

ESTUDO DAS PROPRIEDADES HIDRÁULICAS DO RCD (RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO) PARA APLICAÇÃO EM COBERTURAS DE ATERROS DE RSU

Larissa Aparecida Góes Damasceno¹, Maria do Socorro Costa São Mateus², Jorge Luiz Conceição³, Rosane Cerqueira Ribeiro⁴ e Sammir Souza Moreira⁵

1 Bolsista PIBIC/FAPESB, Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: larissagoes10@hotmail.com

2 Orientadora, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: so_mateus@yahoo.com.br

3 Técnico do Laboratório de Geotecnia, DETEC, Universidade Estadual de Feira de Santana.

4 Bolsista PROBIC/UEFS, Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: zane_ribeiro@hotmail.com

5 Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: sammir_r@hotmail.com

Palavras-chave: Reaproveitamento de RCD, caracterização do RCD, aterro sanitário.

INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos maiores setores produtivos do Brasil. Assim, constitui um grande contribuinte para produção de resíduos sólidos. Diversas pesquisas apontam que os resíduos de construção e demolição já representam, em média, 50% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) produzidos nas cidades brasileiras, com uma taxa média de geração em torno de 0,52 tonelada.habitante⁻¹.ano⁻¹ (CABRAL, 2007 apud OLIVEIRA et al, 2011).

Dentre outras aplicações, o RCD tem sido utilizado como camada de cobertura diária e/ou temporária nos aterros sanitários dos grandes centros urbanos, dando outro destino final aos mesmos.

Sua utilização como camada de cobertura final, em aterros de municípios de médios e pequenos portes, onde a quantidade de resíduos é menor e os recalques são menos acentuados, apresenta-se como uma solução alternativa para o seu destino e para redução de custos.

OBJETIVO

Avaliar características hidráulicas do RCD a partir de ensaios geotécnicos, a fim de utilizá-lo na construção das camadas de cobertura alternativas em aterros sanitários de municípios de pequeno e médio portes.

MÉTODO

O RCD foi estudado a partir de alguns ensaios geotécnicos realizados em laboratório. Estes seguem as normas da ABNT apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Ensaios realizados no RCD e normas correspondentes.

| Ensaio | NBR |
|----------------------------|------------------|
| Granulometria conjunta | 7181, ABNT 1984 |
| Massa específica dos grãos | 6508, ABNT 1984 |
| Compactação | 7182, ABNT 1986 |
| Permeabilidade | 13292, ABNT 1995 |
| Evaporação | Não normatizado |

Fonte: Os autores.

Os ensaios de granulometria conjunta, massa específica dos grãos, limite de liquidez e limite de plasticidade constituem os ensaios de caracterização dos solos. Para o RCD, não foi possível realizar os ensaios de limites de liquidez e plasticidade, porque o material não permite a execução do ensaio, uma vez que não possui plasticidade.

RESULTADOS

a) Ensaio de granulometria conjunta

A Figura 1 apresenta as curvas granulométricas obtidas nos ensaios realizados antes e após a compactação das amostras. A partir desta, observa-se que o percentual passante da amostra compactada é maior que da amostra não compactada o que não implicou necessariamente na quebra dos grãos, mas na seletividade da amostra compactada que possuía granulometria inferior a 19,10mm devido à substituição realizada.

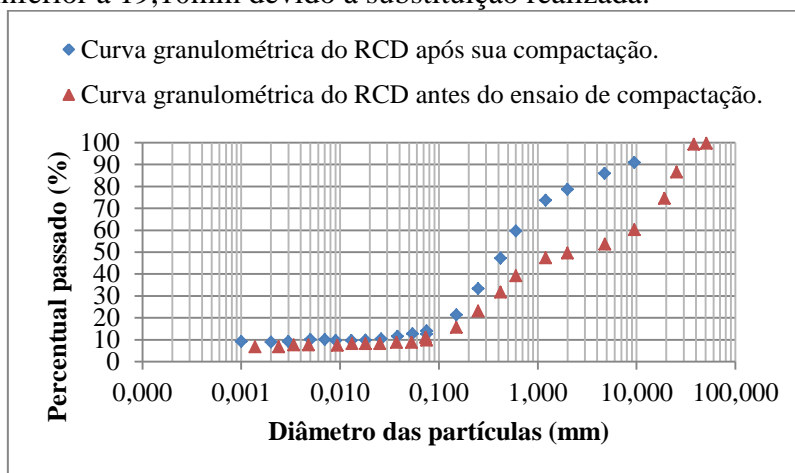


Figura 1: Curvas granulométricas do RCD antes e após o ensaio de compactação (Fonte: Os autores).

A partir da curva granulométrica (Figura 1), pôde-se obter as frações equivalentes aos tamanhos de pedregulho, areia, silte e argila presentes no RCD (Tabela 2), classificando-o para as duas situações: antes do ensaio como RCD equivalente a pedregulho arenoso com pouca argila e vestígios de silte, após o ensaio como RCD equivalente a areia com pouca argila e vestígios de pedregulho e silte.

Tabela 2: Percentual das partículas sólidas presentes no RCD antes e após o ensaio de compactação.

| Partículas com tamanhos equivalentes as frações de solo | Percentual (%) | |
|---|----------------|-------|
| | Antes | Após |
| Pedregulho | 45,95 | 5,00 |
| Areia grossa | 4,18 | 4,84 |
| Areia média | 17,82 | 33,80 |
| Areia fina | 22,94 | 35,20 |
| Silte | 1,16 | 3,00 |
| Argila | 7,52 | 9,00 |

Fonte: Os autores.

b) Ensaio de massa específica dos grãos

O RCD apresentou massa específica dos grãos de $2,668 \text{ g/cm}^3$, valor típico da massa específica dos grãos de solos grossos, confirmando a análise granulométrica.

c) Ensaio de compactação Proctor Normal

A Figura 2 apresenta a curva de compactação, um ponto foi desprezado devido sua discrepância.

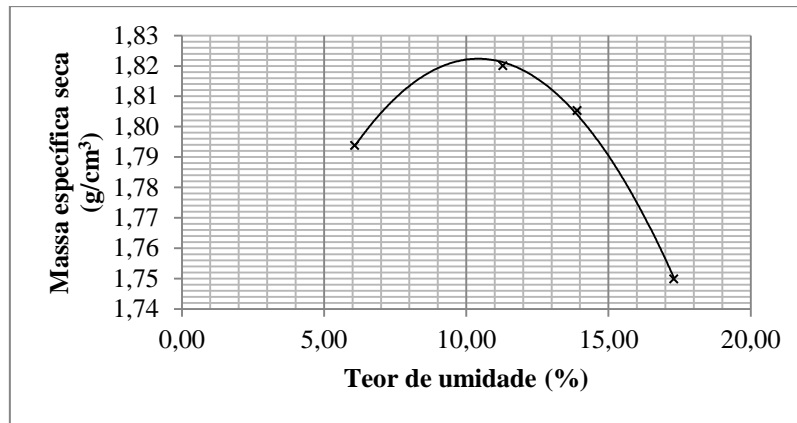


Figura 2: Curva de compactação do RCD (Fonte: Os autores).

A partir da Figura 2 foram obtidos o teor de umidade ótima ($\omega_{ót}$) de 10,50% e a massa específica seca máxima ($\gamma_{dmáx}$) de $1,825\text{g/cm}^3$, na energia Proctor Normal (menor energia), simulando a compactação normalmente utilizada para camadas de cobertura de aterro sanitário quando se utiliza solo. Esses parâmetros foram usados para compactar todos os corpos de prova em que se realizaram ensaios de permeabilidade e evaporação.

d) Ensaio de permeabilidade

Foram ensaiados três corpos de prova, compactados na energia Proctor Normal.

Para o primeiro ensaio, houve variações nos valores de coeficiente de permeabilidade entre $3,37 \cdot 10^{-7}$ e $1,77 \cdot 10^{-5}$ cm/s para gradiente hidráulico (i) = 10,95, para i = 5,22, os resultados variaram de $2,44 \cdot 10^{-6}$ a $2,70 \cdot 10^{-5}$ cm/s. Embora o gradiente hidráulico tenha sido reduzido a metade, o intervalo de variação para o coeficiente de permeabilidade do RCD não foi afetado. Os valores encontrados são típicos de solos siltosos e argilosos e não correspondem à granulometria encontrada para o RCD estudado. Uma possível explicação para este comportamento pode ser dada pela presença de cimento no RCD que em contato com a água pode ter reagido fechando alguns poros da amostra. Outra possibilidade é a perda de carga na mangueira que satura com água as amostras. E uma terceira possibilidade é o entupimento da drenagem (geotêxtil, papel filtro e tecido) na base da amostra.

O segundo e o terceiro ensaios foram realizados para verificar a repetitividade dos resultados e, nestes casos, as amostras receberam percolação de água do início ao fim do ensaio, que é o procedimento padrão. Além disto, reduziu-se consideravelmente o comprimento da mangueira que fornece água para as amostras, visando reduzir possível perda de carga no sistema.

Para o terceiro ensaio, também se modificou a drenagem na base da amostra, que passou a ser composta por geotêxtil e tecido.

No segundo ensaio, os resultados foram da ordem de 10^{-4} cm/s. Para o terceiro corpo de prova houve variação da ordem 10^{-4} a 10^{-5} cm/s. Valores que se assemelham com os de solos granulares. Ambos foram realizados com i = 5,27. Observou-se que a modificação na drenagem na base da amostra não interferiu nos resultados.

e) Ensaio de evaporação

Analisando a Figura 3, observou-se que no início do ensaio (durante 1 mês e 10 dias) houve problema de leitura, devido a vazamento no recipiente que continha apenas água. Além disto, o RCD estava com excesso de água. Depois deste período, a taxa de evaporação (evaporação no RCD/evaporação no recipiente com água) variou entre 1 e 0,2. Quando o RCD evaporou 0,20, significa dizer que evaporou 20% do que foi medido no recipiente que continha apenas água. A partir daí, o RCD manteve esta mesma taxa, para um grau de saturação de 20% aproximadamente e para um teor de umidade inferior a 20%, conforme se observa na Figura 4.

A partir dessas taxas encontradas, é possível adotar um valor correspondente ao teor de umidade do RCD, quando for realizado o balanço hídrico desse material na camada de cobertura de aterros sanitários.

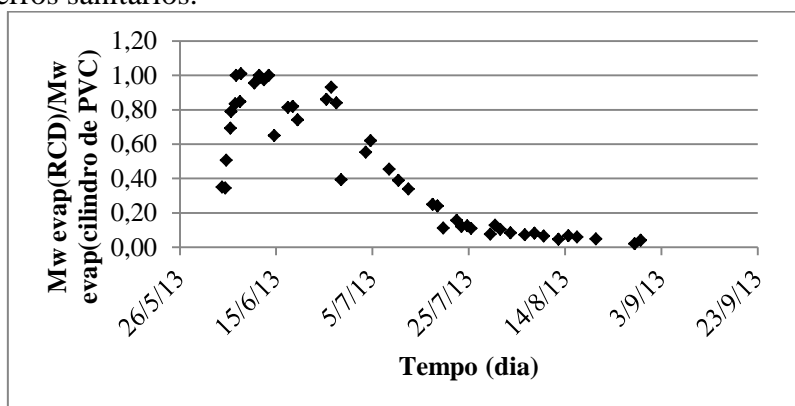


Figura 3: Relação entre as massas de água presente no CP de RCD e no cilindro de PVC em função do tempo (Fonte: Os autores).

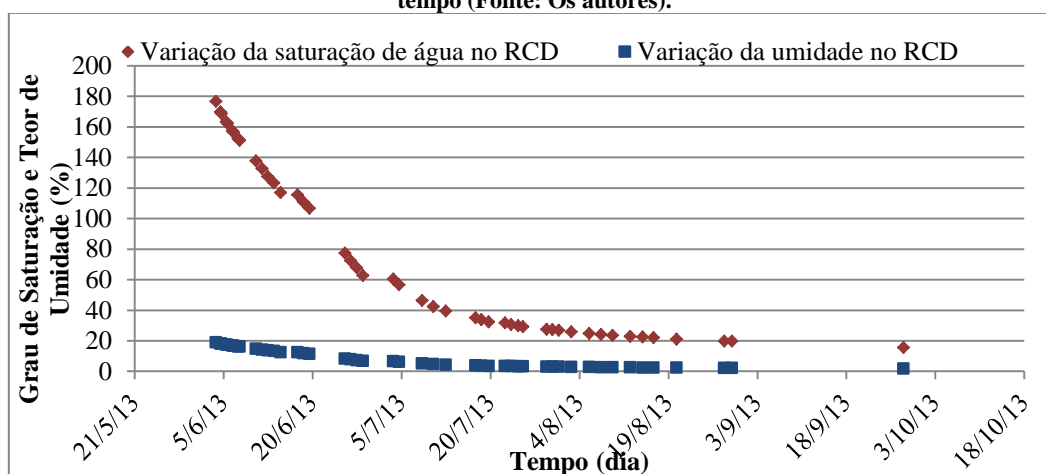


Figura 4: Variação do grau de saturação e do teor de umidade do CP de RCD em função do tempo (Fonte: Os autores).

CONCLUSÕES

O RCD apresentou granulometria semelhante à de um solo granular tanto a amostra natural e quanto na amostra compactada. Uma característica importante para sua aplicação em camadas evapotranspirativas que geralmente são compostas de solos granulares de alto coeficiente de permeabilidade.

Os resultados de permeabilidade para a repetição dos ensaios mostraram valores compatíveis para a granulometria do material e mostraram também que a diferença encontrada no primeiro ensaio aconteceu devido à perda de carga na mangueira de saturação da amostra.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 7181, NBR 6508, NBR 13292, NBR 7182.
 LINS, Eduardo Antonio Maia. **A utilização da capacidade de campo na estimativa do percolado gerado no aterro da Muribeca**. Dissertação de Mestrado, 125f,2003. Departamento de engenharia Civil Universidade Federal de Pernambuco
 OLIVEIRA, M. E. D.; SALES, R. J. M.; OLIVEIRA, L. A. S. de; CABRAL, A. E. B.. **Diagnóstico da geração e da composição dos RCD de Fortaleza/CE**. Engenharia Sanitária e Ambiental (online), 2011, vol.16, nº 3, pp. 219-224.