

CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS DO MUNICÍPIO DE MIRACEMA - RJ PARA PRODUÇÃO DE TIJOLO SOLO-CIMENTO

N. A. Cerqueira^{1,2}; J. Alexandre¹; C. E. C. Martins²; C. O. Rocha²; D. S. Lopes²

¹ Laboratório de Engenharia Civil (LECIV) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF)

² Curso de Engenharia Civil da Faculdade Redentor

Rua. Herculano Aquino, 180/204 – Condomínio Village Flamboyant 1
CEP 28.105-200 - Flamboyant – Campos dos Goytacazes, RJ.
prniander@gmail.com e niander@uenf.br

RESUMO

A problemática ecológica atual ligada ao uso inadequado dos recursos naturais requer a busca de alternativas sustentáveis que mitiguem a utilização desses recursos. Dentre as atualmente empregadas, destaca-se o uso de tijolos ecológicos de solo-cimento, com a inclusão de resíduos, pois ser este um sistema com baixo custo econômico, energético e de mão de obra. Neste trabalho apresenta-se a caracterização de solo de uma área do município de Miracema- RJ, para fabricação de tijolos solo-cimento que serão empregados na construção de casas populares, bem como a determinação de parâmetros de resistência mecânica desses tijolos. Na caracterização física do solo observou-se a necessidade de adicionar material com fração areia na mistura do traço, sendo emprego pó de pedra Miracema. Foram feitas análises físicas e mecânicas do solo, do resíduo empregados no traço e dos tijolos. Os resultados indicaram boas condições para o uso na fabricação dos tijolos solo-cimento.

Palavras-chave: Tijolo Ecológico; solo-cimento; sustentabilidade;

INTRODUÇÃO

A problemática ecológica da tendência de escassez dos recursos naturais traz como premissa a necessidade de preservação ambiental. Com isso a indústria da construção civil tem sido força, ainda que de forma tímida, a adquirir novos conceitos, buscando soluções técnicas que visem a sustentabilidade de suas atividades, uma vez que é impossível retroceder no desenvolvimento.

Aliado a isso, o Brasil ainda apresenta um grande déficit habitacional, sobretudo na zona urbana. Segundo Lima Neto *et al.* (1), em 2012

representavam cerca de 5,24 milhões de residências, perfazendo um total de 8,53% das famílias brasileiras. Neste cenário, o tijolo solo-cimento apresenta-se como possível alternativa em reduzir o problema do déficit populacional brasileiro, em virtude do baixo custo que agrega nas construções, na medida em que busca valorizar os materiais naturais, aliado ainda, a muitas outras vantagens socioambientais.

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland os solos mais arenosos são os que se estabilizam com menores quantidades de cimento, sendo necessária a presença de argila na sua composição, visando dar, à mistura, quando umedecida e compactada, coesão suficiente para a imediata retirada das formas. (2)

A possibilidade de utilização de solo do próprio local constitui-se numa das grandes vantagens do solo-cimento, sendo que, na mistura solo-cimento, o solo é o elemento que entra em maior proporção, devendo ser tal que permita o uso da menor quantidade possível de cimento.

Como parâmetro de resistência mecânica, os tijolos têm como principal características a *resistência à compressão*, uma vez que essa é a solicitação mais presente nas paredes estruturais. Portanto, se faz muito importante a definição de traços que corroborem com um aumento da resistência à compressão, sem com isso onerar o produto.

Em sendo assim, neste artigo apresenta-se a caracterização de solo de uma área do município de Miracema- RJ, para fabricação de tijolos solo-cimento que serão empregados na construção de casas populares, bem como a determinação de parâmetros da resistência mecânica à compressão de amostras desses tijolos.

1- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A NBR 8491:1984 ao propor uma definição para tijolo maciço de solo-cimento, o apresenta como todo tipo de “tijolo cujo volume não é inferior a 85% de seu volume total aparente” e que é “constituído por uma mistura homogênea, compactada e endurecida de solo, cimento Portland, água e, eventualmente, aditivos” (3). Devido a essa massa de solo, com a

possibilidade de se adicionar resíduos de diversos tipos (pedra, cerâmica, etc.), e o não uso da queima no seu processo produtivo, esses tijolos são denominados ecológicos (Fig. 1 e 2).



Fig. 1 – Composição do Tijolo ecológico de solo-cimento. Fonte: Mieli (2009)



Fig. 2 –Tijolo ecológico de solo-cimento – Fábrica ECONSTRUIR.
Fonte própria (2013)

Fiquerola (4) fazendo uma retrospectiva histórica do uso de tijolos de solo-cimento assevera que já no início do século XX o solo-cimento tem sido utilizado no ramo da Construção Civil, sendo que os primeiros registros de pesquisas a respeito do emprego desse material foram feitas em 1935, feitas junto a Portland Cement Association, PCA (Associação de Cimento Portland). No Brasil, apenas a partir de 1960 o tema passa a ser estudado com mais afinco, em particular capitaneado por instituições como o IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) e a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland).

Segundo Alexandre *et al* (5), somente no fim da década de 70, século XX, o solo-cimento passou a ser empregado numa maior escala, devido à aprovação da técnica para construções de habitações populares pelo antigo BNH (Banco Nacional de Habitação).

Casanova *apud* Fiquerola (4) afirma que a alternativa mais viável de tijolos de solo-cimento é a alvenaria feita com blocos modulares, pois resolve problemas dos blocos monolíticos como o a interação entre os blocos, o fato de dispensar revestimento, argamassa de assentamento, entre outras. Cury Neto *apud* Fiquerola (4) apresenta com uma desvantagem ao uso do sistema modular o fato do processo produtivo depender do uso de prensas manuais e hidráulicas, cujo investimento inicial varia de R\$ 5 a R\$ 40 mil.

Existem limitações quanto ao uso de alguns tipos de solo, tanto por questões de trabalhabilidade, como de consumo de cimento, ou seja, razões técnicas e econômicas. Quanto a granulometria, os solos arenosos são os mais adequados para a produção do solo-cimento, sendo da granulometria e da uniformidade dos grãos que depende o consumo do cimento.

O acréscimo de grãos de silte e argila aumenta o consumo de cimento. Diferentemente, o grãos maiores, areia grossa e pedregulhos é benéfica, sendo que estes servem de enchimento, reduzindo a quantidade de cimento para aglomerar os grãos de granulometria menor. Porém, um teor mínimo da fração fina de solos se faz necessária, uma vez que a resistência inicial do solo-cimento compactado é devida a coesão da fração fina do solo compactado (6).

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 – CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Para poder estudar o solo utilizado pela Fábrica ECONSTRUIR, de Miracema, na fabricação de tijolos para fabricação de residências populares foram efetuados os ensaios básicos de caracterização física de amostras de solo. Para os ensaios as amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas, passadas na peneira da ABNT no 4 (abertura 4,8 mm) e acondicionados em realização dos ensaios de caracterização (Fig. 3).



Fig. 3 – Solo destorroado para realização dos ensaios.
Fonte própria (2013)

A Análise granulométrica, que determina as dimensões das partículas do solo e as proporções relativas em que elas se encontram, foram realizadas por peneiramento e sedimentação de acordo com a NBR 7181: 1984. Foi realizado também a determinação dos Limites de Atterberg, para identificar a trabalhabilidade do solo. O Limite de Liquidez foi realizado segundo a NBR 6459: 1984. e o Limite de plasticidade segundo a NBR 7180:1984. A ABCP recomenda que o limite de liquidez seja inferior a 45% e que o índice de plasticidade seja inferior a 18%. A determinação da Massa específica real foi feita de acordo com a NBR 6508:1984.

2.2 – TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO

Na caracterização dos tijolos de solo-cimento fabricados no município de Miracema, RJ, executou-se ensaio de resistência à compressão simples e determinou-se as dimensões conforme prescrito na NBR 8492:1984.

As amostras foram coletadas conforme a NBR 8491:1984. Numa primeira análise da resistência à compressão de 10 amostras do tijolo formado apenas com o solo da região escolhida, cimento e água, verificou-se uma resistência inferior à requerida por norma, conforme apresentado nos resultados para o tijolo denominado tipo I.

Foram tomadas mais duas amostragens, de 10 tijolos cada, para análise de resistência à compressão simples como tijolos de composições em massa diferentes, sendo denominados tijolo tipo II e tipo III.

Nos ensaios com os tijolos tipo I, II e III, a obtenção do paralelismo e da regularização das faces para trabalho dos corpos de prova foi feita pelo uso de duas chapas metálicas de faces planas (Fig. 3), o que descartou o uso de capeamento com pasta de cimento, dispensando assim corte dos tijolos, que pode ser verificado nos ensaios de Souza e Alves (7) e Souza *et al.* (8).



Fig. 3 – Prensa Hidráulica de 30 toneladas – FAC Redentor
Fonte própria (2013)

A Prensa Hidráulica da marca Bonevau, com capacidade para 30 toneladas (Fig. 4).



Fig. 4 – Prensa Hidráulica de 30 toneladas – FAC Redentor
Fonte própria (2013)

Também foram tomadas 13 amostras para determinação das dimensões, conforme a NBR 8491:1984

3. RESULTADOS E DISCUÇÕES

3.1 – CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

A Tabela 1 mostra os valores das massas específicas e da distribuição granulométrica por peneiramento do solo estudado.

Tabela 1 – Massa específica real e análise granulométrica dos solos

Massa Específica Real (g/cm ³)	Diâmetro médio das partículas (mm) - % passante nas peneiras.							
	4.8	2.0	1.2	0.6	0.42	0.30	0.15	0.074
2,78	99,17	92,23	85,87	72,85	58,25	35,23	28,26	8,52

De acordo com a escala ABNT o solo é composto de 7,77% de pedregulho, 19,38% de areia grossa, aproximadamente 50% de areia média e 8,52% de silte e argila, sendo portanto uma areia média, um solo com granulometria grossa.

Os Limites de Atterberg confirmam se tratar de um solo arenoso, sendo que o limite de liquidez médio encontrado foi de 35% e o índice de plasticidade médio de 15%.

3.2 – TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO

Foram efetuadas as medições de 13 tijolos de cada uma do tipos de tijolos, sendo as medidas médias de cada um apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Medidas médias dos tijolos

Tipo de Tijolo	Largura	Comprimento	Altura
I	15,02 cm	30,01 cm	6,54 cm
II	14,98 cm	29,98 cm	6,48 cm
III	14,99 cm	30,02 cm	6,52 cm

Foram testadas 30 amostras, sendo 10 de cada traço de tijolo. No gráfico da Fig. 5, são apresentados os valores obtidos nos ensaios.

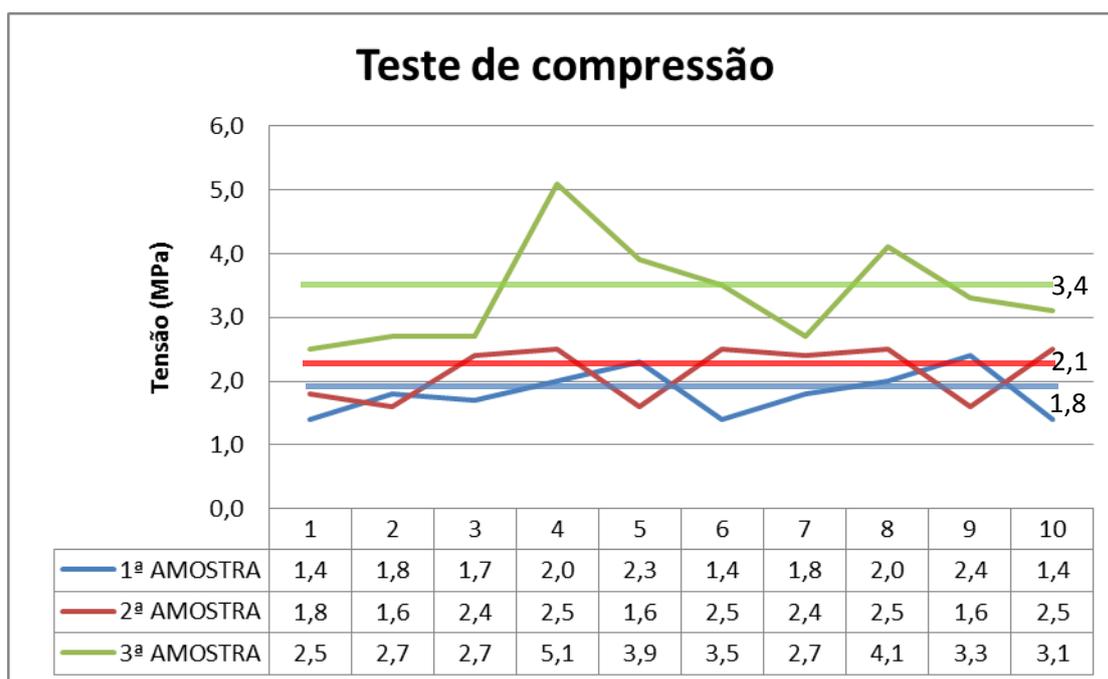


Fig. 5 – Gráfico – Teste de Compressão nos Tijolos
Fonte própria (2013)

Conforme observa-se do Gráfico da Fig. 5, a 1ª amostra apresenta 3 amostra com valores inferiores ao mínimo exigido por norma que é de 1,7 MPa e média de 1,8 MPa, também inferior ao mínimo de 2,0 MPa. Assim sendo, o resultado sugere que o traço I está reprovado.

Do gráfico, também pode-se observar que a 2ª amostra também apresenta valores inferiores ao mínimo de 1,7 MPa, embora em média os valores tenham obtido resistência à compressão superior ao mínimo exigido. Esses valores também sugerem reprovação do traço II.

Os valores apontam para a aprovação do traço tipo III, que é formado por 14 partes de solo, 6 partes de pó de pedra (Pedra Miracema), 4 partes de cimento e água. A média da Resistência à Compressão dos tijolos do traço tipo III aponta para uma solução interessante para a utilização desejada.

CONCLUSÃO

As vantagens da utilização dos tijolos de solo-cimento vão desde a fabricação até a sua utilização, além disso, os equipamentos utilizados são simples e de baixo custo de manutenção, reduzindo ainda os custos com transporte, energia, mão-de-obra e impostos.

Além dessas vantagens, o tijolo de solo-cimento agrada também do ponto de vista ecológico, pois não passa pelo processo de queima, no qual se consome grandes quantidades de madeira ou de óleo combustível, como é o caso dos tijolos convencionais que são produzidos em olarias.

Com os ensaios realizados, observou-se então que a utilização dos tijolos do traço tipo III está totalmente recomendada, uma vez que propiciaram melhorias substanciais nas propriedades de resistência mecânica à compressão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIMA NETO, V. C.; FURTADO, B. A.; KRAUSE, C. *Estimativas do Déficit Habitacional Brasileiro (PNAD 2007-2012)*. Brasília: IPEA, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. *Fabricação de Tijolos de Solo-Cimento com a Utilização de Prensas Manuais*. Publicações ABCP, São Paulo, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8491 - Tijolo maciço de solo-cimento – Especificação**. Rio de Janeiro, 1984.

FIQUEROLA, V. **Alvenaria de Solo-Cimento**. Revista Técnica n.85, abril de 2004. Disponível em <http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/alvenaria-de-solo-cimento-79781-1.asp>. Acessado em 26 de Novembro de 2012.

ALEXANDRE, J.; ALVES, M. G.; LIMA, T. V. **Estudo da estabilização de um solo argiloso com adição de cimento**. VÉRTICES PUBLICAÇÃO CIENTÍFICA DO CEFET CAMPOS, v. 8, n. 1/3, jan./dez. 2006. p 7-22.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181 - Solo - Análise granulométrica**. Rio de Janeiro: 1984.

SOUZA, J. M. F.; ALVES, J. D. **Construção com Tijolos Crus de Solo-Cimento Estabilizado no Município de IPABA**. Relatório de Iniciação Científica (Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás: Goiânia, 2008.

SOUZA, T. A. C.; NUNES, G. A.; SOARES, J. M.; QUEIROZ, M. T. A. **Análise Preliminar da Resistência à Compressão de Tijolos Ecológicos Fabricados no Município de IPABA**. IJIE: Florianópolis, SC. V.3. n. 1. P.48-61, 2011.

CHARACTERIZATION OF SOIL OF THE MIRACEMA - RJ CITY FOR PRODUCTION OF SOIL-CEMENT BRICK

ABSTRACT

The current ecological problems linked to inadequate use of natural resources requires the search for sustainable alternatives to mitigate the use of these resources. Among the currently employed, there is the use of ecological bricks of soil-cement, with the inclusion of waste because this is a system with low economic, energy and labor costs. This paper presents the characterization of soil from one area of the municipality of Miracema - RJ, for the manufacture of soil-cement to be used in housing construction, as well as the determination of the mechanical response of these bricks bricks. In physical characterization of soil observed the need to add material with sand fraction in the mixture of the dash, stone and powder employment Miracema. Physical and mechanical soil analysis, the employees residue on the dash and the bricks were made. The results indicated good condition for use in the manufacture of soil-cement bricks.

KEYWORDS : Green Brick , soil-cement ; sustainability ;