

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

ANÁLISE DE SOLO COMPACTADO COM RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO¹ **ANALYSIS COMPACTED SOIL WITH CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE**

Carlise Patrícia Pivetta², Márcio Antônio Vendruscolo³

¹ Projeto de Iniciação Científica desenvolvido na linha de pesquisa Mecânica dos Solos e Geotecnia Ambiental e no Grupo de Pesquisa em Solos e Ambiente da UFFS campus Cerro Largo.

² Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária da UFFS, bolsista PRO-ICT/UFFS, carlisepivetta@live.com

³ Professor Doutor do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Orientador do projeto de pesquisa, márcio.vendruscolo@uffs.edu.br.

INTRODUÇÃO

A construção civil, em suas várias áreas de atuação, gera um grande volume de resíduos que tem como consequência vários problemas ambientais. Uma das alternativas para minimizá-los é através da reciclagem de Resíduo da Construção e Demolição (RCD). Para isso há a necessidade crescente de estudos que possam avaliar e viabilizar a possibilidade de utilização de resíduos de construção e demolição em várias áreas da engenharia.

Segundo Pereira e Vieira (2013), os RCD são compostos principalmente de tijolos, areias e argamassas, além de uma pequena porcentagem de restos de concreto, pedras, cerâmicas, gesso, madeira, entre outros. Muitos destes resíduos podem ser reciclados e reutilizados como agregados em substituição aos agregados naturais, como em concretos, argamassas, pavimentos, aterros e solos reforçados (FERREIRA e THOMÉ, 2011).

Devido à preocupação com os problemas ambientais causados pelo setor da construção civil, criaram-se leis que buscam mitigar de alguma forma os impactos gerados pela atividade. De acordo com a resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, os geradores de resíduos de construção civil deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final. Assim, faz-se necessário um maior estudo para cada caso que envolva estes resíduos de modo a maximizar qualquer processo de aplicação.

Nesta pesquisa desejou-se reutilizar estes resíduos, especificamente restos de tijolos e argamassa, em camadas superficiais de solo compactado que podem ser aplicadas como base de fundações superficiais ou como aterros voltados para a construção de estradas, por meio da determinação da resistência ao cisalhamento do solo argiloso compactado com os resíduos, bem como a caracterização dos mesmos.

METODOLOGIA

O solo que se utilizou nesta pesquisa foi um solo residual de basalto da formação Serra Geral, coletado na Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Cerro Largo. Retirou-se a amostra de solo do horizonte B a uma profundidade de 1,0 m da superfície. O resíduo da construção e demolição (RCD), composto de argamassa e tijolos triturados, se obteve na Central de Triagem de Resíduos da Construção Civil do Noroeste do RS (RESICON), localizada no município de Santa

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

Rosa - RS.

Assim, combinou-se o resíduo de construção e demolição com um solo argiloso compactado de forma a constituir um novo material que possa ser utilizado como base de fundações superficiais ou como aterros para a construção de estradas. Primeiramente se executou ensaios de granulometria do solo e do resíduo e ensaios de compactação do solo com adição de 0, 25, 50 e 75% de RCD. Posteriormente, moldaram-se amostras de 5,0 x 5,0 x 2,0 cm de solo com adição das mesmas proporções de RCD na umidade ótima e densidade máxima para a execução dos ensaios de cisalhamento direto na condição inundada. Nos ensaios de cisalhamento direto utilizaram-se as tensões normais de 50, 100, 150, 200 e 400 kPa para cada tipo de material.

A partir dos ensaios de cisalhamento direto obtiveram-se os parâmetros de resistência e determinou-se o comportamento tensão x deslocamento horizontal e deslocamento vertical x deslocamento horizontal.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O RCD é composto basicamente por areia fina e média, conforme pode-se observar na Figura 1. Enquanto que o solo é constituído por uma grande quantidade de argila e silte, com uma pequena quantidade de areia fina.

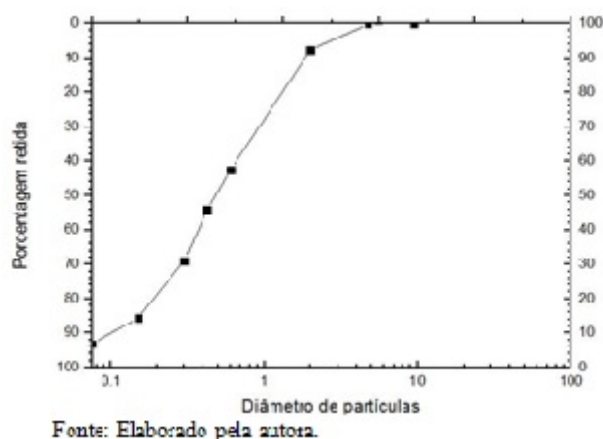
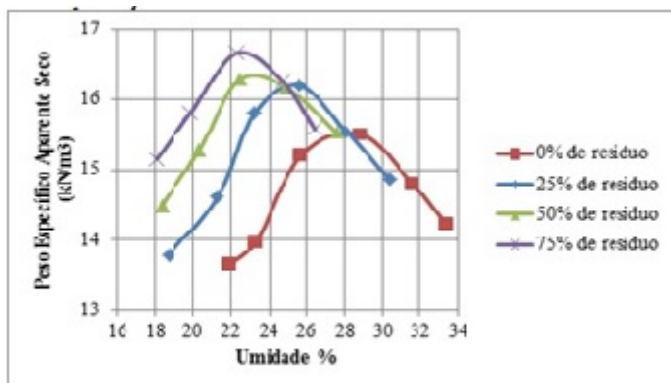


Figura 1 - Curva granulométrica do resíduo

Através dos ensaios de compactação constatou-se que a umidade ótima diminuiu e o peso específico aumentou com a adição do RCD, havendo um deslocamento da curva de compactação, conforme se observa na Figura 2.

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

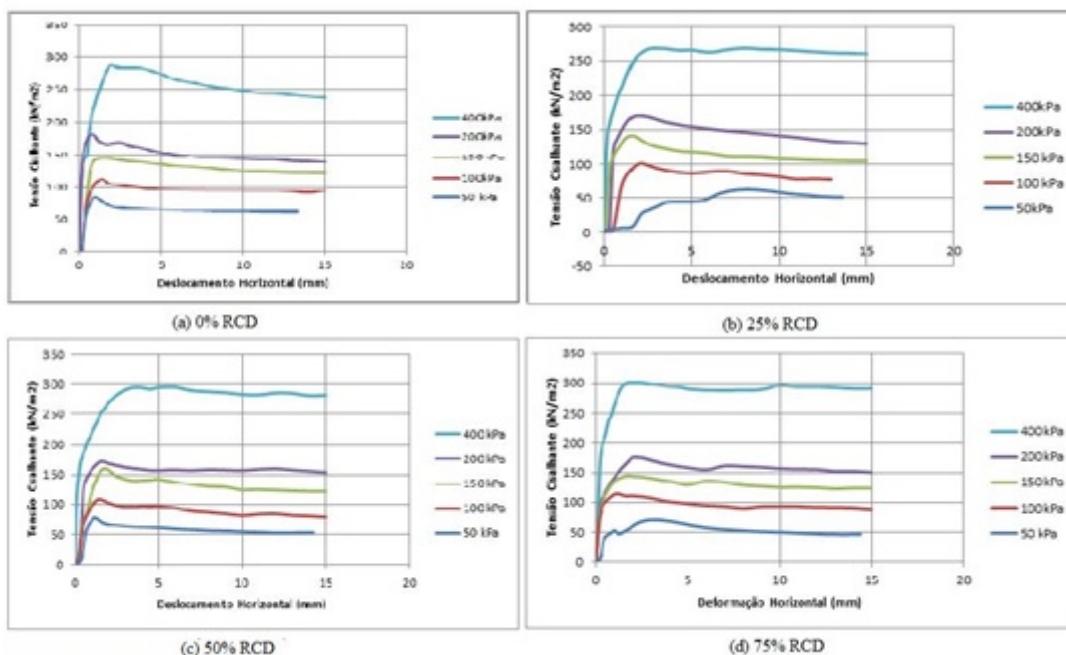


Fonte: Elaborado pela autora

Figura 2 - Curvas de Compactação

Houve um aumento da densidade aparente seca máxima ou peso específico conforme se aumentou o teor de resíduo na mistura. Isso se deve ao fato da massa específica do RCD ser maior que a do solo. Notou-se também que à medida que se aumenta o teor de resíduo na mistura, a umidade ótima tende a diminuir.

A partir de ensaios de cisalhamento direto determinaram-se os parâmetros de resistência e assim pode-se conhecer o comportamento tensão x deslocamento horizontal e deslocamento vertical x deslocamento horizontal de cada material. Com resultados deste ensaio observou-se um aumento da tensão cisalhante máxima com o acréscimo da tensão normal, conforme Figura 3.



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 3 - Tensão cisalhante para (a) solo com 0% RCD, (b) solo com 25% RCD, (c) solo com 50%

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

RCD e (d) solo com 75% RCD

Nas curvas tensão cisalhante *versus* deslocamento horizontal constatou-se a definição de pico, sendo mais acentuado para as menores tensões normais aplicadas. Através das tensões cisalhantes de ruptura determinou-se a envoltória de resistência e os parâmetros de resistência dos materiais, conforme observa-se na Figura 4.

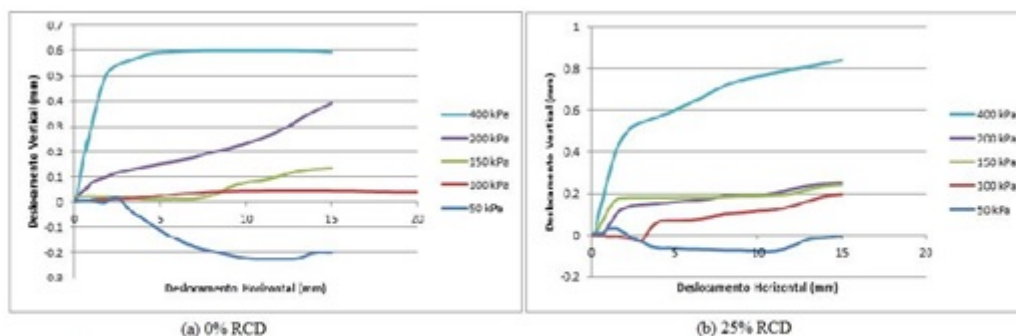
RCD	Ângulo de atrito interno (°)	Coesão (kPa)
0%	30,38	55,22
25%	30,05	45,01
50%	31,54	52,11
75%	32,81	45,09

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 4 - Ângulo de atrito e coesão

Constatou-se que ocorreu um decréscimo da coesão e um aumento do ângulo de atrito quando comparados os resultados do solo compactado sem adição de resíduo com o solo compactado com adição de RCD.

Com relação à variação volumétrica, as amostras submetidas ao cisalhamento com baixas tensões normais apresentaram uma compressão inicial seguido de um aumento de volume, enquanto que aquelas com altas tensões normais diminuíram de volume durante todo o cisalhamento. Um exemplo pode ser observado conforme Figura 5, para 0% de RCD e 25% RCD.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 5 - Deslocamento horizontal x deslocamento vertical para (a) 0% RCD e (b) 25% RCD

Para as amostras com adição de 50% e 75% de RCD o comportamento da variação volumétrica manteve-se semelhante.

A partir dos dados de tensão cisalhante e tensão normal de cada porcentagem de resíduo, pode-se criar gráficos e obter retas lineares. Os coeficientes de determinação (R^2) apresentaram um coeficiente de correlação linear maior que 0.98, o que pode ser considerado bom e diretamente

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

ligado à confiabilidade dos resultados obtidos no ensaio de compactação.

CONCLUSÃO

O reaproveitamento de resíduos de construção e demolição em solo compactado deve ser visto não somente como uma maneira de dar uma destinação correta ao resíduo, mas também como uma forma de diminuir a demanda excessiva de matéria prima, sendo assim, uma alternativa tecnicamente viável para diversas obras de engenharia.

Com os resultados desta pesquisa pode-se obter parâmetros para a combinação dos resíduos de construção e demolição com solo argiloso compactado de forma a compor um novo material que pode ser utilizado como base de fundações superficiais ou como aterros para a construção de estradas.

Palavras-chave: resíduo da construção; compactação; reciclagem; aterro; solo.

Keywords: Waste from construction; compaction; recycling; landfill; soil.

REFERÊNCIAS

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. *Cerâmica* 61, p. 178-189, 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002.

FERREIRA, M. C.; THOMÉ, A. Utilização de resíduo da construção e demolição como reforço de um solo residual de basalto, servindo como base de fundações superficiais. *Teoria e Prática na Engenharia Civil*, n.18, p. 1-12, Nov. 2011.

PEREIRA, P.; VIEIRA, C. S. Resíduo de Construção e Demolição. Um estado de arte visando a sua valorização em trabalhos geotécnicos. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto (FEUP). Outubro, 2013.

PINTO, C. de S. Curso Básico de Mecânica dos Solos. 3ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.