

AVALIAÇÃO DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO.

Joelma Aparecida Pereira, Antonio Anderson da Silva Segantini, Rodrigo de Lima Martins. – Engenharia Civil – Departamento de Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia Civil – Campus de Ilha Solteira.

Avaliou-se, neste trabalho, a influência da adição de resíduos de construção e demolição (RCD) nas características físicas e mecânicas de tijolos prensados de solo-cimento. O aproveitamento dos RCD na engenharia é uma prática ambientalmente correta e atrativa, pois possibilita, no caso do solo-cimento, redução de custos e melhoria a qualidade do produto final.

Segundo Oliveira (2002), quando se analisa o material descartado nas construções, apesar de sua heterogeneidade, observa-se na sua quase totalidade a existência de componentes de alto valor agregado e de boa resistência mecânica, tais como areias, pedras-britadas, concretos e argamassas endurecidas, tijolos e cacos cerâmicos. Todos esses materiais são potenciais matérias-primas para uso na construção. Portanto, os materiais descartados pelas obras de construção civil gerados em uma cidade são considerados verdadeiras jazidas de matéria-prima passíveis de serem exploradas.

O objetivo deste trabalho é estudar o aproveitamento dos RCD em tijolos prensados de solo-cimento, a fim de fabricar tijolos de melhor qualidade com menor custo, reduzir o volume de material descartado na natureza e possibilitar a redução da exploração dos recursos naturais, preservando o meio-ambiente.

Utilizando o solo arenoso fino de Ilha Solteira foram estudadas dosagens com solo sem RCD, solo com 20% de RCD e solo com 40% de RCD em relação à massa de 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 para a realização de ensaios de compressão e absorção aos 07, 28, 56 e 120 dias (NBR 8492). A cura dos tijolos foi efetuada em câmara úmida. Foram também realizados ensaios para a determinação dos limites de consistência (NBR 6459 e NBR 7180), análise granulométrica do solo e das composições com RCD (NBR 7181), compactação (NBR 6457), e retração linear (CEPED, 1999). Os tijolos foram confeccionados em conformidade com a NBR 8491.

Apresenta-se na Tabela 1 os valores obtidos para os limites de consistência.

Tabela 1. Limites de consistência.

Material	Limite de liquidez (%)	Limite de plasticidade (%)	Índice de plasticidade (%)
Solo Natural	27,7	18,3	9,4
Solo + 20% RCD	20,9	16,2	4,7
Solo + 40% RCD	20,8	16,6	4,2

Observa-se que o limite de liquidez e o limite de plasticidade diminuíram em função do aumento de resíduo adicionado ao solo. Estes resultados são positivos e poderão ser decisivos para a melhoria da qualidade do produto final.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos no ensaio de análise granulométrica do solo, das composições com RCD e também do próprio RCD.

Tabela 2. Composições granulométricas do solo, das composições e do RCD.

Misturas	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina (%)	Areia Média (%)	Areia Grossa (%)
A	21,8	20,2	57,7	0	0,0
B	21,5	13,6	55,5	7,7	1,7
C	18,0	12,5	55,3	11,2	3,0
RCD	0,7	7,3	52,7	30,3	9,0

Obs.: A = Solo natural; B= solo + 20% de RCD; e C = solo + 40% de RCD.

Nota-se, pela composição granulométrica do RCD, que se trata de um excelente material para corrigir a granulometria do solo, de modo a torná-lo mais arenoso e propício à confecção dos tijolos.

Apresentam-se, na Tabela 3, os resultados obtidos no ensaio de compactação.

Tabela 2. Umidade ótima e massa específica aparente seca máxima.

Traço	Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima (g/cm ³)
Solo natural	12,7	1,87
A + 6% de cimento	13,0	1,87
A + 8% de cimento	13,0	1,88
A + 10% de cimento	13,0	1,89
B + 6% C de cimento	12,8	1,85
B + 8% de cimento	12,3	1,87
B + 10% de cimento	12,3	1,86
C + 6% de cimento	12,7	1,88
C + 8% de cimento	12,8	1,87
C + 10% de cimento	12,4	1,88

Obs.: A = Solo natural; B= solo + 20% de RCD; e C = solo + 40% de RCD.

Observa-se que os valores de umidade ótima sofrem uma pequena redução em função do incremento do RCD. Nota-se que a massa específica aparente seca máxima aumenta em função do aumento da quantidade de resíduo e de cimento incorporados ao solo. O material apresenta-se mais compacto e isto terá influência positiva na resistência à compressão simples, na absorção de umidade e na impermeabilidade do material.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados obtidos no ensaio de retração linear.

Tabela 4. Retração linear.

Traço	Retração Linear (mm)
Solo natural	26
Solo + 20% RCD	9
Solo + 40% RCD	6

O ensaio realizado com o solo sem adição de RCD apresentou uma fenda central e retração de 26 mm, superior ao limite recomendado, que é de 20 mm. Nota-se que os valores diminuíram consideravelmente com o acréscimo do RCD, podendo significar uma tendência de redução da retração por secagem, sendo este aspecto importante para o comportamento das alvenarias de tijolos.

Na Tabela 5 são apresentados os valores obtidos no ensaio de absorção dos tijolos. O ensaio foi realizado de acordo com a NBR-8492, em que os tijolos são secos em estufa até a constância de massa, retirados e pesados frios. Em seguida, são imersos por 24 horas em água, de onde são retirados para nova pesagem e cálculo dos respectivos valores de absorção.

Tabela 5. Absorção dos tijolos aos 7 dias

Traço	Absorção (%)
A + 6% de cimento	17,5
A + 8% de cimento	17,2
A + 10% de cimento	17,0
B + 6% de cimento	15,2
B + 8% de cimento	14,9
B + 10% de cimento	15,0
C + 6% de cimento	14,9
C + 8% de cimento	14,8
C + 10% de cimento	14,9

Obs.: A = Solo natural; B= solo + 20% de RCD; e C = solo + 40% de RCD.

De acordo com a normalização brasileira, a absorção dos tijolos deve ser inferior a 20%. Nota-se na Tabela 5, que embora próximos dos 20% requeridos pela norma, os traços estudados atenderam a este quesito. Contudo, ficou bastante evidente que a adição dos RCD proporcionou melhorias substanciais na absorção dos tijolos. A absorção encontrada para os tijolos com 6% de cimento, sem RCD, foi de 17,5%, enquanto que para os com 40% de RCD foi de 14,9%. Portanto, o RCD propiciou uma margem de segurança extra e maior confiabilidade para o atendimento da recomendação da norma. Na tabela 6 são apresentados os resultados obtidos nos ensaios de compressão. A Figura 1 apresenta o gráfico de resistência média em função da idade de cura.

Tabela 6. Resistência à compressão.

Traço	Resistência Média (MPa)			
	07 dias	28 dias	56 dias	120 dias
A + 6% de cimento	1,6	3,4	4,1	4,7
A + 8% de cimento	2,3	4,2	5	5,6
A + 10% de cimento	2,7	5,6	7,3	7,7
B + 6% de cimento	2,8	4,1	4,3	4,3
B + 8% de cimento	3,2	5,2	5,8	6,3
B + 10% de cimento	3,6	6,2	7,7	7,7
C + 6% de cimento	3,0	4,6	4,6	4,9
C + 8% de cimento	3,2	5,6	6,0	6,0
C + 10% de cimento	3,4	6,9	7,8	7,8

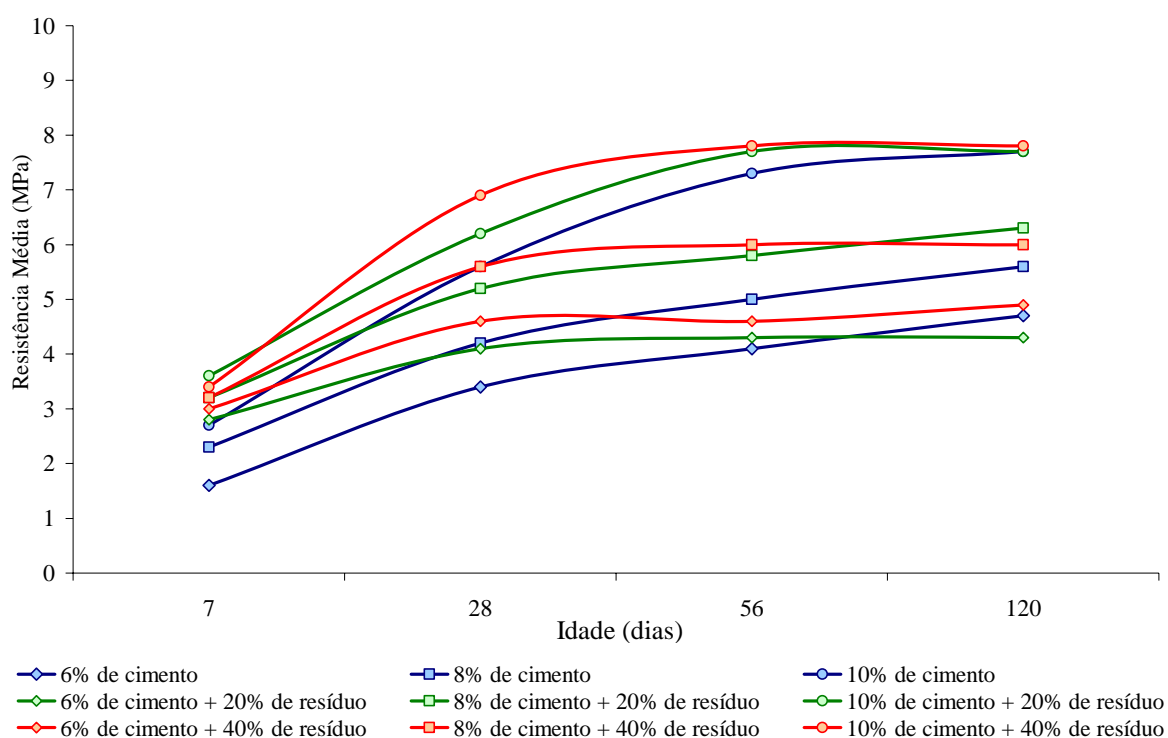


Figura 1 – Resistência à compressão dos tijolos

As curvas mostradas na Figura 1 mostram que a adição dos RCD influiu de maneira positiva para o aumento na resistência dos tijolos. Nota-se que houve aumento da resistência até a idade de 28 dias, com tendência de estabilização a partir desta idade. A resistência obtida para os tijolos sem RCD, com

10% de cimento, foi de 5,6 MPa aos 28 dias, enquanto que para os com 40% de RCD foi de 6,9 MPa. Ou seja, a adição do RCD promoveu um acréscimo de quase 25% na resistência dos tijolos.

Os tijolos produzidos com o RCD em estudo tiveram suas propriedades mecânicas melhoradas e todos atenderam aos requisitos mínimos estabelecidos nas normas brasileiras. A adição dos RCD, portanto, possibilitou condições técnicas favoráveis para se produzir tijolos prensados de solo-cimento com qualidade e configura-se como uma excelente alternativa para o aproveitamento desses resíduos.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**: amostra de solo: preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986. 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**: solo: determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **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. **NBR 7180**: solo: determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: solo: análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984. 13p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7182**: solo: ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1986. 10p.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **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.

OLIVEIRA, M. J. E. **Materiais descartados pelas obras de construção civil**: estudo dos resíduos de concreto para reciclagem. Rio Claro, 2002. 191 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP, 2002.

Bolsa: FAPESP