

# ESTUDO DE VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE TIJOLOS MODULARES DE SOLO-CIMENTO PARA HABITAÇÃO POPULAR\*

Daniele Lopes<sup>1</sup>  
Cyntia de Oliveira Rocha<sup>2</sup>  
Victor Barbosa Souza<sup>3</sup>  
Niander Aguiar Cerqueira<sup>4</sup>  
Afonso Rangel Garcez de Azevedo<sup>5</sup>  
Marcelo Neves Barreto<sup>6</sup>  
Daniel Passos Gallo<sup>7</sup>  
Sergio Neves Monteiro<sup>8</sup>  
Jonas Alexandre<sup>9</sup>

## 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 modulares de solo-cimento, com a inclusão de resíduos, por ser este um sistema com baixo custo econômico, energético e de mão de obra. As atividades do setor de rochas ornamentais geram enormes quantidades de resíduos sólidos, que podem causar consequências negativas ao meio ambiente. Este trabalho consta da caracterização física de amostra de solo de uma área do município de Miracema-RJ, para fabricação de tijolos solo-cimento a serem empregados na construção de casas populares, bem como a determinação de parâmetros geométricos, capacidade de absorção e da resistência mecânica à compressão de amostras desses tijolos. Na caracterização física do solo observou-se a necessidade de adicionar material com fração argila na mistura do traço, sendo empregado pó de pedra Miracema. Os resultados indicaram condições razoáveis para o uso na fabricação dos tijolos solo-cimento com adição de resíduo de pedra.*

**Palavras-chave:** Blocos modulares, solo-cimento, resíduo.

## FEASIBILITY STUDY OF THE PRODUCTION OF MODULAR BRICKS OF SOIL-CEMENT FOR POPULAR HOUSING

### Abstract

The current ecological problem related to the inadequate use of natural resources requires the search for sustainable alternatives that mitigate the use of these resources. Among the currently employed, the use of modular soil-cement bricks is highlighted, with the inclusion of residues, since this is a system with low economic, energy and labor costs. The activities of the ornamental stone industry generate huge amounts of solid waste, which can have negative consequences on the environment. This work consists of the physical characterization of a soil sample from an area of the municipality of Miracema-RJ, for the manufacture of soil-cement bricks to be used in the construction of popular houses, as well as the determination of geometric parameters, absorption capacity and resistance compression of samples of these bricks. In the physical characterization of the soil it was observed the necessity of adding material with clay fraction in the mixture of the trace, being the use of Miracema stone powder. The results indicated reasonable conditions for the use in the manufacture of the soil-cement bricks with the addition of stone residue.

**Keywords:** Modular blocks, soil-cement, waste.

- <sup>1</sup> *Engenheiro Civil, Centro Universitário Redentor, Itaperuna, RJ, Brasil.*
- <sup>2</sup> *Engenheiro Civil, Centro Universitário Redentor, Itaperuna, RJ, Brasil.*
- <sup>3</sup> *Engenheiro Mecânico, mestre em Engenharia Mecânica, UFF, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil.*
- <sup>4</sup> *Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- <sup>5</sup> *Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- <sup>6</sup> *Engenheiro Civil, doutor em Mecânica, FACREDENTOR, Faculdade Redentor, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- <sup>7</sup> *Engenheiro Mecânico, Centro Universitário Redentor, Itaperuna, RJ, Brasil.*
- <sup>8</sup> *Engenheiro Metalúrgico, PhD em Engenharia e Ciência dos Materiais, IME, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*
- <sup>9</sup> *Engenheiro Civil, doutor em Ciências de Engenharia, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

## 1 INTRODUÇÃO

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 (Figura 1), com a inclusão de resíduos, pois ser este um sistema com baixo custo econômico, energético e de mão de obra [1].

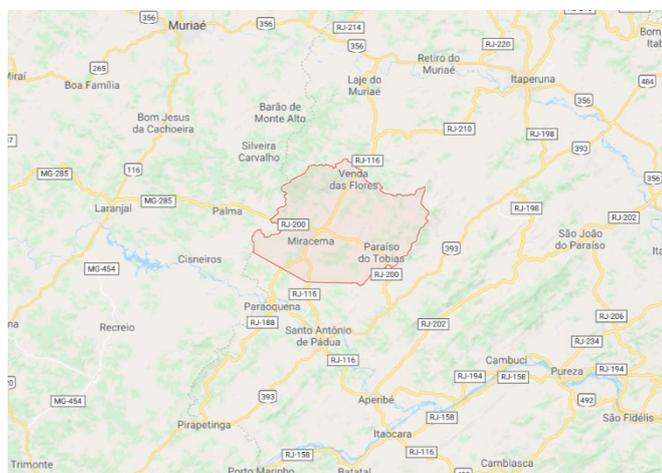


**Figura 1.** Tijolos modulares de solo-cimento.  
Fonte: Ecomáquinas.

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].

Como parâmetro de resistência mecânica, os tijolos têm como principal característica 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 [3 e 4].

Em sendo assim, neste artigo apresenta-se a caracterização de solo de uma área do município de Miracema- RJ (Figura 2), 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.



**Figura 2.** Localização do município de Miracema.

Fonte: Googlemaps.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A Análise granulométrica do solo foi realizada por peneiramento e sedimentação de acordo com a NBR 7181:1984 [9]. 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 [10]. e o Limite de plasticidade segundo a NBR 7180:1984 [11]. 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 [5 e 6].

Foram analisados três traços de tijolos, fabricados com uso de prensa da Eco Premium 2700 CH MA da Empresa ECONSTRUIR, MIRACEMA, RJ (Figura3 e 4).



**Figura 1.** Prensa automática para produção dos blocos.  
Fonte: Ecomáquinas.



**Figura 4.** Sistema de equipamentos de solo-cimento.  
Fonte: Ecomáquinas.

Foram preparados três traços de tijolos, sendo que o Tijolo I com 16 partes do solo, 4 partes do cimento e água, com fator a/c de 0,75; o Tijolo II com 14 partes do

solo, 4 partes de pó de pedra (Pedra Miracema), 2 partes de cal, 2 partes de cimento e água, com fator a/c de 0,90; e o Tijolo III com 14 partes de solo, 6 partes de pó de pedra, 4 partes de cimento e água, com fator a/c de 0,80 [7].

Na caracterização dos tijolos de solo-cimento fabricados no município de Miracema, RJ, executou-se ensaio de resistência à compressão simples (Prensa Shimadzu UH-F500kNI) e a absorção de água conforme a NBR 10836:2013 [12] e determinou-se as dimensões conforme prescrito na NBR 10834:2012 [13] e NBR 10836:2013 [12] em amostras com cura de 28 dias, os limites estão expostos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Valores limites para os blocos de solo-cimento.

Valores-limite (aos 28 dias)	Média	Individual
Resistência à compressão (MPa)	≥ 2,0	≥ 1,7
Absorção de água (%)	≤ 20	≤ 22

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 mostra os valores das massas específicas e da distribuição granulométrica do solo utilizado neste trabalho.

**Tabela 2.** Caracterização da amostra de solo utilizada.

Massa Específica Real (g/cm <sup>3</sup> )	Diâmetro médio das partículas (mm) - % passante nas peneiras.								Limites e Atterberg (%)	
	4.8	2.0	1.2	0.6	0.42	0.30	0.15	0.074	LL	LP
2,78	99,17	92,23	85,87	72,85	58,25	35,23	28,26	8,52	35	15

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, trata-se de uma *areia média*, ou seja, um solo com granulometria grossa [3].

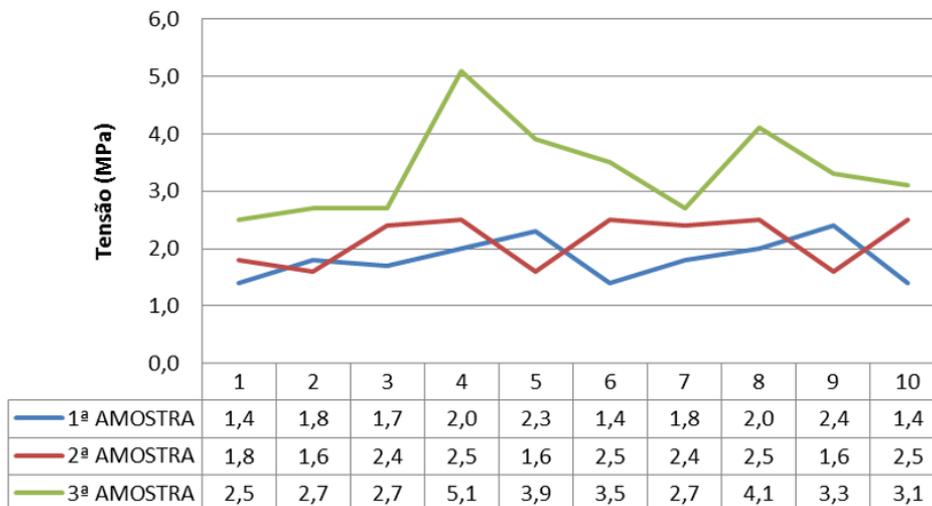
Os Limites de Atterberg confirmam se tratar de um solo arenoso, sendo que o limite de liquidez médio encontrado foi de 35% e o índice de plasticidade médio de 15%.

Já quanto a caracterização dos blocos, foram efetuadas as medições de 13 unidades de cada um dos tipos de tijolos, sendo as medidas médias de uns apresentados na Tabela 3. Como pode ser verificado, as medidas atendem ao especificado [7].

**Tabela 3.** Valores dimensionais dos blocos de solo-cimento.

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 para compressão, sendo 10 de cada traço de tijolo. No gráfico da Figura 5, são apresentados os valores obtidos nos ensaios.



**Figura 5.** Resultados da resistência a compressão das diferentes amostras dos blocos de solo-cimento.

Conforme observa-se do Gráfico da Figura 5, a 1ª amostra (Tijolo I) apresenta 3 amostras 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. 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 dos traços I e II [7].

Os valores apontam para a aprovação do traço tipo III. A média da Resistência à Compressão dos tijolos do traço tipo III é de 3,4 MPa e todos os valores são superiores a 2,0 MPa.

Foram analisadas 30 amostras para teste de absorção, sendo 10 de cada traço de tijolo. Na tabela 4, são apresentados os valores obtidos nos ensaios [8].

**Tabela 4.** Resultados da absorção de água das diferentes amostras analisadas.

Amostra	I	II	III
1	23	18	17
2	20	20	20
3	22	22	20
4	18	18	10
5	20	20	13
6	20	20	16
7	19	19	19
8	18	18	15
9	22	23	16
10	21	17	16
Média	20,3	19,5	16,2
Desvio Padrão	1,62	1,80	2,96

## 4 CONCLUSÃO

Os resultados mostram uma potencialidade de aplicação do solo estudado como matéria prima para a produção de blocos de solo-cimento, devendo em alguns

casos a utilização de estabilizadores para um melhor efeito de compactação do produto, conferindo blocos de melhor qualidade.

A utilização de blocos de encaixe, também chamado de modulares, permite uma racionalização das construções de modo a permitir o uso sustentável de diferentes matérias primas locais, além de permitir um acabamento superficial mais bruto e a não obrigatoriedade do uso de camadas de revestimento de argamassas externa.

Quanto as características tecnológicas o traço I e II foram nitidamente descartados, segundo os padrões estipulados pela norma técnica brasileira, enquanto o Traço III é considerável aceitável para uso em alvenaria não estrutural (deverá ser melhorado), servindo plenamente com alvenaria de vedação.

Há estudos em desenvolvimento para otimização da mistura argilosa que compõe os blocos de solo-cimento de modo a permitir se uso com fins de pequenas estruturas, sendo assim uma grande melhora ao método de construção.

## REFERÊNCIAS

- [1]CARVALHO, A. R. O.; POROCA, J. S. Como fazer eusar tijolos prensados de solo estabilizado.Brasília: IBICT, 1995. 38p.
- [2]JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos naconstrução civil: contribuição à metodologia depesquisa e desenvolvimento. 2000. 102 f. Tese(Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade deSão Paulo, São Paulo, 2000.
- [3]PISANI, M. A. J. Um material de construção debaixo impacto ambiental: o tijolo de solo-cimento.In: SINERGIA. v.6. n.1. 2005. São Paulo, 2005. 53-59p.
- [4]SALA, L. G., Proposta de Habitação Sustentávelpara Estudantes Universitários. 2006. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em EngenhariaCivil) – Universidade Regional do Noroeste do Estadodo Rio Grande do Sul, Ijuí, 2006.
- [5]ABNT. NBR 8491: tijolo maciço de solo-cimento:especificação. Rio de Janeiro, 1984
- [6]ABNT. NBR 8492: tijolo maciço de solo-cimento:determinação da resistência à compressão e daabsorção de água: método de ensaio. Rio deJaneiro, 1982.
- [7]ABCP. Dosagem das misturas de solo-cimento:normas de dosagem e métodos de ensaio. SãoPaulo-SP, 1999. ABCP, ET-35, 51p.
- [8]GRANDE, F. M. (2003). Fabricação de tijolosmodulares de solo-cimento por prensagem manualcom e sem adição de sílica ativa. São Carlos, 2003.165p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenhariade São Carlos, Universidade de São Paulo.
- [9] ABNT. NBR 7181: Solo - Análise granulométrica. Rio deJaneiro, 1984
- [10] ABNT. NBR 6459: Solo - Determinação do limite de liquidez. Rio deJaneiro, 1984
- [11]ABNT. NBR 7180: Solo — Determinação do limite de plasticidade. Rio deJaneiro, 1984
- [12] ABNT. NBR 10836: loco de solo-cimento sem função estrutural — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio. Rio deJaneiro, 2013
- [13]ABNT. NBR 10834: Bloco de solo-cimento sem função estrutural — Requisitos. Rio deJaneiro, 2012.