

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

SOLO COMPACTADO COM RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO
COMPACTED SOIL WITH CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE

Carlise Patrícia Pivetta e JMárcio Antônio Vendruscolo

RESUMO

A indústria da construção civil é um grande consumidor de recursos naturais ao mesmo tempo em que é também responsável pela geração de uma enorme quantidade de resíduos sólidos. Para isso a Resolução 307 do Conama estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil de modo a mitigar os impactos resultantes. Portanto, nesta pesquisa 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. Foram executados ensaios de caracterização do solo e do resíduo e ensaios de compactação com cada material. Amostras de 5,0 x 5,0 x 2,0 cm de solo com adição de 0, 25, 50 e 75% de resíduo de construção e demolição triturados foram moldadas na umidade ótima e densidade máxima para a execução dos ensaios de cisalhamento direto. Os parâmetros de resistência obtidos através dos ensaios de cisalhamento direto sofreram alterações com a adição do resíduo, onde a coesão diminuiu e o ângulo de atrito aumentou.

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

ABSTRACT

The construction industry is a big consumer of natural resources at the same time responsible for generating a huge amount of solid waste. For this, the Conama Resolution 307 establishes guidelines, criteria and procedures for the management of construction waste in order to mitigate the resulting impacts. Therefore, in this research the construction and demolition residue was combined with a clay soil compacted to constitute a new material that could be used as a foundation for surface foundations or as landfills for the construction of roads. Soil and residue characterization tests and compaction tests were performed with each material. Samples of 5.0 x 5.0 x 2.0 cm soil with addition of 0, 25, 50 and 75% shredded construction and demolition residue were molded at optimum moisture and maximum density for the execution of the direct shear tests. The parameters of resistance and behavior for stresses were determined. The resistance parameters obtained through the direct shear tests underwent changes with the addition of the residue, where the cohesion decreased and the friction angle increased.

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

1 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.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Objetiva-se determinar a resistência ao cisalhamento de um solo argiloso compactado com resíduos da construção e demolição.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a caracterização do solo natural e do resíduo;
- Determinar os parâmetros de resistência do solo compactado e do solo-resíduo;
- Avaliar o efeito do teor de resíduo na resistência do solo compactado.

3 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 Rosa - RS.

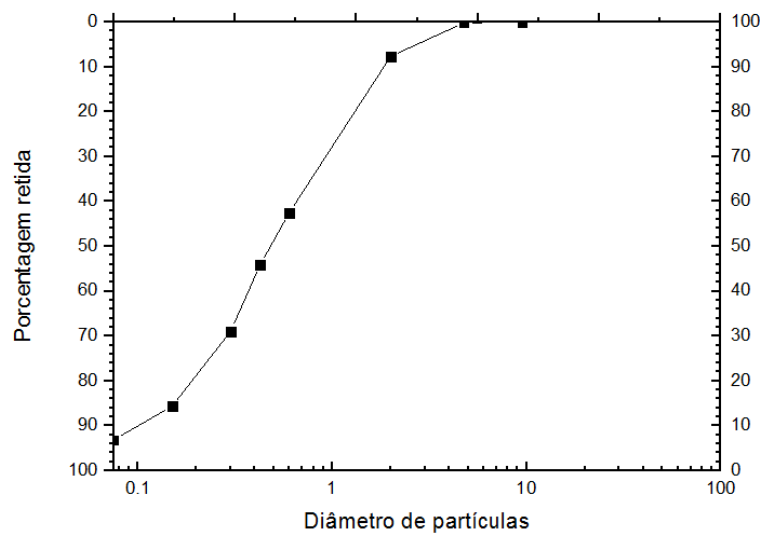
Assim, combinou-se o resíduo de construção e demolição com um solo argiloso compactado de forma a constituir um novo material que possa ser utilizado como base de fundações superficiais ou como aterros para a construção de estradas. Primeiramente se executou ensaios de granulometria do solo e do resíduo 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.

4. 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.

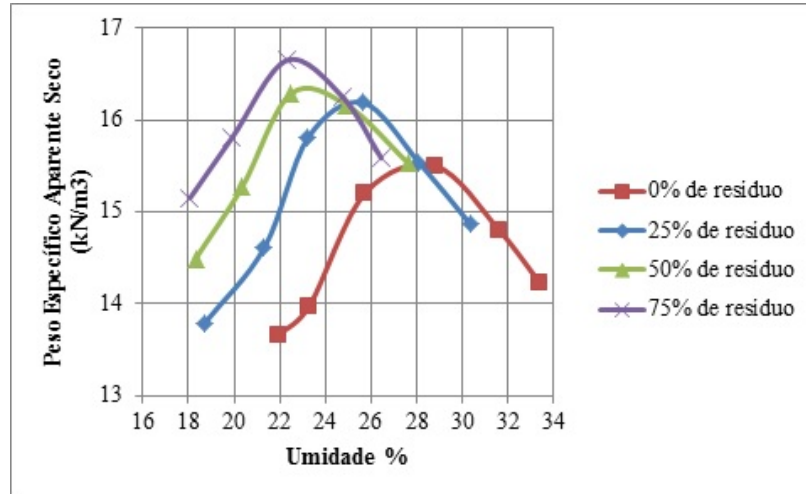
Figura 1 - Curva granulométrica do resíduo



Fonte: Elaborado pela autora.

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.

Figura 2 - Curvas de Compactação

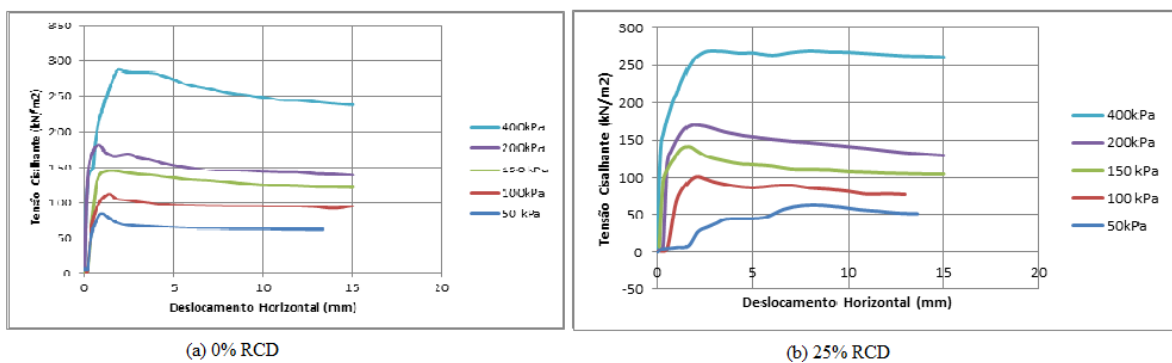


Fonte: Elaborado pela autora.

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.

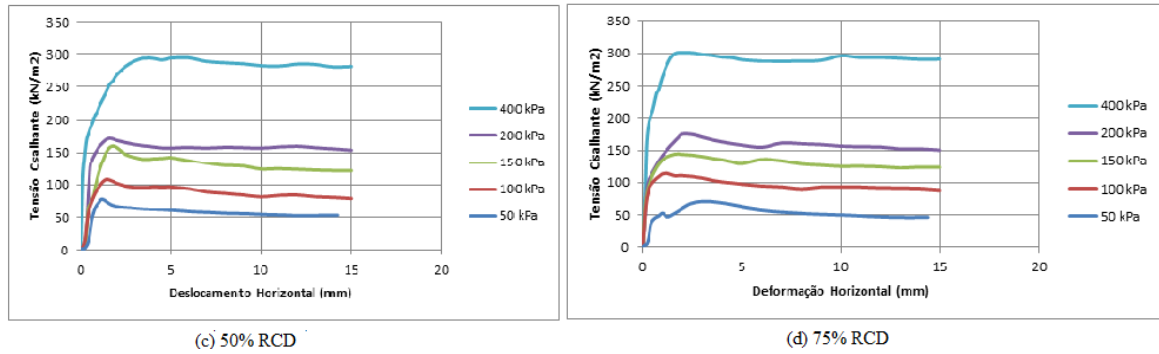
A partir de ensaios de cisalhamento direto determinaram-se os parâmetros de resistência e assim pode-se conhecer o comportamento tensão x deslocamento horizontal e deslocamento vertical x deslocamento horizontal de cada material. Com resultados deste ensaio observou-se um aumento da tensão cisalhante máxima com o acréscimo da tensão normal, como observado nas Figuras 3 e 4.

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



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 4 - Tensão cisalhante para (c) solo com 50% RCD e (d) solo com 75% RCD



Fonte: Elaborado pela autora

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 Tabela 1.

Tabela 1 – Ângulo de atrito e coesão

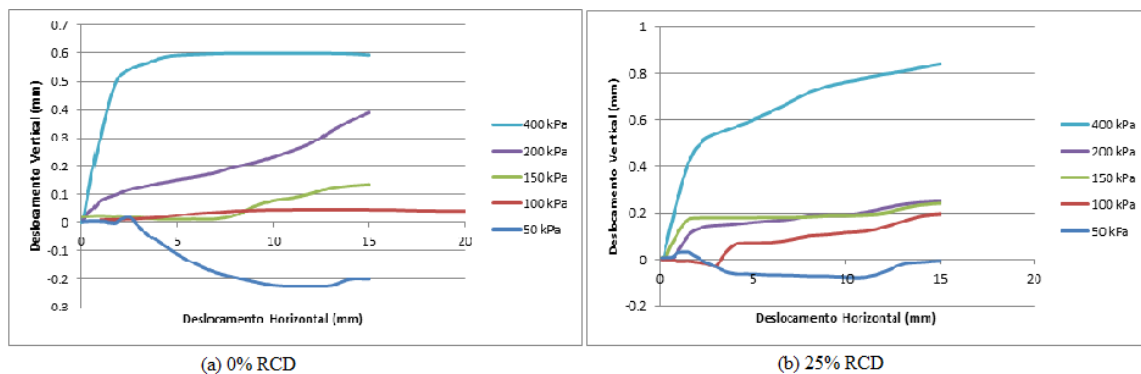
RCD	Ângulo de atrito interno	Coesão
0%	30.38	55.22
25%	30.05	45.01
50%	31.54	52.11
75%	32.81	45.09

Fonte: Elaborado pela autora.

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.

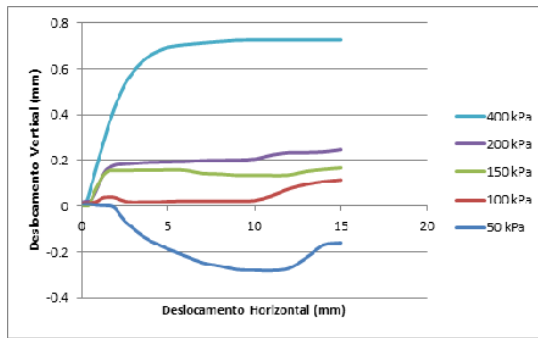
Com relação à variação volumétrica, as amostras submetidas ao cisalhamento com baixas tensões normais apresentaram uma compressão inicial seguido de um aumento de volume, enquanto que aquelas com altas tensões normais diminuiram de volume durante todo o cisalhamento, conforme observa-se nas Figuras 5 e 6.

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

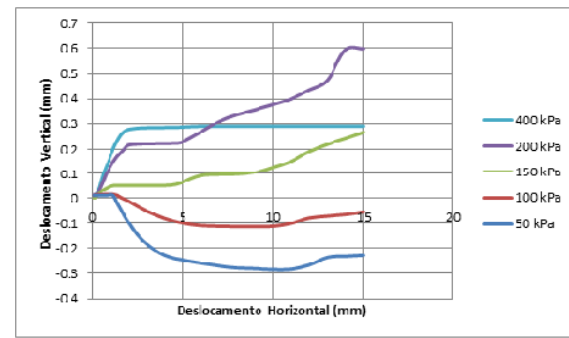


Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 6 - Deslocamento horizontal x deslocamento vertical para (c) 50% RCD e (d) 75% RCD



(c) 50% RCD



(d) 75% de RCD

Fonte: Elaborado pela autora.

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 ligado à confiabilidade dos resultados obtidos no ensaio de compactação.

5 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.

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**. 3º Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.