

**SOLO – CIMENTO PLÁSTICO COM AGREGADO RECICLADO DE CONCRETO.** Diogo Enrrico Ortelan Miranda, Antonio Anderson S. Segantini, André Francisco Machado. – Engenharia Civil – Departamento de Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Campus Ilha Solteira.

O solo-cimento plástico, desde 1994, tem sido objeto de pesquisas na UNESP em Ilha Solteira-SP, nas quais se tem investigado a sua aplicação em estacas moldadas *in loco*. Em trabalhos anteriores, visando definir a sua dosagem, Segantini (2000) constatou a necessidade de se trabalhar com 14% de cimento em relação à massa de solo. Quanto a trabalhabilidade, visando a homogeneização em betoneira, houve necessidade de se trabalhar com teor de umidade igual ou superior de 27%. Os resultados obtidos mostraram que o material é viável tecnicamente para a aplicação proposta, mas o aumento da resistência em função do tempo ocorria de forma lenta. Outro aspecto observado foi à necessidade de se utilizar um elevado fator água/cimento (A/C) de modo a possibilitar a homogeneização em betoneira. Desta forma, concluiu-se que o material precisaria ser melhorado, sobretudo com relação ao fator A/C. Assim, neste trabalho, procurou-se estudar a influência da adição de resíduos de construção juntamente com um aditivo plastificante em sua composição. Por tratar-se de um resíduo comum nos entulhos da cidade de Ilha Solteira, neste trabalho foi utilizado o agregado reciclado de concreto (ARC). Quanto ao aditivo, utilizou-se um hiperplastificante à base de policarboxilato. O solo-cimento plástico foi confeccionado em betoneira, empregando-se três teores de cimento CP V ARI (10%, 15% e 20%) e 2% de aditivo em relação à massa de cimento. Foram confeccionadas misturas com 0%, 20%, 40% e 60% de ARC em relação à massa do solo. Utilizou-se o solo arenoso fino de Ilha Solteira, pois se trata de um solo típico da região oeste do Estado de São Paulo e também de outras regiões no Centro Sul do Brasil.

Após a coleta, efetuada em caçambas coletoras de entulho, os resíduos foram processados em um triturador específico para essa finalidade e peneirados de modo a se obter agregados com partículas de diâmetros inferiores a 4,8 mm. Observa-se, na Figura 1, uma amostra do resíduo triturado. A adição de água foi feita de modo a se obter abatimentos de 100 mm + 10 mm no tronco de cone, determinando-se, em seguida, o teor de umidade correspondente.



Figura 1. Agregado reciclado de concreto.

Executou-se, para cada dosagem, o ensaio de retração sugerido pelo CEPED (1999). Embora seja um ensaio bastante simples e empírico, a sua realização permitiu a obtenção de resultados interessantes, propiciando uma análise qualitativa da retração inicial na secagem. Por se tratar de um ensaio não padronizado, alguns cuidados adicionais foram tomados, como controle da consistência da massa, do teor de umidade e do peso da mistura, visando assim eliminar possíveis variações que pudessem comprometer o comportamento das misturas no que tange a retração linear. Na Tabela 1 são apresentados os valores obtidos nos ensaios de retração linear.

Tabela 1. Resultados dos ensaios de retração linear.

| Misturas          | Retração (mm) |
|-------------------|---------------|
| Solo natural      | 26            |
| Solo + 20% de ARC | 14            |
| Solo + 40% de ARC | 6             |
| Solo + 60% de ARC | 5,7           |

Observa-se, na Tabela 1, que houve redução substancial nos valores de retração linear das composições em estudo. Os ensaios foram realizados segundo o método proposto pelo CEPED (1999).

Na Tabela 2 são apresentados os valores obtidos para o teor de umidade e para o fator A/C nas misturas com 60% de ARC e também os obtidos por Segantini (2000) com o solo-cimento plástico sem adição de ARC.

Tabela 2 – Teor de umidade e fator A/C do solo-cimento plástico

| Dosagem                      | Teor de umidade (%) | Fator A/C |
|------------------------------|---------------------|-----------|
| Segantini (2000)             | 27                  | 2,0       |
| Solo + 60% ARC + 10% Cimento | 23                  | 1,9       |
| Solo + 60% ARC + 15% Cimento | 22,5                | 1,3       |
| Solo + 60% ARC + 20% Cimento | 22,0                | 1,2       |

Observa-se, nas informações da Tabela 2, que houve redução da umidade necessária para se obter o abatimento de 100 mm  $\pm$  10 mm no tronco de cone, propiciando redução substancial no fator A/C. Ressalta-se que para obter esse mesmo abatimento, utilizando o mesmo solo, Segantini (2000) necessitou de 27% de umidade, resultando num fator A/C igual a 2. Na dosagem com 15% de cimento e 60% de ARC foi necessário utilizar 22,5% de umidade, o que resultou num fator A/C igual a 1,3. Assim, a redução do fator A/C foi de 65%.

A determinação da distribuição granulométrica foi realizada de acordo com a NBR-7181 (Solo – Determinação da distribuição granulométrica), através da combinação da análise de sedimentação e peneiramento. Na Figura 2 são apresentados os resultados obtidos nos ensaios de análise granulométrica.

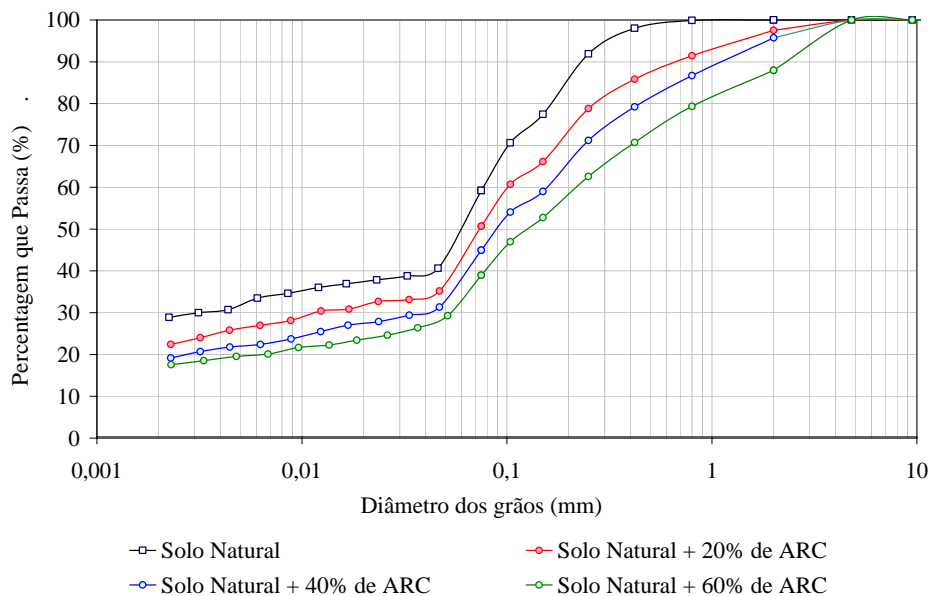


Figura 2. Composição granulométrica das misturas.

A adição dos ARC, conforme se observa na Figura 2, melhorou as características granulométricas do solo, sobretudo a composição com 60% de resíduo. Solos com composição granulométrica semelhante são indicados pelo CEPED (1999) para a confecção de solo-cimento, pois propiciam qualidade e redução no consumo de cimento.

Para os ensaios de compressão simples, adotaram-se as prescrições da NBR-5738 (Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos). Foram moldados corpos-de-prova cilíndricos 10 x 20 cm<sup>2</sup>, os quais foram curados em câmara úmida e ensaiados à compressão simples aos 07, 28, 56, 120 e 240 dias. Nas Figuras 3, 4 e 5 são apresentados os resultados dos ensaios de compressão axial.

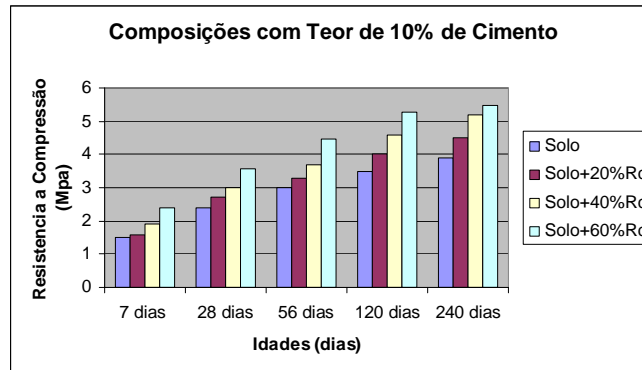


Figura 3. Resistência à compressão das dosagens com 10% de cimento.

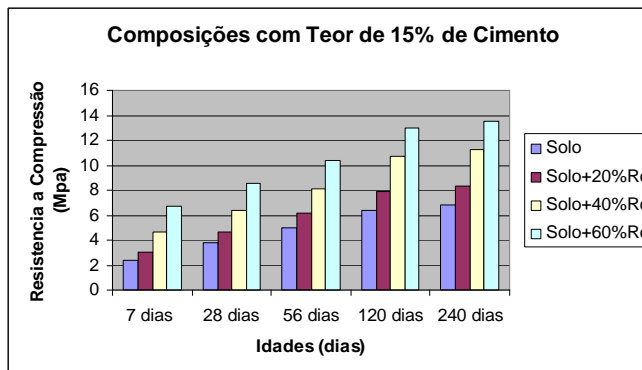


Figura 4. Resistência à compressão das composições com 15% de cimento.

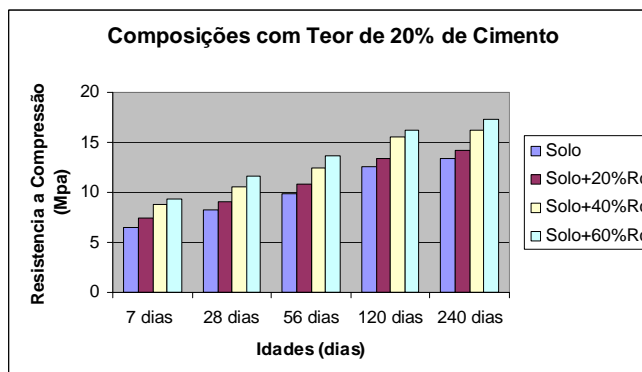


Figura 5. Resistência à compressão das composições com 20% de cimento.

Observou-se boa resposta quanto ao aumento da resistência nas primeiras idades, com estabilização após os 120 dias de cura. A composição com 20% de cimento e 60% de ARC apresentou valores de resistência 53% superiores aos obtidos para esta mesma quantidade de cimento, porém sem adição de ARC. Assim, concluiu-se que a adição dos ARC propiciou melhorias substanciais nas características do solo-cimento plástico, configurando-se, portanto, numa excelente alternativa para o aproveitamento desses resíduos.

**Bolsa:** CNPq

### **Referências Bibliográficas**

AGOPYAN, V. e JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos da construção**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2001. 13p. reciclados. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo-SP.

AIO, D. A. **Estudo da influência do uso do cimento ARI na resistência à compressão simples do solo-cimento plástico**. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15, 2003, Marília-SP. UNESP, 2003. 1 CD-ROM.

ÂNGULO, S. C., JOHN, V.M, Ulsen, C, Kahn, H. **Caracterização de agregados de resíduo de construção e demolição reciclados separados por líquidos densos**. I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Julho 2004, São Paulo.

ÂNGULO, S. C, JOHN, V.M. **Normalização dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados para concretos e a variabilidade**. IX Encontro Nacional do Ambiente Construído, 2002 Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição**. 2000. 155p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR-7181: Solo – **Análise granulométrica**. Rio de Janeiro, 1984, 13p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR-5738: **Concreto – (Procedimento para Moldagem e cura de corpos-de-prova)**, 2003.

CEPED – CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO. **Manual de construção com solo-cimento**. Camaçari: CEPED/ABCP, 1999. 116p.