

ESTUDO DA INCORPORAÇÃO DE CASCALHO PROVENIENTE DA PERFURAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM FORMULAÇÕES PARA TIJOLOS ECOLÓGICOS

S. K. J. Marques; W. Acchar

Av. Alagoas, S/N – Palmeira de Fora, Palmeira dos Índios AL

sheyla_karolina@hotmail.com

IFAL – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas

RESUMO

O presente trabalho consiste no estudo das características e propriedades tecnológicas de tijolos solo-cimento formulados a partir de misturas binárias e ternárias de cimento Portland, areia, água, com e sem adição de cascalho proveniente da perfuração de poços de petróleo, que poderão ser utilizados pela indústria, com o objetivo de melhorar seu desempenho e diminuir seu custo utilizando o resíduo e, conseqüentemente, aumentando sua vida útil. Os tijolos de solo-cimento constituem uma das alternativas para a construção em alvenaria. 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 a quantidade de cimento empregada. Foi utilizado o solo proveniente do Município de São José do Mipibú/RN, as margens do Rio Baldun, cimento CPIIZ-32 e resíduo de cascalho de perfuração de poços de petróleo proveniente da perfuração de poços Onshore, no município de Mossoró/RN, fornecido pela Petrobras. Para a determinação da mistura ótima, estudou-se a inclusão de teores de resíduos diferenciados (100%; 90%; 80%; 70% e 60%) onde foram confeccionados 15 corpos-de-prova. A avaliação dos tijolos confeccionados foi feita a partir de ensaios de compressão simples, perda de massa por imersão e absorção de água. Os resultados experimentais comprovaram a eficiência e o elevado potencial de utilização do resíduo proveniente da perfuração de poços de petróleo, tornando o tijolo de solo-cimento-resíduo com uma maior resistência mecânica e menor absorção de água. Em termos de misturas binárias, obteve-se o melhor resultado para a combinação cimento-resíduo, que foi de 14% de cimento incorporado no resíduo.

Palavras-chave: solo-cimento, cascalho, 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 cascalho de perfuração de poços de petróleo, na incorporação de tijolos solo-cimento. Os resultados experimentais comprovaram eficiência, tornando o tijolo de solo-cimento-resíduo com uma boa resistência mecânica e absorção de água.

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 cascalho.

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 aumenta em função do aumento da quantidade de resíduo, a medida que o percentual de resíduo é reduzido e incorporado o solo a resistência sofre um decréscimo.

Conforme pode ser observado na Tabela 1 a seguir, a resistência média dos tijolos, com e sem adição de resíduos, 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
Solo + 14% Cimento	3,34 MPa
Resíduo de Perfuração + 14% Cimento	3,21 MPa
Solo + 14% Cimento + 90% resíduo de perfuração	2,87 MPa

Solo + 14% Cimento + 80% resíduo de	2,78 MPa
perfuração	
Solo + 14% Cimento + 70% resíduo de	2,92 MPa
perfuração	
Solo + 14% Cimento + 60% resíduo de	3,06 MPa
Perfuração	

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 dentro dos padrões especificados na norma, que atribui uma perda de massa para o tijolo de solo-cimento até 5%.

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 (%)
Solo + 14% Cimento	4,8
Resíduo de Perfuração + 14% Cimento	3,6
Solo + 14% Cimento + 90% resíduo de	3,9
perfuração	
Solo + 14% Cimento + 80% resíduo de	4,1

perfuração

Solo + 14% Cimento + 70% resíduo de	4,1
-------------------------------------	-----

perfuração

Solo + 14% Cimento + 60% resíduo de	4,5
-------------------------------------	-----

Perfuração

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 apenas o traço puro (solo-cimento) atendeu 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:

- A incorporação do cascalho proveniente de poços de petróleo, na fabricação de tijolos de solo-cimento mostra-se viável tecnicamente e pode configurar-se numa alternativa para o aproveitamento desses resíduos.
- Trata-se, portanto, de uma prática ecologicamente correta, pois pode contribuir no sentido de transformar materiais que seriam descartados na natureza em importante fonte de matéria-prima.

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