

ESTUDO DA COMPACTAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE - PB

CLÁUDIO LUIS DE ARAÚJO NETO^{1*}, BRENO MOURA DE ARAÚJO NÓBREGA², RAQUEL FREITAS REIS³, VERUSCHKA ESCARIÃO DÉSSOLES MONTEIRO⁴, WILLIAM DE PAIVA⁵

¹ Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental, UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (83) 996518500, claudioluisneto@gmail.com

² Graduando em Engenharia Civil, UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (83) 3421-3146, breno.moura.n@gmail.com

³ Pesquisadora e Engenheira Civil, UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (83) 998105427, raquel_f_r@hotmail.com

⁴ Dra. Professora Engenharia Civil, UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (81) 999762593, veruschkamonteiro@hotmail.com

⁵ Dr. Professor Engenharia Sanitária e Ambiental, UEPB, Campina Grande - PB. Fone: (83)988179516, wili123@ig.com.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: A compactação dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é um processo manual ou mecânico que visa a redução do índice de vazios ou aumento da massa específica seca do material, exercendo influência na resistência, estabilidade e compressibilidade, porém não existe uma quantidade significativa de dados sobre o desempenho de aterros de RSU, devido a sua heterogeneidade e dificuldade na obtenção de uma amostra representativa. Este trabalho tem como objetivo realizar o ensaio de compactação em laboratório dos RSU da cidade de Campina Grande - PB seguindo os métodos descritos na ABNT (1986) - NBR 7182, com utilização da energia Proctor Normal de compactação. Os RSU apresentaram uma massa específica aparente seca máxima de 1,04 ton/m³ e um teor de água ótimo de 36,25%, indicando que é possível aperfeiçoar a compactação em aterros que receberão esses resíduos, uma vez que os resíduos são compactados com teor de água natural que está acima do ótimo.

PALAVRAS-CHAVE: Compactação, resíduos sólidos urbanos.

STUDY OF COMPRESSION OF MUNICIPAL SOLID WASTE OF CAMPINAGRANDE-PB

ABSTRACT: Compression of Municipal Solid Waste (MSW) is a manual or mechanical process that aims at reducing the void ratio or increased density dry material, influencing resistance, stability and compressibility. However, there is not a significant amount of data about the performance of landfill of MSW, due to heterogeneity and difficulty in obtaining a representative sample. This work aims to conduct in laboratory the MSW compaction test of Campina Grande city as from the NBR 7182/86, using the Proctor compaction energy. MSW presented a maximum dry bulk specific gravity of 1.04ton/m³ and a great water content of 36.25%, indicating that it is possible achieve better compression in landfills that receive such wastes, since the waste is compressed with natural water content that is above the optimum.

KEYWORDS: Compaction, urban solid waste.

INTRODUÇÃO

O monitoramento geotécnico de aterros sanitários permite o controle operacional e contribui para o entendimento do comportamento do maciço sanitário (SIMÕES *et al.*, 2003). As propriedades geotécnicas dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) estão diretamente associadas a elementos de controle de estabilidade, das limitações estruturais, impasses de utilização e dos constituintes de revestimento de aterros sanitários. De acordo com Dixon & Jones (2005) a obtenção de parâmetros

mecânicos, como o grau de compactação de RSU, são utilizados para avaliar as condições estruturais e de estabilidade.

A compactação dos RSU é um processo manual ou mecânico que visa a redução do índice de vazios ou aumento da massa específica seca do material, exercendo influência na resistência, estabilidade e compressibilidade. Este processo depende de fatores como a classificação dos componentes, espessura da camada a ser compactada, massa e tipo de compactação realizada. Segundo Boscov (2008), no Brasil a compactação dos RSU geralmente é realizada por meio de tratores de esteiras, embora existam rolos compactadores específicos para aterros sanitários.

Existe uma complexidade na caracterização geotécnica dos RSU devido a sua heterogeneidade e dificuldade na obtenção de uma amostra representativa. Por isso, este trabalho tem como objetivo determinar a massa específica seca máxima e o teor de água ótimo dos resíduos através da compactação em laboratório dos RSU da cidade de Campina Grande - PB.

MATERIAL E MÉTODOS

Para obtenção da amostra utilizada no ensaio foi realizado um planejamento estatístico para definição dos locais e quantidade dos resíduos a serem coletados, desta forma obteve-se uma amostra representativa dos RSU de Campina Grande – PB. As coletas foram realizadas entre os dias 9 e 11 de Abril de 2015, em um caminhão de carroceria aberta, sendo a rota de coleta definida de acordo com o planejamento estatístico e executado pela Prefeitura, empresa coletora e Grupo de Geotecnia Ambiental (GGA).

A amostra de RSU foi preparada de acordo com a ABNT (2004) - NBR 10007, conforme as seguintes etapas: a) Descarregamento dos resíduos do caminhão no pátio da Universidade Federal de Campina Grande; b) Abertura das sacolas plásticas; c) Homogeneização dos resíduos com auxílio de uma minicarregadeira; d) Quarteamento adaptado de Lipor (2000), Rocha (2003), Leite (2008) e Farias (2014) dividindo-se a massa de RSU em quatro pilhas de resíduos, sendo duas descartadas e duas homogeneizadas formando uma única pilha resultante; e) Retirou-se da pilha resultante uma amostra para a realização do ensaio de compactação; f) Secagem da amostra ao ar.

Figura 1. Etapas de preparação de amostra. a) Descarregamento dos resíduos do caminhão e abertura das sacolas plásticas; b) Homogeneização dos resíduos com auxílio de uma mini-carregadeira c) Quarteamento; d) Secagem da amostra ao sol.



Fonte: dados da pesquisa (2015).

O ensaio de compactação dos resíduos foi realizado através de uma adaptação da metodologia de compactação de solos conforme ABNT (1986) - NBR 7182. Após secagem ao ar dos resíduos por 46 dias, coletou-se 7 kg de RSU para execução do ensaio. Como parte da adaptação da norma, foi utilizado um molde do cilindro grande, padrão CBR com volume de $4098,9\text{m}^3$, soquete grande com peso de 4640,0 g caindo de uma altura de 0,465 m. Ainda que utilizando a energia Proctor Normal foi necessário utilizar o cilindro maior para melhor acomodação dos resíduos, que apresentam composição e tamanho dos grãos diferentes das partículas que compõem o solo.

Inicialmente adicionou-se uma quantidade inexata de água à amostra de RSU até se verificar uma consistência adequada. Em seguida realizou-se a homogeneização da mistura (água + amostra de RSU). A compactação foi realizada com adição de 6 % de água para o primeiro ponto e 4 % para os outros 4 pontos subsequentes. Em cada ponto foram distribuídas em 5 camadas iguais e, em cada camada, aplicou-se 12 golpes distribuídos uniformemente com energia Proctor Normal (Figura 3).

Figura 2. Realização do ensaio de compactação. a) Adição de água à amostra; b) Aplicação da energia Proctor Normal; c) Corpo de prova após a compactação;

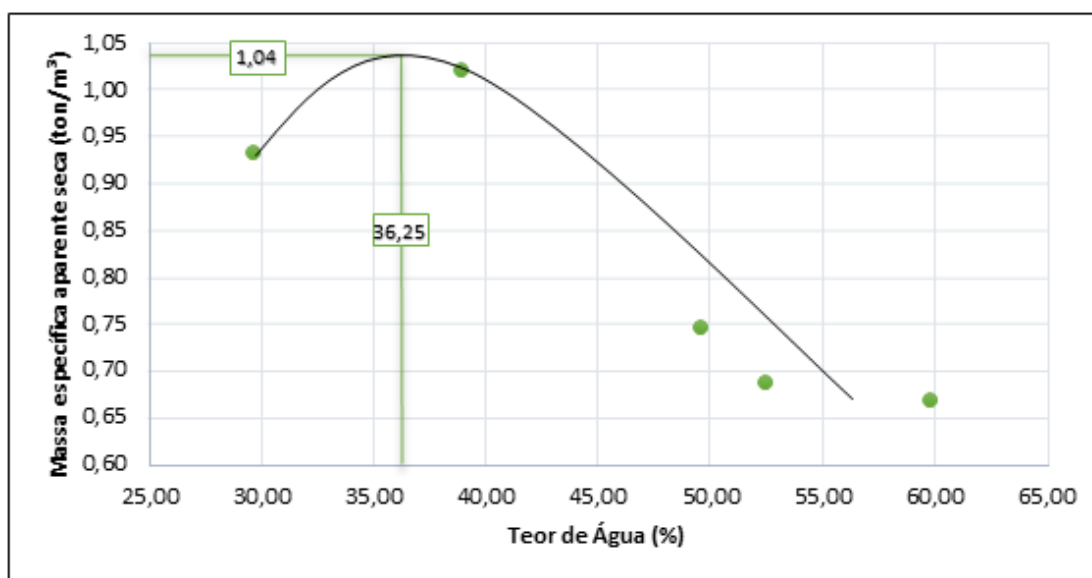


Fonte: dados da pesquisa (2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no ensaio de compactação permitiram a construção da curva de compactação (Figura 3) corroborando uma relação entre a massa específica aparente seca e teor de água dos resíduos sólidos. Gabriel e Valero (1995) obtiveram curvas de compactação de resíduos semelhantes à apresentada na Figura 3.

Figura 3. Massa específica aparente seca em função da umidade, à energia Proctor Normal de compactação.



Observa-se na curva de compactação dos RSU que densidade seca máxima é de $1,04 \text{ ton/m}^3$ e o teor de água ótimo é de 36,25%. A curva obtida apresenta comportamento semelhante às verificadas em solos, König & Jessberger (1997) também constatarem este mesmo comportamento, onde há uma ascensão da massa específica seca até o teor de água ótimo e logo em seguida um decréscimo. Porém, a massa específica seca máxima obtida neste ensaio é inferior às verificadas em solos, esta diferença pode esta associada aos constituintes dos RSU que apresentam massa específica inferior aos dos grãos do solo.

Marques (2001) constatou que os valores obtidos para a relação entre a massa específica seca máxima e o teor de água dos RSU não se ajustam segundo curvas côncavas com um peso específico seco máximo e teor de umidade ótimo. Constatando-se a dificuldade do alcance de resultados de comportamento semelhante ao apresentado pelos solos, podendo ser justificada pela heterogeneidade do elemento.

Conforme Fassett *et al.* (1994) os valores de massa específica variam de 0,31 até $0,92 \text{ ton/m}^3$ por camada que tenha recebido uma pequena compactação, 0,51 a $0,81 \text{ ton/m}^3$ para compactação

moderada, e 0,90 a 1,07 ton/m³ para camada com boa compactação. Desta forma, a massa específica máxima encontrada no ensaio pertence ao intervalo de boa compactação apresentado valor de 1,04ton/m³.

O teor de água obtido dos resíduos frescos, antes da realização do ensaio de compactação, foi de 45,05%, o teor de água natural dos resíduos está acima do ótimo de compactação encontrada, então estes resíduos, quando são dispostos e compactados em aterros sanitários, mesmo que recebam uma energia de compactação adequada não ocupam o menor volume possível, uma vez que seu teor de água está acima do considerado ótimo. Para reduzir o índice de vazios dos RSU faz-se necessário uma pré-secagem dos resíduos, podendo ser ao ar ou através de processos mecanizados, para que estes resíduos ocupem o menor espaço na célula do aterro e maximize o tempo de vida útil do empreendimento.

CONCLUSÕES

O estudo permitiu a obtenção da umidade ótima e a massa específica aparente seca máxima através da curva de compactação dos RSU. A morfologia da curva é semelhante ao apresentado em solos. Porém devido à heterogeneidade do elemento, assim como o elevado teor de material putrescível, a curva de compactação dos RSU pode comportar-se de forma discrepante se comparada ao solo. Para os resíduos de Campina Grande é necessária uma pré-secagem dos resíduos para que ocupem um menor espaço tendo em vista que o teor de água ótimo está abaixo do teor de água natural dos RSU.

REFERÊNCIAS

- ABNT, N. (1984). 7182-Ensaio de Compactação. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT, N. (1987). 10007-Amostragem de resíduos sólidos. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Bidone, F. R. A., & Povinelli, J. (1999). Conceitos básicos de resíduos sólidos. EESC/USP.
- Bosco, M. E. G. (2008). Geotecnia ambiental. Oficina de Textos.
- Dixon, N., & Jones, D. R. V. (2005). Engineering properties of municipal solid waste. *Geotextiles and Geomembranes*, 23(3), 205-233.
- Farias, R. M. S (2014). Estudo de recalques em aterros de resíduos sólidos urbanos: Uma abordagem experimental e estatística (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande).
- Fassett, J. B., Leonards, G. A., & Repetto, P. C. (1994). Geotechnical properties of municipal solid wastes and their use in landfill design. *Waste Tech*, 94, 13-14.
- König, D., & Jessberger, H. L. (1997). Waste mechanics. ISSMFE technical committee TC5 on environmental geotechnics, 35-76.
- Leite, H. E. A. S. Estudo do comportamento de aterros de RSU em um bioreactor em escala experimental na cidade de Campina Grande –PB. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 218p. 2008.
- Lipor. Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto. Caderno Técnico. 2000.
- Marques, A. C. M. (2001). Compactação e compressibilidade de resíduos sólidos urbanos (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Rocha, G., & Lang, L. (2003). Determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares-ênfase nos resíduos domésticos potencialmente perigosos. In 22^a Congresso Brasileiro de engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville-Santa Catarina-SC.
- Simões, G. F., Catapreta, C. A. A., de Brito Galvão, T. C., & Batista, H. P. (2003). Monitoramento Geotécnico de Aterros Sanitários—A Experiência da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos da BR-040 em Belo Horizonte—MG. In 5 Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental.