE, 2014).

De acordo com Durmusoglu et al. (2006), o recalque de aterros sanitários é um dos indicadores que expressam, de forma mais adequada, o comportamento dos resíduos ao longo do tempo. O recalque é um parâmetro geotécnico que consiste nos deslocamentos verticais do maciço sanitário provocados pelo peso próprio dos RSU e das camadas impermeabilizantes, aplicação de cargas externas pelo maquinário presentes no funcionamento e operação dos aterros, pelo processo de biodegradação desses resíduos, expulsão de líquidos percolantes e saída de gases gerados pela degradação (DURMUSOGLU et al., 2006; FARIAS, 2014).

Nos aterros sanitários podem ocorrer basicamente três tipos de recalques: imediatos ou elásticos (causados pelas pressões externas impostas por máquinas compactadoras, são os recalques instantâneos); Primários (ocorrem devido à expulsão de líquidos e gases do interior da massa de RSU); e Secundários (ocorrem principalmente devido à fluência e a biodegradação e se prolongam com o tempo) (ANDRADE, 2014; MOREDA, 2000; BJARNGARD e EDGERS, 1990).

Para Melo (2003), os recalques dos maciços de RSU são considerados um dos principais problemas operativos, pois estes repercutem nos aspectos estruturais da obra e no aproveitamento do volume. Para o autor, é de extrema importância compreender a evolução dos recalques diferenciais, uma vez que estes podem causar problemas na cobertura construída, como também no sistema de drenagem. Já para Moreda (2000), os deslocamentos verticais podem gerar instabilidades nas células de aterros sanitários, como também deslocamentos de taludes.

Dessa forma, o monitoramento dos recalques é relevante como instrumento balizador nas diversas atividades relacionadas ao projeto, planejamento e operação de um aterro sanitário, tais como: estimativa e controle da vida útil, projeto dos sistemas de drenagem de líquidos, gases e de águas pluviais e no plano de utilização da área do aterro após seu fechamento (KAIMOTO et al., 1999).

Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar os deslocamentos verticais das células do Aterro Sanitário em Campina Grande – PB, com o intuito de verificar as dimensões dos recalques e avaliar a segurança dos taludes com base nos deslocamentos medidos.

1.1. Objetivo

Avaliar os deslocamentos verticais das células do Aterro Sanitário em Campina Grande – PB, com o intuito de verificar as dimensões dos recalques

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

A presente pesquisa foi desenvolvida no município de Campina Grande-PB, distante 134 km da capital paraibana, João Pessoa (Figura 1). Está localizado na região do Agreste Paraibano e inserido no Semiárido Brasileiro. De acordo com dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs, 2017), o município possui temperatura média de 22,7°C, evaporação anual de 1417,4 mm e pluviosidade média anual de 764,3 mm/ano, representando condições próprias das zonas semiáridas e latitudes tropicais. Possui população estimada de 410.332 habitantes (IBGE, 2017).



Figura 1 - Localização do município de Campina Grande-PB

Fonte: Araújo (2017)

A área de estudo deste trabalho compreende o Aterro Sanitário em Campina Grande – PB (ASCG), especificamente, as Células 1 e 2. O Aterro compreende uma área territorial de 64 ha, dos quais 40 ha estão sendo destinados a disposição de RSU, e encontra-se localizado no Distrito de Catolé de Boa Vista, nas seguintes coordenadas UTM 829172 e 9194834 (Figura 2). Esse Aterro Sanitário teve sua operação iniciada no mês de julho do ano de 2015, sendo operacionalizado pela empresa privada ECOSOLO GESTÃO AMBIENTAL DE RESÍDUOS LTDA, e foi projetado para ter uma vida útil de 25 anos.



Figura 2 – Localização do Aterro Sanitário em Campina Grande – PB

Fonte: Adaptado do Google Earth (2017)

Está prevista a execução de 20 (vinte) células de RSU com uma área de 1 ha (10000 m²) e altura de 20 m. A geometria definida em projeto estabelece a execução de platôs de resíduos com 5 m de altura e bermas intermediárias com 6 m de largura com inclinação máxima de taludes externos de 1:2 (vertical:horizontal) até atingir a altura de projeto.

O preenchimento das células do ASCG – PB ocorreu por meio do depósito de 500 ton RSU/dia, sendo 97% destes resíduos oriundos da cidade de Campina Grande – PB e os 3% restantes provenientes de mais nove cidades paraibanas.

2.2. Monitoramento dos recalques

O controle dos deslocamentos superficiais verticais do maciço baseia-se na NBR 11682 (ABNT, 2009). A medição dos deslocamentos está sendo realizada através de monitoramento topográfico composto por uma estação total e por pontos de controle dos marcos superficiais. A estação total realiza leituras de deslocamentos absolutos dos pontos de controle (pontos fixos que não sofrem deslocamentos). Hastes são posicionadas em placas que se deslocam com a possível

movimentação do talude. A diferença entre a leitura topográfica inicial e as subseqüentes permite a determinação dos deslocamentos da massa de solo e de resíduos sólidos.

Para o monitoramento dos deslocamentos verticais estão sendo utilizadas placas metálicas com base de formato quadrado, medindo 0,40 x 0,40 m, conforme Figura 3. Foram instaladas, sobre a camada de cobertura do solo compactado no topo de cada Célula 9 (nove) placas metálicas, para o monitoramento dos recalques superficiais.



Figura 3 - Placa metálica para o monitoramento dos recalques

As placas superficiais e os marcos superficiais estão distribuídos no topo das Células 1 e 2 de forma equidistante e o monitoramento foi efetuado a partir das distâncias verificadas entre a placa superficial e o marco de referência.

3. RESULTADOS

As Figuras 4 e 5 apresentam o comportamento dos recalques superficiais da massa de resíduos e suas velocidades, respectivamente, da Célula 1 ao longo do tempo.

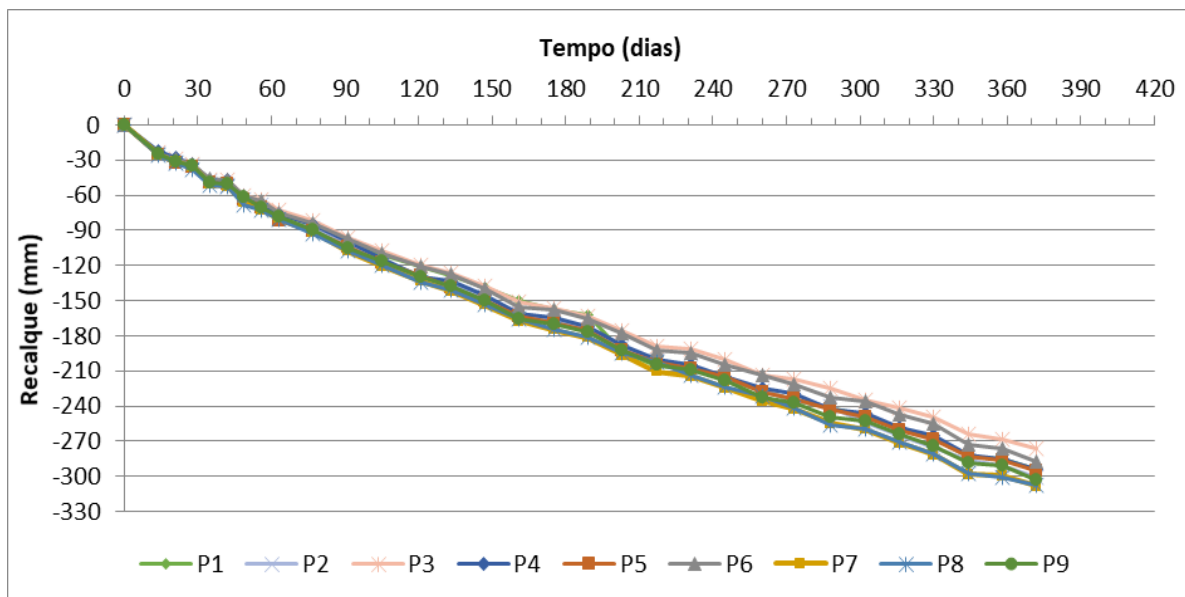


Figura 4 - Recalques superficiais Célula 1

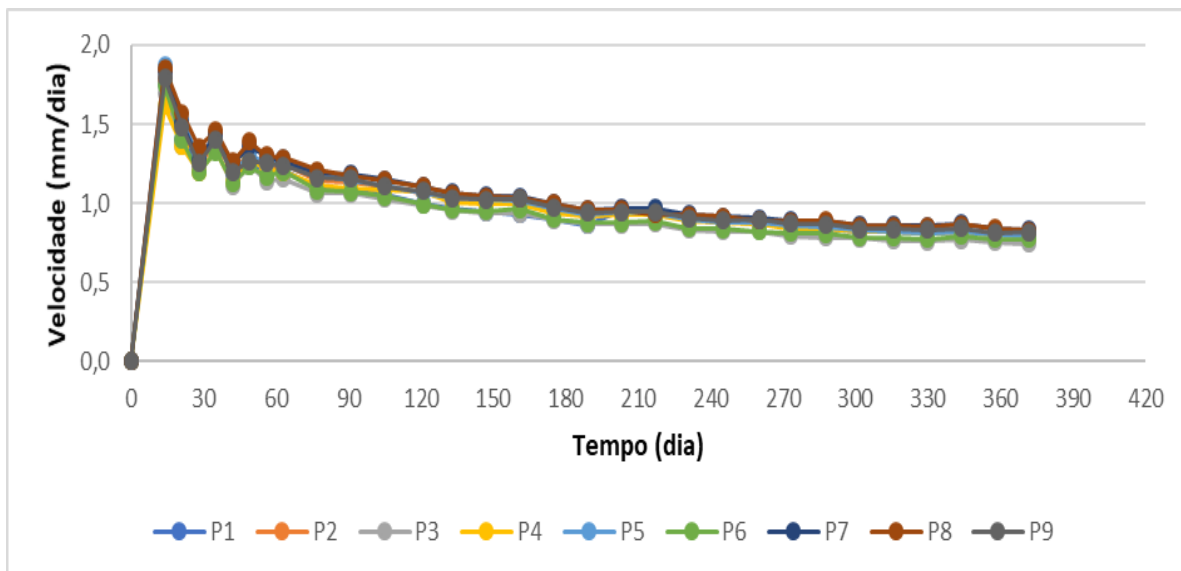


Figura 5 - Velocidade dos recalques na Célula 1.

Os recalques superficiais medidos na Célula 1 foram uniformes ao longo do tempo, contribuindo assim para a não ocorrência de recalques diferenciais. O deslocamento cumulativo total foi de 303 mm, com deslocamento relativo máximo de 26 mm.

Verifica-se na Figura 5, que no período inicial do monitoramento a velocidade dos recalques atingiu 1,8 mm/dia, indicando médio grau de risco. No decorrer do monitoramento, a taxa dos recalques tende a valores próximos a 1 mm/dia, sendo considerado baixo grau de risco.

As Figuras 6 e 7 apresentam os dados referentes aos recalques superficiais da massa de resíduos e suas velocidades monitoradas na Célula 2.

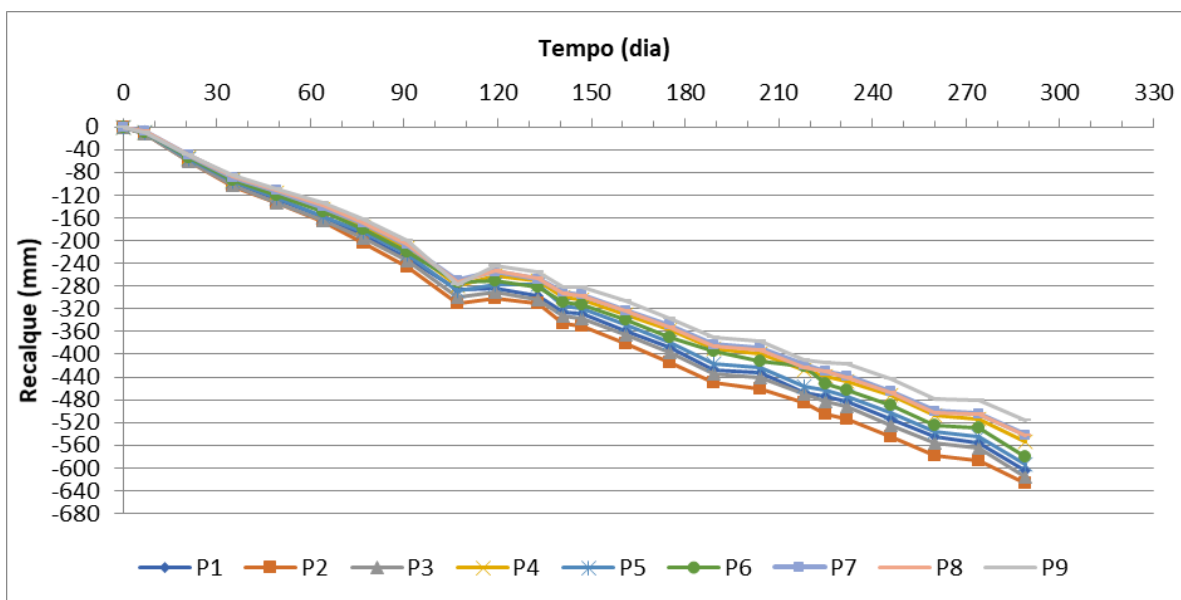


Figura 6 - Recalques superficiais Célula 2

Os recalques superficiais da massa de resíduos medidos na Célula 2 foram uniformes ao longo do tempo, contribuindo assim para não ocorrência de recalques diferenciais. O deslocamento cumulativo total foi de 627 mm, com deslocamento relativo máximo de 78 mm.

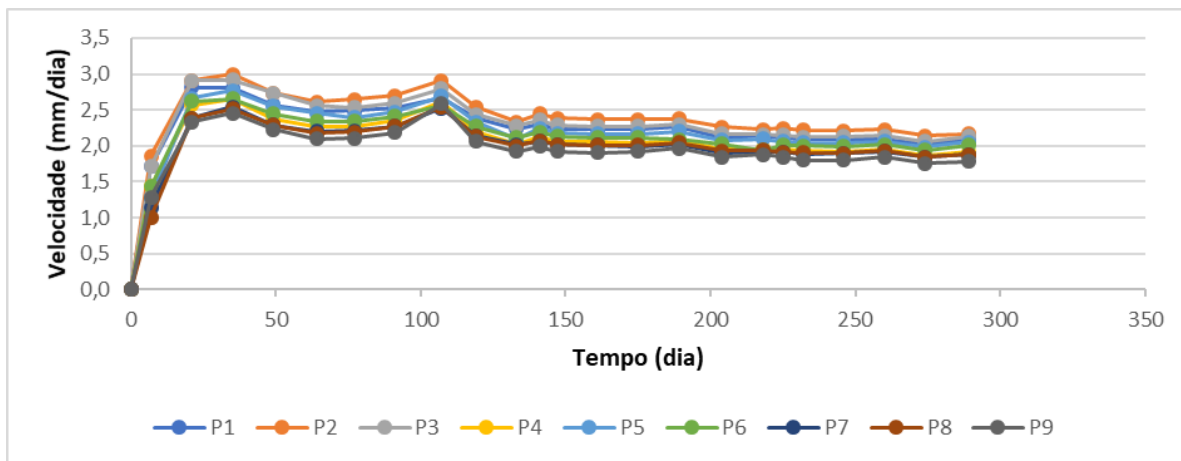


Figura 7 - Velocidade dos recalques na Célula 2

Verifica-se na Figura 7, que no período inicial do monitoramento a velocidade dos recalques atingiu 2,9 mm/dia, indicando médio grau de risco. No decorrer do monitoramento as velocidades ainda se configuraram com médio grau de risco, desta forma é necessário o contínuo monitoramento do maciço para averiguar possíveis aumentos ou reduções dos deslocamentos verticais do maciço e suas respectivas velocidades.

Apesar de avaliar o grau de risco das Células monitoradas a partir de valores de referência obtidos de aterros, Kaimoto (1999) ressalta que a análise histórica e teórica de tendência de cada aterro é o fator mais relevante para determinação do grau de risco.

O Aterro Sanitário de Campina Grande-PB não apresenta um histórico com elevada quantidade de dados, visto que o monitoramento do aterro foi iniciado em julho de 2016, a instalação das placas só ocorreu após o término das operações de cada Célula.

Tendo em vista as peculiaridades de cada região e o fato de que os deslocamentos em maciços sanitários são superiores aos dos maciços de solo, faz-se necessário maior tempo de monitoramento para análise do comportamento do maciço sanitário.

4. CONCLUSÕES

Os recalques ocorridos no aterro sanitário durante o período de monitoramento são classificados como de baixo grau de risco para a Célula 1, e para a Célula 2 como de médio grau de risco, porém pode-se considerar baixo grau de risco, uma vez que o valor verificado se encontra na zona de transição de baixo para médio. Vale ressaltar que tal classificação não considera as peculiaridades existentes no Aterro Sanitário.

5. REFERÊNCIAS

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.

ANDRADE, S. F. Samara Ferreira Andrade. Aplicação da técnica de recirculação de chorume em aterros tropicais – Estudo de caso do Aterro Sanitário Metropolitano Centro (ASMC). 173 p., Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

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.

BJARNGARD, A, EDGERS, L. "Settlements of Municipal Solid Waste Landfills". Proc. 13th Annual Madison Waste Conference, Madison. pp. 192-205. 1990.

DURMUSOGLU, E.; CORAPCIOGLU, M. Y.; TUNCAY, K. Landfill settlement with decomposition and gas generations. Journal of Environmental Engineering, v. 131, n. 9, p. 1311-1321, 2006.

FARIAS, R. M. S. (2014). Estudo dos recalques em aterros de resíduos sólidos urbanos: uma abordagem experimental e estatística. 128 fls. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades. População estimada do município de Campina Grande – Paraíba. IBGE, Fev. 2017. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/2504009>>. Acesso em: 31 jan. 2018.

MELO, Marcio Camargo De. Uma análise de recalques associada a biodegradação no aterro de resíduos sólidos da Muribeca. Dissertação de Mestrado Universidade Federal do Pernambuco. CTG. Engenharia Civil. Recife, xii 127 folhas. 2003.

MOREDA, I.L. "El Asentamiento en un Relleno Sanitario y su Relación com la Biodegradación". XXVII Congreso Interamericano de Ingeniería sanitaria y Ambiental. Porto Alegre, RS. 2000.