

## **TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO CONFECCIONADOS COM AGREGADOS RECICLADOS DE CONCRETO.**

João Paulo Nobre da Silva, Antonio Anderson S. Segantini, Patrycia Hanna Wada. – Engenharia Civil – Departamento de Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia Civil – Campus de Ilha Solteira.

O aproveitamento dos resíduos de construção e demolição (RCD) na construção civil é uma alternativa sustentável e visa preservar dos recursos naturais. Em determinadas situações, os RCD podem ser utilizados com vantagens técnicas e redução de custos, como é o caso do seu aproveitamento na confecção do solo-cimento. Objetivou-se, neste trabalho, estudar o aproveitamento dos resíduos de concreto visando a produção de agregados reciclados de concreto (ARC) para a confecção de tijolos de solo-cimento.

Na composição do solo-cimento, o solo é o material que entra em maior proporção, devendo ser selecionado de modo que permita o menor consumo possível de cimento. Segundo o CEPED (1999) o solo ideal deve conter 15% de silte mais argila, 20% de areia fina, 30% de areia grossa e 35% de pedregulho, sendo que os solos arenosos bem graduados e com razoável quantidade de silte mais argila são os mais indicados, pois exigem baixo consumo de cimento.

Os resíduos de construção e demolição (RCD) são constituídos por sobras de materiais de construção, como restos de argamassas e concretos, materiais cerâmicos, metais, plásticos, madeiras, papéis e vidros. Os restos de argamassas, concretos e materiais cerâmicos, encontrados em maior volume, por exemplo, podem ser transformados em agregados para uso em matrizes de concreto ou de solo-cimento, e a grande maioria dos outros resíduos pode ser reciclada.

A necessidade de preservação ambiental e a tendência de escassez dos recursos naturais fazem com que a construção civil adquira novos conceitos e soluções técnicas visando a sustentabilidade de suas atividades. Neste contexto, o aproveitamento dos RCD destaca-se como alternativa alinhada a estes novos conceitos, buscando valorizar os materiais descartados nas obras de engenharia, atribuindo-lhes a condição de material nobre.

Na dosagem do solo-cimento, além do solo natural, foram estudadas composições com 20% de ARC, 40% de ARC e 60% de ARC em relação à massa do solo. Para cada uma dessas composições foram utilizados três teores de cimento - 6%, 8% e 10% - em relação à massa da mistura solo-resíduo. Foram confeccionados tijolos (Figura 1) para a realização de ensaios de compressão simples aos 07, 28, 56, 120 e 240 dias.



Figura 1 – Tijolos de solo-cimento produzidos com ARC.

Os ensaios de caracterização dos materiais componentes do solo-cimento e dos tijolos foram realizados em conformidade com as Normas Brasileiras pertinentes, a seguir descritas:

- NBR 6508 – Determinação da massa específica dos grãos;
- NBR 7181 – Análise granulométrica de solos;

- NBR 7182 – Ensaio de compactação;
- NBR 8491 – Tijolos maciços de solo-cimento e
- NBR 8492 – Tijolo de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão.

Na Tabela 1 são apresentados os valores obtidos no ensaio de compactação.

Tabela 1 – Umidade ótima e massa específica aparente seca máxima.

Traço	Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima (g/cm <sup>3</sup> )
Solo Natural	12,7	1,89
Solo + 6% de cimento	13,0	1,87
Solo + 8% de cimento	13,0	1,88
Solo + 10% de cimento	13,0	1,87
Solo + 6% de cimento + 20% de ARC	12,0	1,91
Solo + 8% de cimento + 20% de ARC	12,3	1,90
Solo + 10% de cimento + 20% de ARC	11,8	1,89
Solo + 6% de cimento + 40% de ARC	11,3	1,98
Solo + 8% de cimento + 40% de ARC	11,2	1,94
Solo + 10% de cimento + 40% de ARC	11,8	1,93
Solo + 6% de cimento + 60% de ARC	11,2	1,94
Solo + 8% de cimento + 60% de ARC	11,5	1,94
Solo + 10% de cimento + 60% de ARC	11,4	1,94

Observa-se que os valores de umidade ótima diminuíram e os de massa específica aparente seca aumentaram em função do acréscimo de ARC. Assim, o material apresenta-se mais compacto, significando que houve uma melhor acomodação interna dos grãos no processo de compactação. A tendência, portanto, é a de se obter materiais mais resistentes e de menor absorção de umidade.

Na tabela 2 são apresentados os resultados obtidos no ensaio de compressão simples.

Tabela 2 – Resistência à compressão dos tijolos.

Traço	Resistência Média (MPa)				
	07 dias	28 dias	56 dias	120dias	240dias
Solo + 6% de cimento	1,6	3,4	4,1	4,7	4,8
Solo + 8% de cimento	2,3	4,2	5,0	6,6	6,8
Solo + 10% de cimento	2,7	5,6	7,3	7,7	8,0
Solo + 6% de cimento + 20% ARC	2,5	3,7	4,2	5,0	5,5
Solo + 8% de cimento + 20% ARC	2,9	4,7	5,3	7,2	7,4
Solo + 10% de cimento + 20% ARC	3,2	5,9	7,4	8,3	8,6
Solo + 6% de cimento + 40% ARC	2,8	4,4	4,9	5,8	6,0
Solo + 8% de cimento + 40% ARC	3,0	5,2	6,2	8,1	8,2
Solo + 10% de cimento + 40% ARC	3,7	6,9	8,1	9,3	9,9
Solo + 6% de cimento + 60% ARC	2,8	4,6	4,9	5,7	6,1
Solo + 8% de cimento + 60% ARC	3,1	5,1	6,4	8,0	8,2
Solo + 10% de cimento + 60% AR	3,9	7,0	8,0	9,8	9,9

A resistência média dos corpos-de-prova com 6% de cimento (sem adição de ARC) aos sete dias não atendeu às prescrições da NBR 8492, que prescreve um valor médio igual ou superior a 2,0 MPa. Observa-se para todas as dosagens que houve aumento da resistência em função do

tempo de cura e também em função do aumento da quantidade de ARC.

A Figura 2 apresenta as curvas obtidas para a resistência média à compressão em função da quantidade de ARC. Nota-se que a adição dos ARC promoveu aumento da resistência à compressão dos tijolos. Contudo, entre 40% e 60% de adição, praticamente não houve aumento, indicando a possibilidade de haver, neste intervalo, um valor ótimo para a incorporação dos ARC. Contudo, fica evidenciada a possibilidade de se aplicar até 60% de ARC sem que haja prejuízo para a resistência do material. Valores de adição superiores a 60% de ARC (em relação à massa do solo) deverão ser estudados em trabalhos futuros para se verificar a possibilidade de redução dos valores de resistência.

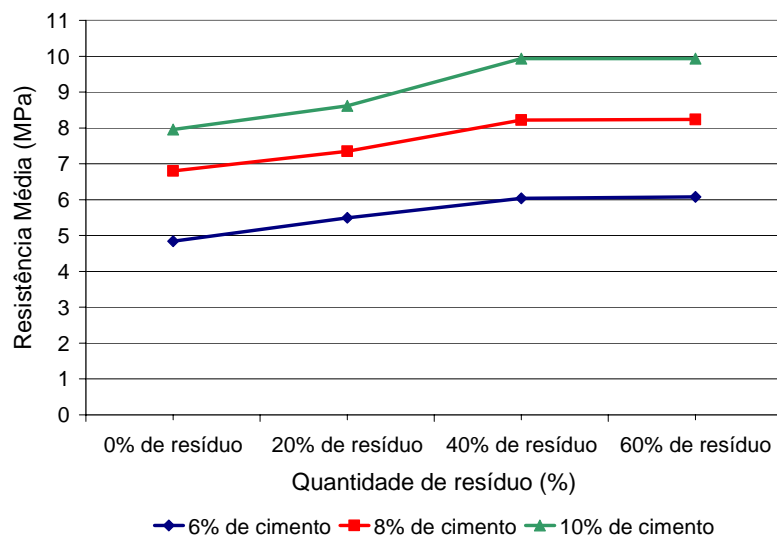


Figura 2 – Resistência à compressão dos tijolos aos 240 dias.

Em vista dos resultados obtidos, concluiu-se que:

- A adição dos resíduos de concreto possibilitou condições técnicas favoráveis para se produzir tijolos prensados de solo-cimento com qualidade e também de se reduzir o consumo de cimento.
- Os tijolos produzidos com o resíduo de concreto em estudo tiveram suas propriedades mecânicas melhoradas e todos atenderam aos requisitos mínimos estabelecidos nas normas brasileiras;
- O aproveitamento dos resíduos de concreto na fabricação de tijolos de solo-cimento pode configurar-se numa prática ecologicamente correta, pois pode contribuir no sentido de reduzir o volume de material descartado na natureza e a exploração dos recursos naturais e assim preservar o meio-ambiente.
- Os resíduos de concreto são uma excelente alternativa para melhorar as características dos solos, visando a sua aplicação na produção do solo-cimento.

### Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6457: Amostra de solo – Preparação para ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986, 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6459: Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984, 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6508: Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 1984, 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7180: Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984, 3p.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7182: Solo – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1986, 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8491: Tijolo maciço de solo-cimento. Rio de Janeiro, 1984, 4p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água. Rio de Janeiro, 1984, 5p.

CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO. CEPED: Manual de Construção com Solo-cimento. Camaçari-BA, 1999, 116p.

**Bolsa: Proex**