

USO DO BLOCO DE SOLO-CIMENTO COMO ALTERNATIVA NA CONSTRUÇÃO DE CASAS POPULARES

Azevedo, A.R.G.; Alexandre, J. ; Ribeiro Junior, J. R.
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
Av. Alberto Lamego, 2000, Campos dos Goytacazes, RJ, 28013602
jonas@uenf.br/ afonsorangel@bol.com.br

RESUMO:

A construção civil no Brasil, depois de vários anos em decadência, vem passando atualmente por uma crescente evolução, que pode ser observada diariamente pelo grande número de canteiros de obras espalhados pelo país, sejam elas públicas ou privadas. No entanto quando se trata de evolução em métodos construtivos o setor parece que pouco avançou, construímos de forma muito rudimentar em comparação com outros países e ainda temos alguns receios com as novas tecnologias, sejam em matérias-primas ou nos métodos de construção, o que acaba por gerar grandes desperdícios ocasionados pela falta de racionalização dos processos e no aumento do custo das obras em geral, e nesse contexto que este trabalho propõe um estudo com o modelo construtivo baseado no uso de alvenarias de solo-cimento, que vem como uma alternativa mais econômica, com forte apelo ambiental e pela crescente demanda pela construção de residências de baixo custo (ideal para este modelo construtivo).

Palavras-Chaves: solo-cimento, construção civil, cerâmica.

INTRODUÇÃO:

O setor da construção civil é um importante propulsor da economia de um país devido a fatores como: geração de empregos com carteira assinada, movimentação da economia em diversos setores para o fornecimento de insumos para abastecê-la, desenvolvimento de novas tecnologias, redução de indicadores sociais (como déficit habitacional e melhora de qualidade de vida de populações), entre outras.

No Brasil o setor da construção civil vem crescendo vertiginosamente nos últimos anos, para se ter uma idéia no ano de 2010 o setor cresceu 11,6 %,

representando o melhor índice de crescimento nos últimos 24 anos, em dados comparativos com o PIB (Produto Interno Bruto) do país pode-se comprovar esta importância (Figura 1).

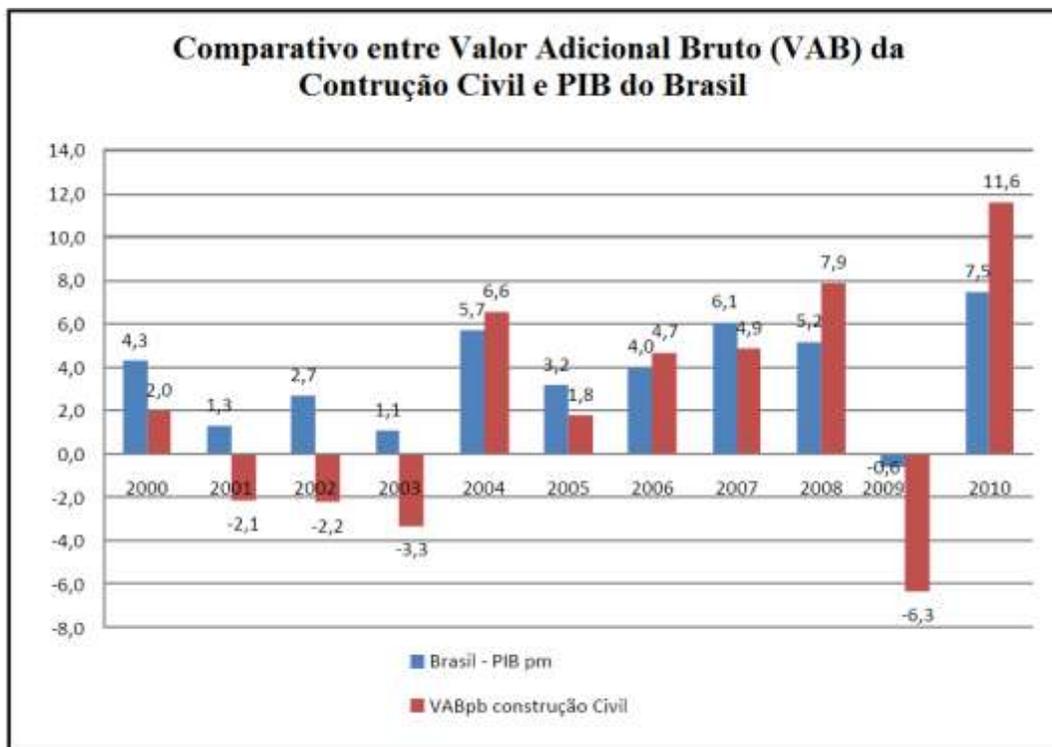


Figura 1: Comparativo do crescimento da construção civil no Brasil. Fonte: Estudo Setorial da Construção Civil, 2011, Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos.

O bom momento do setor da construção civil não parou somente em 2010, vem sendo sustentado no decorrer do período até os dias atuais, impulsionados por diversos fatores como aumento de crédito financeiro (principalmente pelos bancos públicos), queda nas taxas de juros, grandes obras de infraestrutura (Programa de Aceleração do Crescimento – PAC 1 e PAC 2) e de habitação (Minha Casa, Minha Vida), ambos do governo federal, aportes financeiros do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS).

As obras de habitação, principalmente, foram as que mais tiveram aportes financeiros oriundos do FGTS, para se ter uma idéia somente em 2010 foram investidos recursos na casa dos R\$ 83 bilhões dessa fonte (Figura 2), tendo como pré-requisitos para sua liberação a destinação destes imóveis a população das classes sociais mais baixa.

Tabela I: Financiamento Imobiliário com Recursos do FGTS. Fonte: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Descrição	2009	2010	(B) / (A) - %
Quantidade de Operações	241.385	273.428	13,27
Valores Contratados - R\$	16.010.422.052	27.713.632.506	73,09
Número de Unidades	425.694	668.332	56,99

O trabalho foi motivado pela necessidade de procurar um meio de reduzir o grande déficit habitacional no Brasil. Visto que o fator que realmente encarece uma obra é o desperdício provocado pelo método convencional e o tempo de construção da obra. Estes fatores podem acarretar elevados custos na Construção Civil o que é inadmissível nas obras populares cujos proprietários são, normalmente, de baixo poder aquisitivo. Assim, faz-se necessário a implementação de pesquisas em busca de métodos alternativos para construções populares.

Uma das alternativas, que ao longo dos anos vem sendo utilizada buscando solucionar esse problema, é o uso de alvenarias de solo-cimento. Considerando-se, principalmente, a heterogeneidade dos solos que podem ser utilizados como matéria-prima, faz-se necessário o estudo detalhado visando à caracterização tecnológica destes materiais.

Este trabalho tem por objetivo estudar a viabilidade do uso do solo do Município de Campos dos Goytacazes na produção de blocos de solo-cimento, e as possíveis modificações que os materiais poderiam vir a sofrer quando expostos a condições intempéricas (umidade, radiação ultravioleta e variações térmicas).

MATERIAIS E METODOS:

2.1 – Coleta de Amostras

A retirada do solo para moldagem dos blocos e análises químicas e físicas foi realizada de acordo com a metodologia da EMBRAPA.

O solo coletado foi de taludes, ou seja, abaixo da camada que continha matéria orgânica (Figura 2). A coleta foi realizada em dois pontos distintos do município de Campos dos Goytacazes: BR 101 Sul Km-78 e BR 101 Norte Km-42 (Figura 3).

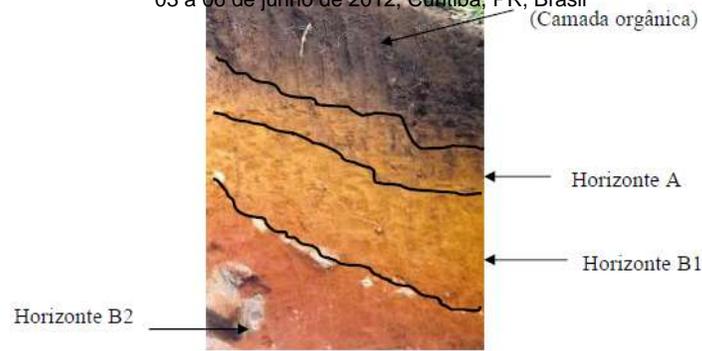


Figura 2: Exemplo de perfil de solo mostrando o horizonte orgânico (O), rico em húmus, do qual não se deve retirar amostras e os horizontes inorgânicos B1 e B2, nos quais devem ser coletados. Fonte: CASANOVA (2004)



Figura 3: Local da retirada taludes (BR 101 Sul Km-78 e BR 101 Norte Km-42) (Próprio Autor).

2.2 – Ensaios de Laboratório

- Amostra de solos – preparação para ensaio caracterização de acordo com a Norma NBR-6457;

Foi tomada uma quantidade de material seco ao ar e destorroada até que não houvesse mais torrões. Em seguida, o solo foi passado na peneira ABNT 4,8mm e colocado em estufa por 24h.

- Determinação do Limite de Liquidez dos solos de acordo com a Norma NBR-6459;

Foi utilizado 200g de solo já preparado de acordo com a Norma NBR-6457. Esse solo foi colocado na cápsula de porcelana e adicionado água destilada aos poucos, amassando e revolvendo com o auxílio de uma espátula, até a obtenção de uma pasta homogênea, com consistência tal que foram necessário 35 golpes para fechar a ranhura.

Em seguida, foi transferido uma parte da mistura para a concha, deixando na parte central uma espessura de 10 mm de pasta.

Foi aberto uma ranhura com o cinzel na parte central da concha e efetuados golpes da concha contra a base até que as bordas das ranhuras se unissem ao longo de, aproximadamente, 13 mm.

- Determinação do Limite de Plasticidade dos solos de acordo com a Norma NBR-7180;

Foi tomado cerca de 10g da amostra preparada para o limite de liquidez, formada uma pequena bola e rodada sobre uma placa de vidro. Foi aplicada uma pressão com a palma da mão para lhe dar a forma de cilindro.

Ao se fragmentar o cilindro, com diâmetro de 3 mm e comprimento da ordem de 100 mm, foi transferido imediatamente as partes do mesmo para uma cápsula, para determinação da umidade.

- Determinação da umidade de acordo com a Norma NBR-6457;

Foi pesado a cápsula com os cilindros do ensaio de plasticidade assim que foram moldados. Em seguida, levados à estufa por 24h, retirados e deixados chegar à temperatura ambiente. Pesados mais uma vez e lançado os valores na seguinte fórmula (A):

$$h = [(M1-M2)/(M2-M3)] \times 100 \quad (A)$$

onde:

h = teor de umidade, em %;

M1 = massa do solo úmido mais a massa da cápsula;

M2 = massa do solo seco mais a massa da cápsula;

M3 = massa da cápsula.

- Análise Granulométrica dos Solos de acordo com a Norma NBR-7181;

- Sedimentação

Foi separado 70g de solo, passado na peneira de 2 mm, e colocado em um recipiente com tampa. Em seguida, adicionado 125 cm³ de solução de hexametáfosfato de sódio e agitado até que todo o material ficasse imerso. Repousou por 24h.

Após 24h, a solução foi transferida para uma proveta e adicionado água destilada até atingir o traço correspondente de 1.000 cm³, a boca foi tampada com a mão e agitada energicamente por 1 minuto, pelos quais a boca da proveta passasse de cima para baixo e vice-versa.

Assim que encerrada a agitação, a proveta foi posta sobre uma mesa e anotado a hora do início da sedimentação. Foi efetuado leituras com o densímetro nos seguintes tempos de sedimentação: 0,5;1;2;4;8;15 e 30 minutos, 1,2,4,8 e 24 horas, a partir do início da sedimentação.

Ao final da leitura, foi despejado o material da proveta em uma peneira de 0,075 mm, lavado em água potável à baixa pressão e levado à estufa.

- Ensaio semiquantitativo fluorescência de raios-X de energia dispersiva (EDX).

Ensaio realizado pela técnica do laboratório, utilizando o aparelho de fluorescência de raios-X de energia dispersiva (EDX), modelo Shimadzu EDX-700.

No EDX foram ensaiados 2 amostras que pertenciam à fração argila do solo. A fração argila foi obtida por sedimentação.

2.3 – O Bloco Solo-cimento

Através dos resultados dos ensaios do item 2.2, foi possível uma análise correlacionando as características físicas e químicas dos solos para confecção dos blocos.

De acordo com a Norma NBR-10832, o solo deve atender às seguintes características:

% passando na peneira 4,8 mm (nº4) (NBR-5734)	100%
% passando na peneira 0,075 mm (nº200) (NBR-5734)	10% a 50%
Limite de liquidez	≤ 45%

Índice de plasticidade

≤ 18%

2.4. – Fabricação dos Blocos

Para a fabricação dos blocos, o solo foi secado ao ar livre, destorroado e passado na peneira de malha de 4,6 mm segundo item 4.1.1 da NBR-10832/1989.

Os traços em massa utilizados foram: 5% (o que em massa significou 1,75Kg de cimento para 23,25 de solo) e 10% (o que em massa significou 2,5Kg de cimento para 22,5Kg de solo).

O solo, destorroado e peneirado, foi colocado no misturador de eixo vertical CSM (Figura 4) e acrescentado de água com o auxílio de um borrifador comercial (Figura 5) até homogeneizar. Em seguida, adicionado o cimento (Figura 6) com o misturador ligado.

Esta técnica de umedecer primeiro o solo e depois acrescentar o cimento foi observado por LIMA (2006). Entretanto, ainda houve a formação de alguns grumos de solo e cimento separadamente (Figura 7), sendo necessário o peneiramento (Figura 7) no momento de colocação da mistura na prensa manual.

A quantidade de umidade foi observada através do tato. Colocava-se uma quantidade da mistura na mão e apertava. A mistura deveria ficar com o formato da mão fechada e não poderia sair água. O bolo ao ser largado de uma altura de 1 m, aproximadamente, deveria desfazer-se com facilidade ao tocar o chão.

Após este teste foi verificado que o solo da BR 101 Sul Km-78 utilizou 10% de água no primeiro traço utilizando 10% de cimento, entretanto foi observado um pequeno excesso de umidade. O traço utilizando 5% de cimento obteve a umidade ideal da mistura de 8,98%.

O solo da BR 101 Norte Km-42 possui uma quantidade de argila maior que o solo da BR 101 Sul Km-78, logo a umidade ideal da mistura foi maior, 12% de água, sendo confeccionado apenas blocos com teor de 10% de cimento.

Assim que a mistura encontrava-se homogênea era colocada em um carrinho de mão e coberta com pano úmido para conservar a umidade.

Em seguida, era levada para a prensa manual do tipo MTS-010 (Figura 8). Os blocos (Figura 9) possuem as seguintes características: vazados no formato

19,5x10x5 cm, com 2 furos de 5 cm de diâmetro, seguindo a Norma NBR-8491/1984.



Figura 4: Solo no misturador.



Figura 5: Acréscimo de água.



Figura 6: Adição de cimento.



Figura 7: Peneiramento e grumos de cimento e solo.



Figura 8: Prensa manual.



Figura 9: Blocos vazados.



2.5. – Cura

Após a prensagem, os blocos foram colocados dentro de sacos plásticos por 24 horas para evitar perda excessiva de umidade. Em seguida, imersos em água por 28 dias.



Figura 11: Blocos imersos em água para cura de 28 dias. (Próprio autor)

RESULTADOS E DISCURSSÃO:

3.1. – Ensaio de Determinação do Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade e Índice de Plasticidade

Tabela II: Valores do limite de liquidez, limite de plasticidade e o índice de plasticidade.

Localidades em Estudo	LL (%)	LP (%)	IP (%)	DRG (g/cm ³)	Atividade Coloidal
1 – BR-101 PF	36,0	22,2	13,7	2,73	Inativa
2 – BR-101 TR	33,2	17,9	15,3	2,65	Inativa
Média	34,6	20,05	14,5	2,69	

3.2 – Ensaio Químico

Através do EDX foi possível a determinação dos óxidos presentes no solo. O ensaio foi realizado apenas com a fração de argila de ambos os solos.

A tabela III mostra a análise química das 2 amostras da fração argila do solo que foi obtida por sedimentação.

Tabela III – Resultados do EDX para a Fração Argila do Solo

Composição Química da Fração Argila do Solo		
Composição em Óxidos	Amostra em Pó (%)	
	01	02
SiO ₂	44,999	46,037
Al ₂ O ₃	41,992	42,466
Fe ₂ O ₃	6,982	5,082
TiO ₂	2,878	2,368
P ₂ O ₅	1,672	1,813
SO ₃	1,254	1,222
Cão	0,128	0,456
K ₂ O	---	0,365
ZrO ₂	0,021	0,016
Outros	0,007	0,042

3.3. – Determinação de Umidade da Mistura

Foram coletados 3 cápsulas de cada traço e utilizado a fórmula abaixo (B) para a determinação da umidade:

$$h = [(M1-M2)/(M2-M3)] \times 100 \quad (B)$$

Tabela IV: Teor de Umidade da Mistura Pronta

Material e Teor de Cimento	Teor de Umidade (%)
BR 101 Sul Km-78 (10%)	13,28
BR 101 Sul Km-78 (5%)	12,43
BR 101 Norte Km-42 (10%)	12,75

Os solos estudados, BR 101 Sul Km-78 e BR 101 Norte Km-42, possuem as seguintes características, respectivamente:

Limite de liquidez:

36,0% e 33,2%

Índice de plasticidade:

13,7% e 15,3%

De acordo com a Norma NBR-10832, o solo deve atender às seguintes características:

% passando na peneira 4,8 mm (nº4) (NBR-5734)	100%
% passando na peneira 0,075 mm (nº200) (NBR-5734)	10% a 50%
Limite de liquidez	≤ 45%
Índice de plasticidade	≤ 18%

Como podem ser observados, os solos atendem ao limite de liquidez e índice de plasticidade.

CONCLUSÕES:

Através das análises químicas feitas com aparelho de fluorescência de raios-X de energia dispersiva podem mostrar que os solos possuem composições parecidas. Os limites de liquidez, índices de plasticidades e granulometria mostraram que os solos eram adequados para a confecção dos blocos solo-cimento.

REFERÊNCIAS:

Cartilha para Produção de Tijolo Solo-Cimento. Fundação de Tecnologia do Estado do Acre. Departamento Técnico e de Produção, 1999.

LIMA, T.V. (2006). Estudo da Produção de Blocos de Solo-cimento com Matérias-primas do Núcleo Urbano da Cidade de Campos dos Goytacazes – RJ. Dissertação de Mestrado, Campos dos Goytacazes, RJ, UENF, 107p.

SILVA, M. R. (1994). O solo-cimento, IN: Bauer L. A. F., 5ª Edição, Materiais de Construção, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 1994, Cap. 24, p. 704-729.

NBR-6457: Preparação de amostras de solo para ensaio normal de compactação e ensaio de caracterização. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1984. 3p.

NBR-6459: Solo – determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1984. 3p.

NBR-7180: Solo – determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1984. 1p.

NBR-7181: Solo – análise granulométrica. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1984. 13p.

NBR-8491: Tijolo maciço de solo-cimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1984. 4p.

NBR- 10832: Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com utilização de prensa manual. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1989.

TITLE: USE OF SOIL-CEMENT BLOCK AS AN ALTERNATIVE TO THE CONSTRUCTION OF HOUSES AND POPULAR

ABSTRACT:

The construction industry in Brazil, after several years in decline, is currently undergoing a growing trend, which can be observed daily by the large number of construction sites around the country, whether public or private. However when it comes to developments in methods of construction sector appears that little progress was made, built in a very rudimentary compared to other countries and we still have some concerns with the new technology, whether raw materials or methods of construction, which eventually generate large waste caused by the lack of streamlining processes and increasing the cost of works in general, and in this context that this paper proposes a study of the constructive model based on the use of soil-cement masonry, which comes as an alternative more economical, with a strong environmental appeal and the growing demand for building low cost houses (ideal for this constructive model).

Key Words: soil-cement, construction, ceramics.

56º Congresso Brasileiro de Cerâmica
1º Congresso Latino-Americano de Cerâmica
IX Brazilian Symposium on Glass and Related Materials
03 a 06 de junho de 2012, Curitiba, PR, Brasil