

## ESTUDO DA ESTABILIZAÇÃO DE MISTURAS DE SOLO E RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) ATRAVÉS DA ADIÇÃO DE CIMENTO PORTLAND PARA O EMPREGO EM CAMADAS DE PAVIMENTAÇÃO

Rafaela Chagas Rudnick (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Juliana Azoia Lukiantchuki (Orientador), e-mail: jazoia@yahoo.com.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR

### Engenharia Civil / Geotécnica

**Palavras-chave:** Resíduo de construção civil, estabilização química, resistência à compressão simples.

### Resumo

Este projeto de pesquisa tem como finalidade estudar a estabilização em camadas de solo e resíduos de construção civil (RCC) para fins de pavimentação. Isto porque, muitas vezes, o solo natural não apresenta as características necessárias ao seu uso. Desta forma, podem ser utilizados outros materiais visando melhorar as suas propriedades, sobretudo de resistência. Desta forma, neste projeto de pesquisa foi estudado o comportamento de uma mistura de solo com RCC e cimento Portland. O cimento é um aditivo amplamente utilizado para a estabilização de solos. O emprego de resíduos da construção civil (RCC) se apresenta como uma excelente solução do ponto de vista técnico e sustentável, sendo que diversas pesquisas têm demonstrado o grande potencial dos RCC aplicados em obras de pavimentação. O estudo proposto foi conduzido utilizando o solo da cidade de Maringá (PR) e amostras de resíduos de construção civil coletados na cidade de Arapongas (PR). O comportamento das matrizes de solo, resíduo e cimento foi analisado através de ensaios de resistência à compressão simples ao longo do tempo. Os resultados indicaram que a matriz de solo com resíduo apresentou valores de resistência superiores àqueles obtidos para a matriz de solo puro.

### 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. Santos (2007) destaca que dentre as indústrias que degradam o meio ambiente, seja ele urbano ou industrial, a indústria da construção civil destaca-se por ser responsável por números entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade.

Nas últimas décadas, tornou-se crescente o interesse de pesquisas relacionadas à aplicação dos resíduos de construção e demolição na construção civil. Resultados de trabalhos de Santos (2007; 2011) indicaram que o RCC apresentou baixos coeficientes de variação nos resultados de caracterização, excelentes propriedades de resistência e comportamento mecânico adequado justificando a sua utilização

como material de aterro em estruturas de solo reforçado. Desta forma, observa-se que os resíduos de construção e demolição possuem um alto potencial de emprego em obras da construção civil.

Este trabalho de pesquisa teve como objetivo apresentar um estudo da estabilização de mistura de solo e resíduos de construção civil, através da adição de cimento Portland, a fim de serem empregados como material de base e/ou sub-base de pavimentação. O comportamento das matrizes foi analisado através de ensaios de resistência à compressão simples visando estabelecer as melhores misturas do ponto de vista técnico e econômico.

## **Materiais e métodos**

### *Materiais*

O solo utilizado foi coletado no município de Maringá, na Universidade Estadual de Maringá (UEM), próximo a pista de atletismo nas dependências da universidade. Devido à localização da cidade, o solo pode ser classificado como Latossolo (EMBRAPA, 1999), do tipo Latossolo Vermelho distroférico, com textura argilosa e coloração marrom avermelhada.

O RCC foi coletado na Usina Nova Obra, localizada na cidade de Arapongas (PR), sendo composto por resíduos de cerâmica e elementos de concreto.

As misturas foram estabelecidas em proporções de 50% de solo e 50% de resíduo, sendo as mesmas determinadas em termos de massa seca. O cimento (CP II-Z-32, da marca Votorantim) foi adicionado à mistura em proporções de 4%, 6% e 8%.

### *Métodos*

Inicialmente, foram realizados os ensaios de caracterização geotécnica para o solo natural, o RCC e a mistura. Os ensaios realizados foram: massa específica dos sólidos, limites de consistência e análise granulométrica. Adicionalmente, foi realizado o ensaio de dosagem físico-química para estabelecer a porcentagem mínima de cimento necessária no processo de estabilização dos materiais.

Posteriormente, foi realizado o ensaio de compactação na energia normal e com os parâmetros de compactação foi realizada a moldagem dos corpos de prova. Foram moldados 4 corpos de prova para cada um dos teores de cimento e tempo de cura (7, 14, 21 e 28 dias). Após o período de cura, os corpos de prova foram colocados em imersão por um período de 24 horas e, posteriormente, foi realizado o ensaio de resistência à compressão simples.

## **Resultados e Discussão**

Em relação à massa específica dos sólidos, os valores obtidos foram de: 3,24 g/cm<sup>3</sup> para o solo; 2,77 g/cm<sup>3</sup> para o RCC; e 2,93 g/cm<sup>3</sup> para a mistura de 50% solo e 50% RCC. Os resultados se apresentaram coerentes, uma vez que o solo possui grande concentração de óxidos de ferro na sua composição. Desta forma, justificam-se os valores mais elevados para o solo e a mistura.

O solo apresentou comportamento plástico enquanto o resíduo apresentou comportamento não plástico. Os resultados também são coerentes, uma vez que o solo possui elevado teor de argila na sua composição, enquanto o resíduo apresenta comportamento mais granular.

A composição granulométrica dos materiais é apresentada na Figura 1, onde se observa que o solo natural tem composição predominante de argila, enquanto o resíduo apresenta composição arenosa. Já a mistura dos dois materiais pode ser considerada como um material areno-siltoso.

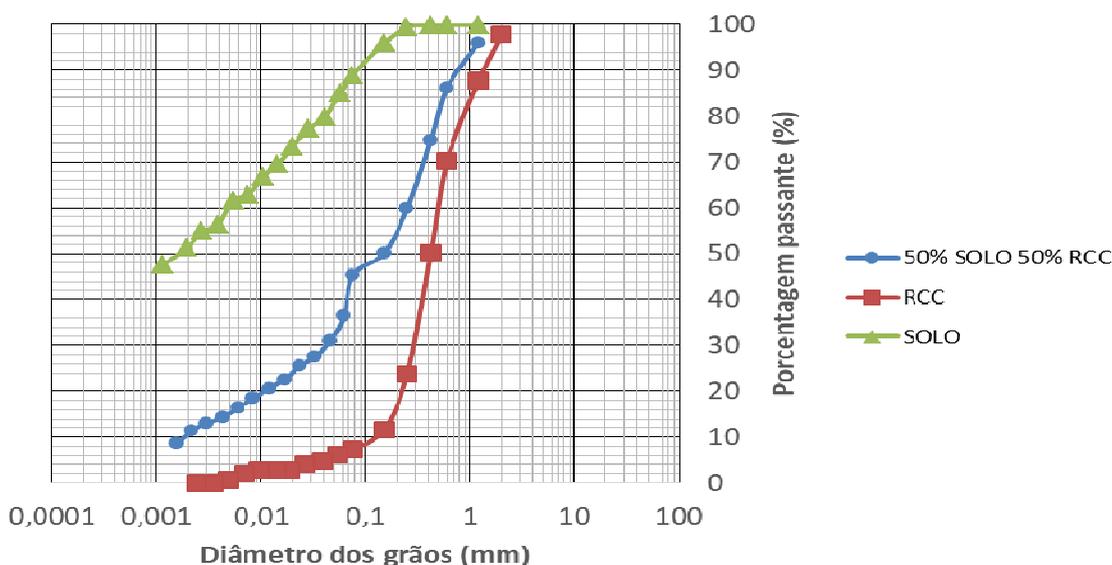


Figura 1 – Curvas granulométricas dos materiais

O ensaio de dosagem físico química indicou que para o RCC seria necessário um teor mínimo de 12% para estabilizar o material, sendo que para o solo e a mistura, precisaria de 10%. Entretanto, para os ensaios posteriores de resistência, optou-se pela utilização de 4%, 6% e 8% de cimento em massa. Isto porque se considerou que a presença de concreto no RCC pode afetar o emprego do método para este material.

A Figura 2 indica as curvas de resistência à compressão simples ao longo do tempo para os materiais analisados. Os resultados indicaram que para todos os teores de cimento e tempo de cura, a mistura apresentou valores bastante superiores.

Observou-se que para o solo natural, os valores de resistência não variaram muito ao longo do tempo. Isto se deve ao fato do solo ser argiloso e, possivelmente, o cimento não reage o suficiente para promover ganhos significativos de resistência. Neste caso, seria preciso aumentar o teor de cimento, inviabilizando o uso deste solo.

No caso da mistura, os resultados indicaram que para 6% e 8% de cimento, a resistência aumenta com o tempo de cura, tendendo a estabilizar a partir de 14 dias para 6% de cimento e 21 dias para 8% de cimento.

Os resultados são promissores, uma vez que indicam que substituir parte do solo por RCC proporcionam aumento de resistência.

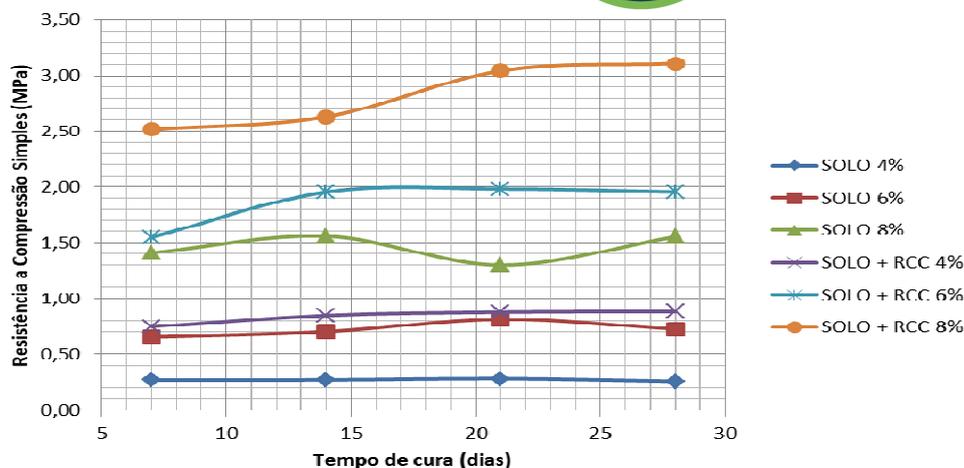


Figura 2 – Resistência a Compressão Simples em função do tempo de cura

## Conclusões

Os resultados apresentados neste projeto de pesquisa são satisfatórios, uma vez que a substituição parcial do solo proporcionou uma mistura com plasticidade inferior, com menor teor de argila e, conseqüentemente, com maiores valores de resistência à compressão simples para as mesmas condições avaliadas.

## Agradecimentos

À Universidade Estadual de Maringá pela infraestrutura para a realização desta pesquisa e pela concessão da bolsa de iniciação científica.

## Referências

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (1999). Rio de Janeiro. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa Produção de Informação & Embrapa Solos, Brasília, 412 p.

GUTIERREZ, N. H. M (2005). **Influência de aspectos estruturais no colapso de solos do norte do Paraná**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 311p.

SANTOS, E. C.G.(2007). **Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solos reforçado**. Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Departamento de Geotecnia, São Carlos, 168.

SANTOS, E. C.G.(2011). **Avaliação experimental de muros reforçados executados com resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) e solo fino**. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, 214p.