

OBTENÇÃO DE TIJOLO ECOLÓGICO A PARTIR DA REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE PÓ DE MADEIRA

M. A. Diniz ; S. K. J. Marques; M. R. Diniz Junior

IFRN – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RN

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Rua Senador Salgado Filho, 1559 – Tirol, Natal RN, CEP 59015-000

marcusalexandrediniz@hotmail.com

RESUMO

Os resíduos sólidos aumentam assustadoramente com o crescente avanço tecnológico, de maneira a levar o homem a uma busca incansável por técnicas de reciclagem de modo a diminuição da emissão no ambiente. O presente trabalho consiste no estudo das características e propriedades tecnológicas de tijolos solo-cimento formulados a partir de misturas ternárias de cimento Portland, areia e água, com adição de pó de madeira, que poderão ser utilizados pela indústria, com o intuito de melhoria de desempenho e diminuição do custo de produção. Esses elementos, após pequeno período de cura, garantem resistência à compressão simples, similar à dos tijolos maciços e blocos cerâmicos, sendo a resistência tanto mais elevada quanto maior for à quantidade de cimento empregada. A avaliação dos tijolos confeccionados foi feita utilizando-se ensaios de compressão simples, perda de massa por imersão e absorção de água. Os resultados experimentais comprovaram a eficiência e o potencial de utilização do resíduo.

Palavras-chave: solo-cimento, resíduos de estação de tratamento, resistência, ensaios tecnológicos.

INTRODUÇÃO

A primeira aplicação conhecida do solo-cimento para edificação residencial é datada de aproximadamente 10.000 anos, na construção da Cidade de Jericó, que foi totalmente construída com solo (porém o estabilizante utilizado era urina animal e dejetos vegetais) (ABIKO, 1995).

Quando ao solo se adiciona cimento Portland comum o material de construção resultante é denominado solo-cimento e segundo Neves (2000) solo-cimento é uma mistura de solo, cimento e água que, quando compactada, adquire a resistência mecânica e a durabilidade necessárias para fins de construção. O solo-cimento é um material de construção bastante antigo e encontra as suas raízes em modificações de um outro material ainda mais antigo, o solo-cinza.

Ao se adicionar cimento ao solo obtém-se um material que não sofre grandes variações volumétricas pela absorção e perda de umidade, não se deteriora completamente quando submerso em água, além de apresentar elevada resistência a compressão e durabilidade por apresentar uma menor permeabilidade (GRANDE, 2003).

Obtém-se solo-cimento pela mistura de solo, pulverizado e umedecido na umidade ótima de compactação, com 7 a 14% de cimento Portland em relação ao volume de solo compactado (VARGAS, 1977).

No Brasil o solo-cimento era utilizado na execução de bases rodoviárias, sendo as pesquisas voltadas para este fim. Em 1948, entretanto, a Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, propondo um outro uso para este material, publicou seu boletim nº 54 – Casas de paredes de Solo-cimento – no qual, motivada pelo êxito obtido em algumas experiências, propõe a utilização desse material na construção de paredes monolíticas (NEVES, 1978).

Todavia, o primeiro registro oficial do seu uso em edificações no Brasil é na construção, concluída no ano de 1948, da sede da Fazenda Inglesa, no município de Petrópolis – RJ (CONCIANI; OLIVEIRA, 1992).

O solo-cimento é um material alternativo de baixo custo, obtido pela mistura de solo, cimento e um pouco de água, em proporções adequadas. No início, essa mistura parece uma “farofa” úmida e que, após compactação e cura, ela endurece e com o tempo ganha consistência e durabilidade suficiente para diversas aplicações no meio rural e urbano.

A incorporação de resíduos em tijolos de solo-ecológico já vem sendo utilizada em pesquisas científicas, e tem trazido resultados positivos, tanto em termos de características tecnológicas, quanto em termos de preservação ambiental.

Dessa forma, baseado neste panorama, o reaproveitamento de resíduos, significa tanto uma redução financeira de custos como a perspectiva de crescimento industrial sustentável, implicando em melhores condições da qualidade de vida para uma faixa econômica da sociedade.

Este trabalho utiliza o pó de madeira, na incorporação de tijolos solo-cimento. Os resultados experimentais comprovaram a eficiência da adição do resíduo, tornando o tijolo de solo-cimento-resíduo um produto sustentável e viável economicamente.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido através de várias etapas: seleção de matéria prima, mistura e homogeneização, compactação, cura e caracterização.

Seleção de matéria prima

Para a realização deste trabalho, foram utilizadas amostras de solo do município de São José do Mipibú/RN, cimento portland e resíduo de pó de serra.

Mistura e homogeneização

Os constituintes dos corpos-de-prova, solo, cimento e resíduo foram separados após a pesagem, para posterior conformação. A mistura dos componentes da argamassa foi realizada manualmente, colocando-se num recipiente o cimento para, antes de qualquer coisa, desfazer manualmente pequenos torrões presentes nesse material. Posteriormente foi colocado o solo (nas formulações que possuía esse constituinte), para logo ser adicionado o resíduo, sendo realizada uma rigorosa homogeneização manual até o produto final adquirir coloração uniforme, após essa etapa foi gradualmente inserida água potável e realizada nova homogeneização. A mistura foi transferida do recipiente onde foi realizada a homogeneização para a matriz de conformação, o molde da prensa, é que dá forma ao elemento, que logo após a prensagem é expelido pela mesma.

Caracterização

Ao término da conformação dos corpos-de-prova, os elementos foram colocados sobre uma superfície plana, após 06 (seis) horas da moldagem, e durante os 07 (sete) primeiros dias, os elementos foram mantidos úmidos por meio de sucessivas molhagens (a cada 02 horas) com borrifador, a fim de garantir a cura necessária.

Após o processo de cura os tijolos foram submetidos aos seguintes ensaios de caracterização: Perda de massa por imersão, absorção de água e resistência a compressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resistência dos corpos de prova

A Tabela 1 apresenta a dosagem seguida da resistência média em função da quantidade de resíduo. Nota-se que a resistência dos tijolos diminui em função do aumento da quantidade de resíduo (pó de serra), a medida que o percentual de resíduo é reduzido e incorporado o solo a resistência sofre um acréscimo.

Conforme pode ser observado na Tabela 1 a seguir, a resistência média dos tijolos, sem e com adição de resíduos (20% e 30%) em ensaio realizado após 15 dias de cura dos corpos-de-prova, atendeu às prescrições da NBR 8492. Esta norma prescreve um valor médio maior ou igual a 2,0 MPa aos sete dias.

TABELA 1: Resistência dos corpos de prova

Dosagem	Resistência a compressão	Desvio Padrão
Solo + 14% Cimento	4,34 MPa	± 0,04
Resíduo (pó de serra) + 14% Cimento	____ MPa	± 0,02
Solo + 14% Cimento + 50% resíduo	1,37 MPa	± 0,06
Solo + 14% Cimento + 40% resíduo	1,49 MPa	± 0,02
Solo + 14% Cimento + 30% resíduo	2,24 MPa	± 0,04
Solo + 14% Cimento + 20% resíduo	2,39 MPa	± 0,05

PERDA DE MASSA POR IMERSÃO

Foram seguidas as diretrizes do ME 26 – IPT/BNH – Determinação de perda de massa por molhagem e secagem de tijolos solo-cimento – Método de ensaio. Conforme mostrado na tabela 2 os tijolos apresentaram uma perda de massa bem maior do que os dos padrões especificados na norma, que atribui uma perda de massa para o tijolo de solo-cimento até 5%. Sendo a amostra com percentual de 20% de resíduo o que vem a atender a Norma.

Foi observado que os tijolos moldados com o teor máximo de resíduo obteve uma maior perda de massa acentuada e a medida que o resíduo é aumentado na formulação da massa o tijolo apresenta uma maior perda de massa.

Tabela 2 – Ensaio de Perda de Massa por Imersão.

Dosagem	PMI (%)	Desvio
Padrão		
Solo + 14% Cimento	4,5	± 0,10
Resíduo (Pó de serra)+ 14% Cimento	18,9	± 0,10
Solo + 14% Cimento + 50% resíduo	8,9	± 0,07
Solo + 14% Cimento + 40% resíduo	7,3	± 0,09
Solo + 14% Cimento + 30% resíduo	6,7	± 0,07
Solo + 14% Cimento + 20% resíduo	4,8	± 0,07

ABSORÇÃO DE ÁGUA

O ensaio foi realizado de acordo com a NBR-8492 onde os tijolos são secos em estufa até a constância de massa, retirados e pesados. Em seguida, são imersos por 24 horas em água, de onde são retirados para nova pesagem e cálculo dos respectivos valores de absorção. Verificou-se que tanto o traço puro (solo-cimento) quanto amostra com 20% de resíduo atendem a NBR 8492, que prescreve absorção máxima de 20%. Nota-se acréscimos nos valores de absorção conforme se adiciona

maiores quantidades de resíduo (Tabela 3). Quanto maior a quantidade de resíduo maior foi a absorção de água.

Tabela 3 – Ensaio de Absorção de água dos corpos-de-prova moldados.

Dosagem	Absorção de Água (%)	Desvio Padrão
Solo + 14% Cimento	16,2	± 0,3
Resíduo de Perfuração + 14% Cimento	35,0	± 0,3
Solo + 14% Cimento + 50% resíduo	28,7	± 0,3
Solo + 14% Cimento + 40% resíduo	27,6	± 0,4
Solo + 14% Cimento + 30% resíduo	21,7	± 0,3
Solo + 14% Cimento + 20% resíduo	19,6	± 0,3

CONCLUSÃO

Após análise e discussão dos resultados obtidos nos ensaios realizados, conclui-se que:

- Os valores de resistência dos corpos de prova diminuem na proporção em que o resíduo é adicionado.
- Os valores de perda de massa por imersão e absorção de água dos corpos de prova aumentaram com a adição de resíduo.
- A incorporação do resíduo (pó de madeira), em proporções de 20%, na fabricação de tijolos de solo-cimento atenderam as exigências da Norma, demonstrando ser tecnicamente sustentável e viável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6457: Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.** Método de ensaio. São Paulo, 1986. 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6459: Solo - Determinação do limite de liquidez.** Método de ensaio. São Paulo, 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.** Método de ensaio. São Paulo, 1984. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7180: Solo - Determinação do limite de plasticidade.** Método de ensaio. São Paulo, 1984. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7181: Solo – Análise granulométrica.** Método de ensaio. São Paulo, 1984. 15p.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão.** Rio de Janeiro, RJ, 1996. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8491: Tijolo maciço de solo-cimento.** Especificação. Rio de Janeiro, RJ, 1994. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água.** Método de ensaio. Rio de Janeiro, RJ, 1984. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10833: Fabricação de tijolo maciço e bloco vazado de solo-cimento com utilização de prensa hidráulica.** Procedimento. Rio de Janeiro, RJ, 1989. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10834: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural.** Especificação. Rio de Janeiro, RJ, 1994. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10835: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Forma e dimensões.** Padronização. Rio de Janeiro, RJ, 1994. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10836: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Determinação da resistência à compressão e da absorção de água.** Método de ensaio. Rio de Janeiro, RJ, 1994. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 11798: Materiais para sub-base ou base de solo-cimento.** Especificação. Rio de Janeiro, RJ, 1990. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12023: Solo-cimento – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, RJ, 1990. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5732: Cimento Portland Comum. Rio de Janeiro, RJ, 1991. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 11578: Cimento Portland Composto. Rio de Janeiro, RJ, 1991. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5735: Cimento Portland de Alto Forno. Rio de Janeiro, RJ, 1991. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5736: Cimento Portland de Alta Resistência Inicial. Rio de Janeiro, RJ, 1991. 5p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5733: Cimento Portland de Alto Forno. Rio de Janeiro, RJ, 1991. 5p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5737: Cimento Portland de Alta Resistência a Sulfatos. Rio de Janeiro, RJ, 1991. 5p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 13116: Cimento Portland de Baixo Calor de Hidratação . Rio de Janeiro, RJ, 1991. 5p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Evolução das Pesquisas de Laboratório de Solo-Cimento. PINTO, Carlos de Souza. São Paulo, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Boletim Técnico 109. Aplicação de Solo-Cimento em Pequenas Áreas Urbanas. TEIXEIRA, Fernando José. São Paulo, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Boletim Técnico 112 - Fabricação de Tijolos e Blocos de Solo-Cimento com a utilização de Prensas Hidráulicas. São Paulo, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Boletim Técnico 112 - Fabricação de Tijolos e Blocos de Solo-Cimento com a utilização de Prensas Manuais. São Paulo, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Estudo Técnico 35 Dosagem das Misturas de Solo-Cimento - Normas de Dosagem. São Paulo, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Curso intensivo de solo-cimento. São Paulo, 1979. p. ilustr.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Curso intensivo de solo-cimento normas de dosagem e métodos de ensaio. São Paulo, 1979. p. ilustr.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. Guia básico de utilização do cimento portland. BT-106, 7ª Edição. 2002, São Paulo. 28 p.

AGOPYAN, V. et al. **Alternativas para redução de desperdício de materiais nos canteiros de obras**. São Paulo, FINEP, ITQC, Escola Politécnica da USP, 1998

ALVES, M. R. F. V.; HOLANDA, J. N. F.. Reciclagem de Borra Oleosa através de Incorporação em Blocos Cerâmicos de Vedação. *Cerâmica Industrial*, São Paulo, v. 10, n. 3, 2005.

ANGULO, S. C. et al. **Desenvolvimento de novos mercados para a reciclagem massiva de RCD**. In: Seminário de Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, 5, 2002, São Paulo. Anais: São Paulo: IBRACON/IPEN. 2002.

CAPUTO, Homero Pinto, **Mecânica dos Solos e suas aplicações**: v. 1. 6. Ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1987.

CAPUTO, Homero Pinto, **Mecânica dos Solos e suas aplicações**: v. 2. 6. Ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1988.

CEBRACE - Centro Brasileiro de Construções e Equipamentos Escolares. **Solocimento na construção de escolas – SC01**. 2ª ed. Rio de Janeiro, MEC/CEBRACE, 1981. 39p. il. (sistemas construtivos 2).

CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (CEPED). (1978). Manual prático de construção com solo-cimento. Camaçari. BNH / CEPED.

CERATTI, Jorge Augusto Pereira, CASANOVA, Francisco José. **Um método físico químico para dosagem de solo-cimento**. In Simpósio sobre novos conceitos em ensaios de campo e laboratório em geotecnia, 1988, RJ. Anais ... RJ: COPPE; ABMS; ABGE, 2V.1, p.191-200, 1988.

CONCIANI, Wilson; OLIVEIRA, José Luis Malheiros de. **Moradias Populares – Opções para a melhoria da qualidade**, 2005.

GARCIA, R. L. P.; VAQUEIRO, R. L. C. **Viabilidade da aplicação das tecnologias landtreatment, dilution burial e roadspreading para disposição/remediação de cascalho de perfuração na UN-BA**. Rio de Janeiro: Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello, 2001. Comunicação técnica CT BIO 88/2001.

Gestão de Resíduos em Sondas de Perfuração. Revista Brasileira para Divulgação das Atividades de Responsabilidade Social no Setor de Óleo, Gás e Energia. TN Projetos Sociais, 2009.

GRANDE, Fernando Mazzeo. Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa. São Carlos, 2003. Dissertação

ABSTRACT

Solid waste increases alarmingly with the increasing technological advances in order to bring man to a relentless pursuit of recycling techniques that attempt to mitigate the negative effects of waste in half atmosphere. The this work is to study the characteristic and technological properties of brick soil cement formulated from ternary mixtures of Portland cement, sand and water, with addition of saw dust, which may be used by industry in order to improve performance and reduce the cost production. The soil-cement bricks are an alternative to masonry construction. These elements, after a short curing period, ensuring compression strength, similar to the ceramic blocks and solid bricks, and the higher the resistance the greater the amount of cement used. We used the soil from the city of Sao Jose do Mipibu/RN – CPIIZ cement and waste sawdust, provided by furniture manufacturers. To determine the optimum mixing, studied the inclusion of different residues (50% 40% 30% 20% and 10%) were prepared in which bodies 15 of the test piece. The evaluation was made of bricks made from compressive trials, loss of mass by immersion and absorption of water experimental results have confirmed the efficiency and potential use of the residue, making the ground brick, cement-residue with a less good mechanical strength and water absorption.

Keywords: soil-cement, waste treatment plant, resistance test technology.