

## **ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA QUEBRA DO GRÃO DE AMOSTRAS DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) SUBMETIDAS A ENSAIOS DE CISALHAMENTO DIRETO**

Giordanno Pietro Altoé Marcantonio, Vitor Alexandre Moreira Terezio (PIC/Uem), Juliana Azoia Lukiantchuki (Orientador), e-mail: jazoia@yahoo.com.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia, PR.

### **Engenharia Civil/Geotécnica**

**Palavras-chave:** resíduos de construção e demolição, quebra do grão, cisalhamento direto

### **Resumo:**

Nas últimas décadas a geração de resíduos de construção e demolição (RCD) tornou-se um fator relevante em todo o mundo. Isto porque devido ao intenso crescimento populacional e industrial a geração de resíduos tem aumentado consideravelmente. Desta forma, torna-se cada vez mais importante o reaproveitamento deste material, sobretudo em obras de grande consumo tais como as obras rodoviárias. No entanto a aplicação desses resíduos depende do conhecimento das propriedades mecânicas deste material. Dentre esses parâmetros destaca-se que a susceptibilidade a quebra do grão é de fundamental importância. Isto porque este parâmetro influencia diretamente no comportamento do material através da resistência e da permeabilidade. O presente trabalho avaliou a quebra do grão em RCD induzida pelo processo de compactação através da aplicação da energia normal e posteriormente submetida a ensaios de cisalhamento direto. Para isso o material foi dividido em frações com granulometrias diferentes. A avaliação quantitativa da quebra do grão foi realizada através da comparação entre a distribuição granulométrica antes e após a realização dos ensaios. Em relação aos resultados obtidos, observou-se que as diferentes frações estudadas apresentam comportamentos distintos de compactação. Algumas frações se apresentaram com comportamento de material drenante enquanto que outras apresentaram o comportamento convencional esperado para solos. A análise comparativa da quebra do grão indicou que para as maiores frações a quebra foi mais acentuada, ocorrendo influência dos processos de compactação e cisalhamento. Entretanto, para a menor fração estudada não foram observadas diferenças entre a condição inicial da amostra e após a compactação e o cisalhamento.

### **Introdução**

Atualmente, um dos grandes problemas associado ao crescimento populacional, à expansão urbana e ao desenvolvimento industrial consiste

na geração de resíduos sólidos urbanos e industriais de diversos tipos. Além disso, dentre as indústrias que degradam o meio ambiente, seja ele urbano ou natural, a indústria da construção destaca-se por ser responsável por números entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade (Santos, 2007). Destaca-se ainda que esses resíduos são constituídos por materiais com alto potencial de reciclagem, tornando-se fundamental o estudo de soluções para esse problema ambiental.

No entanto, apesar da boa qualidade dos agregados provenientes dos resíduos de construção e demolição (RCD) ocorre a quebra do grão durante o processo de compactação. A ocorrência da quebra provoca mudanças no tamanho das partículas de resíduos e conseqüentemente nas tensões atuantes. Essas alterações, conforme destacado por Lade et al., (1996), influenciam diretamente em importantes propriedades dos solos granulares, tais como: resistência à compressão, forma de curva tensão-deformação, mudanças de volume, dissipação de poro pressão e permeabilidade.

Desta forma, este projeto de pesquisa tem como finalidade estudar o comportamento da quebra do grão de amostras de resíduos de construção e demolição (RCD) submetidas a ensaios de cisalhamento direto.

## **Materiais e métodos**

Neste projeto de pesquisa foram utilizados amostras de resíduos de construção e demolição (RCD), coletadas na Usina de Reciclagem Mauá, localizada na cidade de Maringá, Paraná, Brasil.

A amostra original foi separada, através de peneiras, em 4 diferentes frações granulométricas. O estudo da quebra do grão foi conduzido analisando os efeitos para as diferentes frações estudadas: a) Material passante na # 4.8 mm e retido na # 2.0 mm (Fração 1); b) Material passante na # 2.0 mm e retido na peneira # 0.84 mm (Fração 2); c) Material passante na # 0.84 mm e retido na # 0.42 mm (Fração 3); e d) Material passante na # 0.42 mm (Fração 4).

Os ensaios de cisalhamento direto foram realizados utilizando o equipamento automático da *Controls*, disponível no Laboratório de Mecânica dos Solos da Universidade Estadual de Maringá (UEM/DEC). O ensaio de cisalhamento direto foi realizado através de duas etapas: fase de adensamento e fase de cisalhamento.

Posteriormente, a fração é submetida ao ensaio de análise granulométrica conjunta para quantificar a sua distribuição granulométrica após o ensaio de cisalhamento direto. A análise comparativa entre as curvas granulométricas antes e após a compactação permite identificar a ocorrência da quebra do grão.

## Resultados e Discussão

A seguir serão apresentados os dados comparativos entre a distribuição granulométrica antes e após o ensaio de cisalhamento direto. A Figura 1 apresenta a comparação entre a distribuição granulométrica inicial (média), após a compactação e após o ensaio de cisalhamento direto. Os resultados indicam que a quebra devido ao efeito de compactação apresentou-se inferior à quebra devido ao efeito do cisalhamento direto. Observa-se ainda que a quebra foi mais acentuada para as partículas com diâmetros maiores do que 0.01 mm e menor do que 0.6 mm.

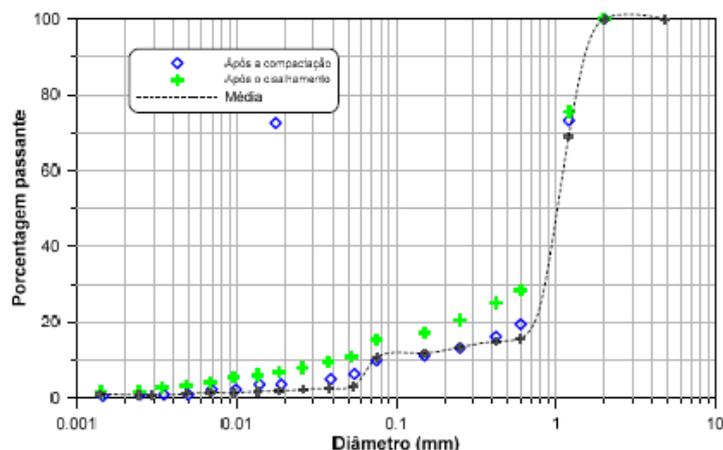


Figura 1 – Distribuição granulométrica para a Fração 2.

Na Figura 2 os resultados indicam que a quebra devido ao efeito de compactação apresentou-se significativa para a faixa granulométrica situada entre 0.05 mm e 0.3 mm. Os resultados indicam ainda que o cisalhamento direto não contribuiu para o aumento da quebra do grão.

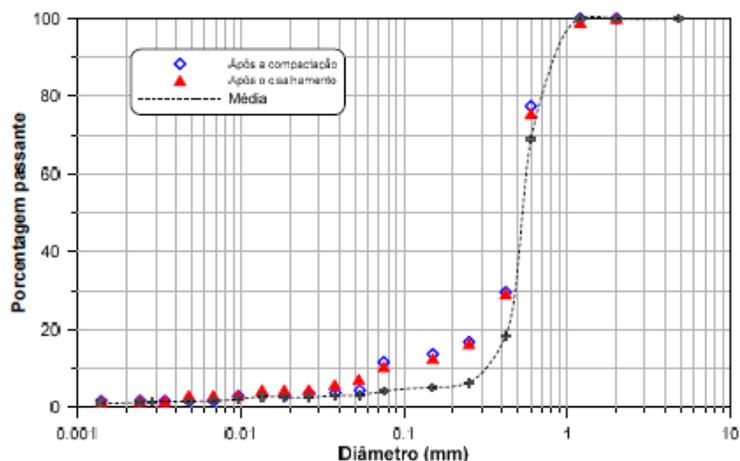


Figura 2 – Distribuição granulométrica para a Fração 3.

Na Figura 3 os resultados indicam que a quebra do grão devido ao efeito da compactação e do cisalhamento direto não se apresentou de forma

significativa. Para este caso, observou-se que o RCD apresentou-se menos vulnerável à quebra do grão.

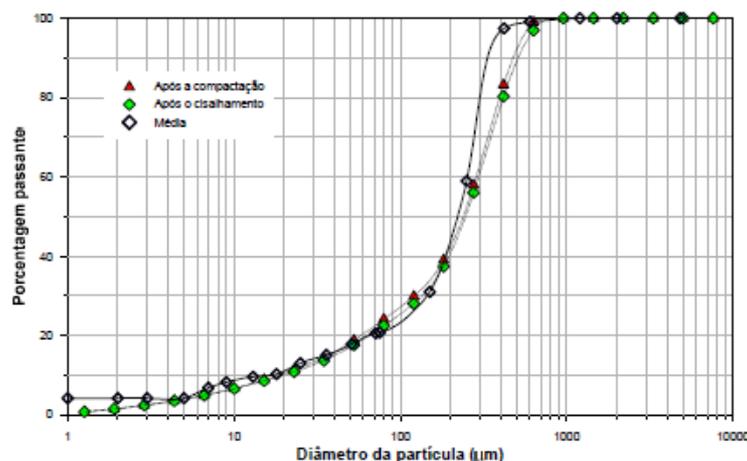


Figura 3 – Distribuição granulométrica para a Fração 4.

## Conclusões

A análise comparativa as curvas de distribuição granulométrica nas condições inicial, após a compactação e após o cisalhamento indicou que para a Fração 2 a quebra devido ao efeito de compactação apresentou-se inferior à quebra devido ao efeito do cisalhamento direto. Observa-se ainda que a quebra foi mais acentuada para as partículas com diâmetros maiores do que 0.01 mm e menor do que 0.6 mm.

Para a Fração 3 os resultados indicam que a quebra devido ao efeito de compactação apresentou-se significativa para a faixa granulométrica situada entre 0.05 mm e 0.3 mm. Os resultados indicam ainda que o cisalhamento direto não contribuiu para o aumento da quebra do grão. E por fim, para a Fração 4 os resultados indicam que a quebra do grão devido ao efeito da compactação e do cisalhamento direto não se apresentou de forma significativa.

## Referências

Lade, P. V. et al. (1996). Significance of Particle Crushing in Granular Materials. *International Journal of Geotechnical Engineering*, v. 122, n. 4, p. 309-316.

Santos, E. C. G. (2007). Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.