

COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DEPOSITADOS NO ATERRO SANITÁRIO EM CAMPINA GRANDE-PB

Cláudio Luis de Araújo Neto ¹
Renan Ítalo Leite Gurjão ²
Elba Magda de Souza Vieira ³
João Keverson Lima de Oliveira ⁴
Veruschka Escarião Dessoles Monteiro ⁵

RESUMO

O conhecimento das características físicas dos materiais que são utilizados na construção de aterros sanitários é de suma importância para sua concepção, desempenho e segurança. Sendo assim, a caracterização dos resíduos sólidos urbanos, quanto a sua composição gravimétrica, fornece informações básicas para o monitoramento e avaliação de projetos ambientais, bem como contribui no planejamento da gestão dos resíduos sólidos, além de servir como indicador dos padrões de consumo de uma determinada população. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos depositados no aterro sanitário em Campina Grande, Paraíba. Foram coletados resíduos sólidos urbanos em seis pontos do aterro sanitário, seguindo um planejamento para obter uma amostra que expresse as características dos resíduos depositados pelos 11 municípios. Os resíduos foram classificados em onze categorias: plástico, vidro, papel, papelão, metais, têxteis sanitários, têxteis e couro, madeira, matéria orgânica, compostos e material misto. A maior porcentagem encontrada na composição gravimétrica foi do material classificado como material misto, com 71%, seguido por plástico com 13,2% e matéria orgânica com 5,1%. A elevada presença de materiais classificados como material misto e a baixa quantidade de matéria orgânica pode ser explicada pelo processo de homogeneização, compactação e aterramento, alterando suas propriedades e características. Assim, concluiu-se que os resíduos têm suas propriedades alteradas durante o processo de disposição, podendo seus parâmetros anteriores ao aterramento não representar as características daqueles que já estão depositados no aterro.

Palavras-chave: Semiárido, Aterro sanitário, Gravimetria.

INTRODUÇÃO

Dentre as tecnologias de tratamento de resíduos sólidos existentes, destaca-se a compostagem da matéria orgânica, a reciclagem de materiais descartáveis e a incineração. Entretanto, esses processos são geradores de resíduos, sendo ainda necessária a disposição final em aterros sanitários (EYAY, 2016). Segundo a Associação Brasileira de Empresas de

¹ Professor do Centro Universitário Maurício de Nassau - UNINASSAU, claudioluisneto@gmail.com;

² Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, renan.ilg@gmail.com;

³ Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG elba.msv8@gmail.com;

⁴ Graduando pelo Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Maurício de Nassau - UNINASSAU, joaokeverson@gmail.com;

⁵ Professora orientadora: doutora, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, veruschkamonteiro@gmail.com.

Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017), durante o ano de 2017, foi gerado um total de 78,4 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo coletados pouco mais que 90% dos resíduos gerados. Do total de resíduos coletados, 40,9% são dispostos de forma inadequada, como lixões e aterros controlados, enquanto que 59,1% são devidamente destinados aos aterros sanitários.

A demanda por aterros sanitários tem sido impulsionada tanto pela geração dos RSU quanto por exigências legais, a exemplo da lei 12.305 (BRASIL, 2010) que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). No entanto, a construção de novos aterros sanitários está subordinada à uma série de condicionantes de caráter ambiental cujo cumprimento exige etapas de licenciamento das quais os projetos apresentados exigem a definição da estrutura a ser alocada no empreendimento.

Para projeto e definição da estrutura em aterros sanitários, é essencial o conhecimento das características dos materiais que são utilizados na sua construção. Para Pandey e Tiwari (2015), definir as propriedades geotécnicas dos resíduos sólidos urbanos é de suma importância na concepção e avaliação do desempenho do aterro sanitário e na garantia de contenção segura de RSU a longo prazo para que a saúde humana e o meio ambiente não sejam expostos a riscos indevidos. Para alcançar essa estrutura desejável, as propriedades dos RSU dispostos em uma célula operacional devem ser estudadas, a começar por sua caracterização.

Segundo Farias (2014), a caracterização dos resíduos quanto a sua composição gravimétrica torna-se uma importante ferramenta de gestão, uma vez que essas composições podem fornecer informações básicas para o monitoramento e avaliação de projetos ambientais, muitas vezes dificultados pela falta de procedimentos de amostragem padrão ou mesmo a heterogeneidade de resíduos.

Muito além de sua utilidade operacional, a caracterização gravimétrica contribui no planejamento da gestão dos resíduos sólidos, pois as informações obtidas na composição do RSU possibilitam a implantação de serviços relacionados à reciclagem dos resíduos, além de servir como indicador dos padrões de consumo de uma determinada população.

Este trabalho tem como objetivo analisar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos recém depositados no aterro sanitário em Campina Grande, Paraíba.

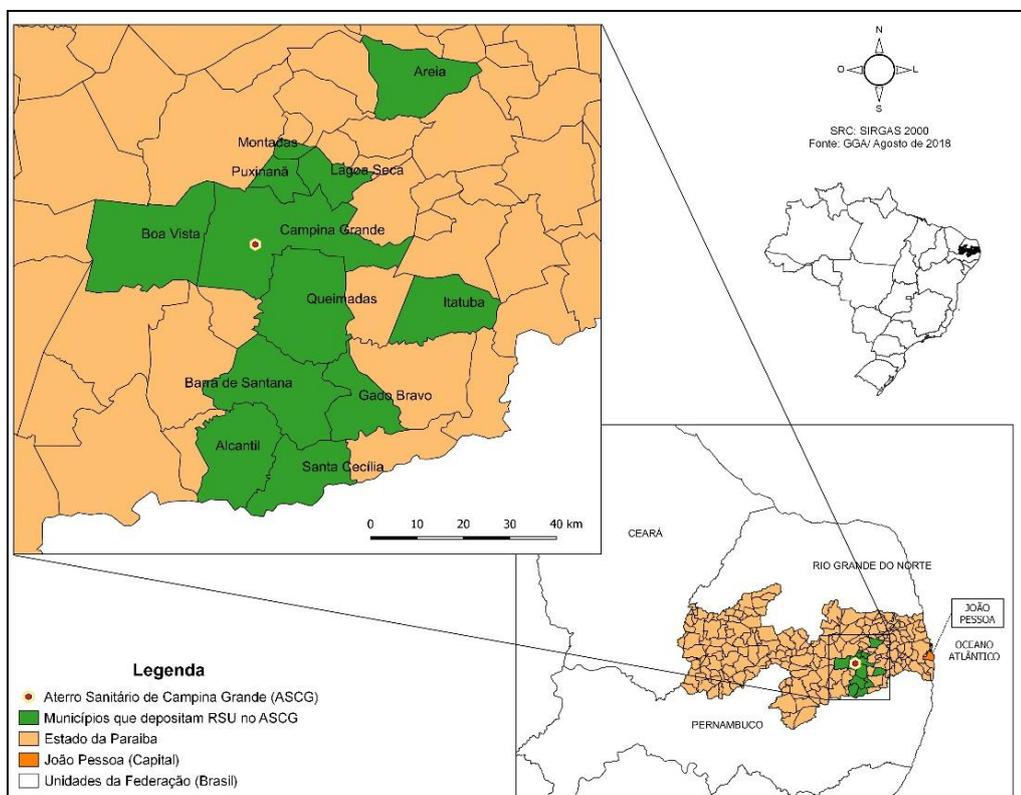
METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo para o desenvolvimento desta pesquisa foi o Aterro Sanitário em Campina Grande (ASCG), Paraíba, Brasil. O referido Aterro situa-se nas coordenadas UTM 829172 e 9194834, e possui uma extensão territorial de 64 ha, dos quais 40 ha correspondem a área destinada à construção de células para a disposição de RSU.

O ASCG teve sua operação iniciada em julho de 2015, com uma projeção de 25 anos de vida útil, sendo operacionalizado pela empresa ECOSOLO GESTÃO AMBIENTAL DE RESÍDUOS LTDA. No período da realização dessa pesquisa (maio de 2018) o ASCG recebia 500 t/dia de resíduos, sendo 95% desses resíduos oriundos do município de Campina Grande e 5% dos Municípios de Boa Vista, Barra de Santana, Puxinanã, Montadas, Lagoa Seca, Areia, Gado Bravo, Itatuba, Santa Cecília e Alcantil, todas localizadas no estado da Paraíba, conforme ilustra Figura 1.

Figura 1: Localização do Aterro Sanitário em Campina Grande – PB

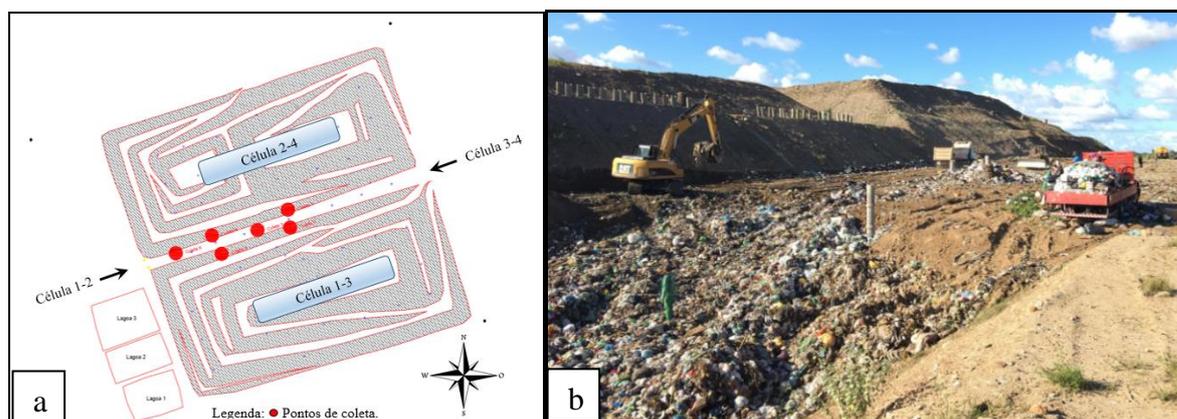


COLETA DE AMOSTRAS

A coleta dos RSU ocorreu no dia 22 de maio de 2018, no ASCG, seguindo um planejamento para obter uma amostra que expresse as características dos resíduos depositados pelos 11 municípios, respeitando as proporcionalidades e, obtendo-se uma amostra representativa, de acordo com a NBR 10.007 (ABNT, 2004). Ressalta-se que os materiais coletados representam os resíduos dispostos no ASCG no período de uma semana, procedimento que garante a participação da disposição de RSU de todos os municípios, visto que, o período de uma semana compreende a entrada e disposição de materiais de todos os que depositam seus materiais no aterro em estudo.

Foram coletadas seis amostras de resíduos novos nas Células C 1-2 e C 3-4, de acordo com a Figura 2a. O início da operação da C1-2 e da C 3-4 foi em maio/2018 e junho/2018, respectivamente. Para conseguir uma amostra representativa da massa de resíduos, foram realizados seis pontos de coleta, estando esses pontos equidistantes e representando toda a área de disposição dos materiais. Ressalta-se que os resíduos coletados já haviam passado pelos processos de homogeneização e compactação e estavam recebendo uma camada de solo intermediária, caracterizado por Guedes (2018) como uma areia argilosa, Figura 2b.

Figura 2: a) Pontos de coleta de RSU; b) Coleta dos RSU no ASCG – PB



Em cada ponto de coleta foi realizada uma escavação com cerca de 2 metros de profundidade, no qual o primeiro metro foi descartado, pois compreendeu a camada intermediária de solo de cobertura do ASCG, e o metro subsequente compreendeu a escavação dos resíduos depositados. Logo após, coletou-se, aproximadamente, 1 t (uma tonelada) de resíduos por escavação, totalizando uma amostra de aproximadamente seis

toneladas. Os resíduos foram transportados para uma área de disposição capaz de realizar a homogeneização e o quarteamento, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3: a) Homogeneização; b) Quarteamento



Cabe ressaltar que o procedimento de quarteamento da amostra foi replicado três vezes, com intuito de reduzir a quantidade de material a ser trabalhado, resultado em uma amostra final de 731,4 kg de resíduos.

COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RSU

Para a realização da composição gravimétrica, os resíduos foram classificados conforme a norma GDA Empfehlungen E1-7 (DGGT, 1994) em onze categorias: plástico, vidro, papel, papelão, metais, têxteis sanitários, têxteis e couro, madeira, matéria orgânica, compósitos e material misto. Posteriormente foi efetuada a separação dos RSU por categoria, ilustrado na Figura 4.

Figura 4: Separação dos resíduos por categoria



Para a determinação da composição gravimétrica, os RSU foram pesados com o auxílio de uma balança da marca Welmy, modelo R-100, com capacidade de carga de 150 kg. O percentual de cada componente em relação à massa total foi calculado de acordo com a Equação 1.

$$CG = \frac{P_c}{P_t} \quad (1)$$

Onde:

CG – composição gravimétrica (%);

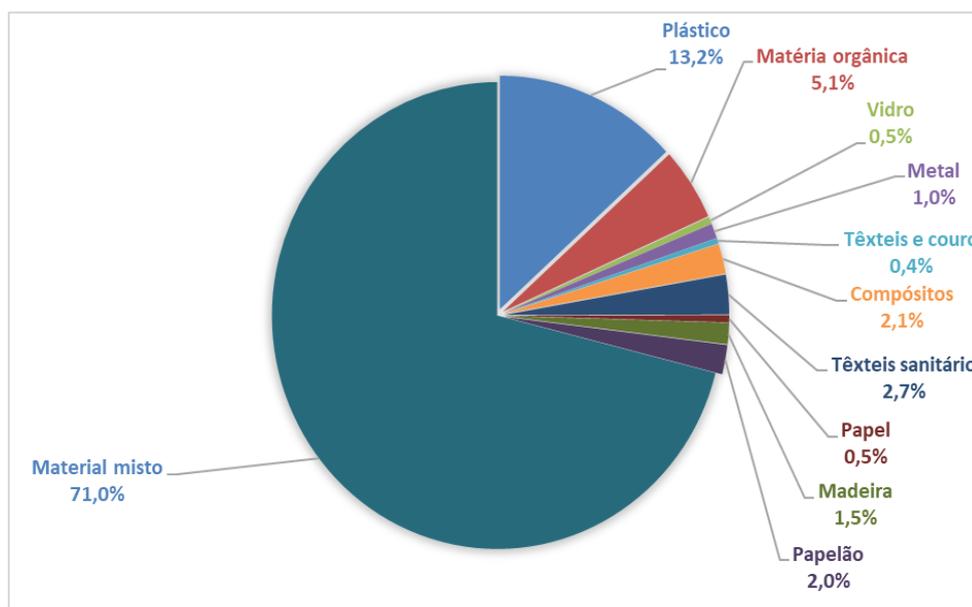
P_c – massa de cada fração segregada (kg);

P_t – massa total dos resíduos destinados a composição gravimétrica (kg).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição gravimétrica foi obtida com adaptações da norma alemã GDA E1-7, onde os elementos foram subdivididos em onze categorias. A Figura 5 ilustra os resultados da caracterização gravimétrica dos RSU dispostos no ASCG.

Figura 5: Composição gravimétrica dos RSU



Observa-se na Figura 5 que a fração de material misto representa a maior porcentagem, totalizando 71% do peso total dos RSU depositados no ASCG. Isso pode estar relacionado ao fato de que os resíduos caracterizados já estavam aterrados com a camada intermediária de solo e compactados, alterando suas propriedades e características, deixando-os com difícil identificação. Shariatmadari, Sadeghpour e Razaghian (2014), Ramaiah, Ramana e Datta (2017) também encontraram elevado percentual material misto. Shariatmadari, Sadeghpour e Razaghian (2014) determinaram que 62,6% dos resíduos novos do Aterro de Kahrizak, no Irã, foram classificados como *paste* (matéria orgânica e resíduos de difícil identificação). Já Ramaiah, Ramana e Datta (2017) determinaram um percentual máximo de material de granulometria inferior a 20 mm de 74,9% e 80,3% dos resíduos depositados nos Aterros de Ghazipur e Okhla, respectivamente.

Outro fator que provavelmente não favoreceu a identificação dos componentes da fração de material misto está relacionado ao tipo de máquina utilizada para homogeneização dos resíduos após coleta na Célula. Como a pá carregadeira era de grande porte, ao ser manobrada, alguns resíduos se fragmentavam e eram misturados a fração de solos.

No que diz respeito à matéria orgânica, essa apresentou uma porcentagem de 5,1%. Esse baixo percentual pode estar relacionado à coleta dos resíduos, uma vez que os materiais coletados haviam passado pelo processo de homogeneização, compactação e recebido camada de solo intermediária, alterando as propriedades e características, deixando-os com difícil identificação. Além disso, o solo misturado ao material orgânico dificultou sua identificação, fazendo com que parte da porcentagem de matéria orgânica estivesse presente na porcentagem de material misto. Esse baixo percentual de matéria orgânica desfavorece o processo de decomposição da matéria orgânica, o que pode implicar em baixa incidência de recalque ao longo tempo, podendo também comprometer o aproveitamento de biogás para fins energéticos. Porém, conforme estudo realizado por Araújo Neto (2016), 46,5% dos resíduos gerados na cidade de Campina Grande, que representa 95% dos resíduos depositados no ASCG são orgânicos.

O percentual de materiais que possuem potencialidades para outras atividades econômicas corresponde a 22,3% dos resíduos que são depositados no aterro sanitário em estudo. A fração orgânica, que corresponde a 5,1% pode ser compostada e 17,2% pode ser reciclado. Apesar da Política Nacional do Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) determinar que apenas rejeitos ou resíduos que não tenham outra forma de reaproveitamento sejam destinados para os aterros sanitários, faz-se necessário investigar a contribuição desses elementos nos

aterros sanitários. Pois, ao mesmo tempo que a Política Nacional de Resíduos Sólidos determina a disposição de apenas rejeitos em aterros sanitários, ela incentiva o aproveitamento energético do biogás.

Outros elementos, como os plásticos, também não devem ser depositados em aterros sanitários, conforme estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), porém, de acordo com Abreu (2015) e Araújo Neto (2016), estes elementos podem assumir a função de matriz de reforço, contribuindo para a maior resistência ao cisalhamento. Esse fato auxilia na elevação da altura das células e na estabilidade do maciço. Como ponto negativo, os plásticos podem dificultar a compactação dos resíduos.

O percentual de componentes considerados recicláveis (17,2%), como plástico (13,2%), papel (0,5%), papelão (2,0%), vidro (0,5%), metal (1,0%), somados com as porcentagens de compósitos (2,1%), madeira (1,5%), têxteis e couro (0,4%) podem influenciar no retardamento do processo de decomposição dos RSU, prolongando o tempo necessário para que o maciço sanitário atinja seu recalque final, uma vez que os recalques secundários ocorrem devido aos processos biodegradativos (ARAÚJO NETO, 2016).

Elementos como plásticos, vidros, metais e compósitos podem impossibilitar o fluxo de fluidos, reduzindo assim a eficiência do sistema de drenagem. Caso o aterro seja projetado para fins energéticos deve-se proporcionar as melhores condições para geração de metano. Estes materiais, que representaram 16,8% da composição dos resíduos, podem dificultar os processos biodegradativos.

A Tabela 1 apresenta os dados da composição gravimétrica da cidade de Campina Grande – PB realizada por diversos autores.

Tabela 1: Composição Gravimétrica dos RSU de Campina Grande – PB

Componente	Ano da caracterização gravimétrica dos RSU				
	2008 ⁽¹⁾	2009 ⁽²⁾	2011 ⁽³⁾	2013 ⁽⁴⁾	2015 ⁽⁵⁾
Plástico	11,44%	11%	22,5%	22,25%	16,7%
Matéria Orgânica	69,53%	66%	46,9%	42%	46,5%
Papel e papelão	6,23%	5%	9,3%	11,89%	11,1%
Material misto	3,16%	6%	8,2%	7,28%	12,4%
Têxteis sanitários	6,71%	4%	6,3%	8,69%	7,9%
Compósitos	0,95%	1%	3,3%	-	2,4%
Metal	0,71%	3%	1,7%	2,88%	0,6%
Vidro	1,18%	4%	2,0%	2,24%	2,5%
TOTAL	99,91%	100%	100%	100%	100%

Fonte: (1) – Leite et al. (2008); (2) – Pereira et al. (2011); (3) – Farias et al. (2012); (4) – ECOSAM (2013); (5) – Araújo Neto (2016).

Comparando os resultados do Plano de Gestão Integrado de Resíduos Sólidos da Prefeitura de Campina Grande (ECOSAM, 2013), Tabela 1, com a composição obtida nesse estudo, verifica-se uma redução dos materiais recicláveis. Indicando que a Prefeitura Municipal de Campina Grande está implementando e/ou incentivando coleta seletiva e reciclagem dos resíduos, contribuindo assim, para o aumento da vida útil do aterro sanitário com a diminuição de disposição de resíduos que podem ter outra forma de utilização, além de proporcionar a geração de renda e preservar o meio ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A composição gravimétrica dos resíduos já dispostos em aterros sanitários pode ser diferente dos resíduos que, de fato, são depositados, pois são compactados e aterrados, tornando difícil a identificação de alguns compostos, principalmente o material orgânico.

Para compreender a dinâmica de um aterro sanitário é fundamental analisar as características dos resíduos depositados. Esse material tem suas propriedades alteradas durante o processo de disposição, podendo seus parâmetros anteriores ao aterramento não representar as características daqueles que já estão depositados no aterro.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil: 2016. Rio de Janeiro, 2016.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil: 2016. Rio de Janeiro, 2017.

ABREU, A. E. S. Investigação geofísica e resistência ao cisalhamento de resíduos sólidos urbanos de diferentes idades. (2015). 232f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

ARAÚJO NETO, C. L. Análise do comportamento dos resíduos sólidos urbanos e desenvolvimento de modelos estatísticos para previsão das deformações de aterros sanitários.

2016. 163 fls. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 10.007 (2004) – Amostragem de resíduos sólidos, Rio de Janeiro, 21p.

BARRETO, E. V. et al. Análise de composição de resíduos sólidos urbanos como instrumento de gestão em política pública de saneamento. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre/RS, 2015.

BRITO, I . S. A. Análise dos Parâmetros de Resistência ao Cisalhamento Devido as Fibras Têxteis Presentes nos Resíduos Sólidos Urbanos. 2017. 78 fls. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – UNINASSAU, Recife, 2017.

DGGT, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (1994). Empfehlungen der Arbeitskreises “Geotechnik der Deponien und Altlasten”. GDA E 1-7: Identifizierung und Beschreibung von Abfällen (Entwurf). Bautechnik 71, Helf 9, Berlin: Wilhelm Ernst e Sohn.

EYAY, N. Previsão de recalques em aterros sanitários novos: Caso do aterro de São Leopoldo. 2016. 106 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

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

FARIAS, R. M. de S.; RIBEIRO, L.S.; SILVA, A.S.; ARAUJO, E.P.; MONTEIRO, V. D. E. REALIZAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA E VOLUMÉTRICA DOS RSU DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE/PB COM BASE EM PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO. In: IV Seminário Regional Nordeste de Resíduos Sólidos / 2º Encontro Sergipano de Resíduos Sólidos, São Cristóvão / SE 2012.

FEI, X.; ZEKOS, D. Comparison of direct shear and simple shear responses of municipal solid waste in USA. Environmental Geotechnics, 2017.

GUEDES, M. J. F. Estudo das emissões de biogás em aterro de resíduos sólidos urbanos no semiárido brasileiro. 2018. 181p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

HANSON, J. L., YESILLER, N., VON STOCKHAUSEN, S. A., WONG, W. W. (2010). Compaction characteristics of municipal solid waste. Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering, 136(8), 1095-1102.

LEITE, H. E. A. S.; VIEIRA NETO, J. M.; MONTEIRO, V. E. D.; SILVA, S. A. Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Campina Grande – PB, Melém do Pára, 2008, In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 13, Belém-PA, 2008.

PANDEY, R K & TIWARI, R P (2015), “Physical Characterization and Geotechnical Properties of Municipal Solid Waste” IOSR-JMCE Vol. 12, Issue 1 Ver. II (Jan- Feb) PP 15-21.

PEREIRA, F. T. G.; GARCEZ, L. R.; LEITE, H. E. A. S.; MELO, M. C.; MONTEIRO, V. E. D. Composição Volumétrica dos Resíduos Sólidos da Cidade de Campina Grande PB. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 26., Porto Alegre, 2011.

RAMAIAH, B. J.; RAMANA, G. V.; DATTA, Manoj. Mechanical characterization of municipal solid waste from two waste dumps at Delhi, India. Waste Management, v. 68, p. 275-291, 2017.

SHARIATMADARI, N.; SADEGHPOUR, A. H.; RAZAGHIAN, F. Effects of aging on shear strength behavior of municipal solid waste. Int J Civ Eng, v. 12, n. 3, p. 226-237, 2014.