

1183OIO CONTROLE DE QUALIDADE NA FABRICAÇÃO DE BLOCOS DE SOLO-CIMENTO PARA CONSTRUÇÃO DE CASAS NA COMUNIDADE DE SÃO BENEDITO, VITÓRIA-ES.

Bianca Rafaela da Silva Calderón Morales (1); Fernando Avancini Tristão (2); Mirela Fazolo (1); Wanderson Gomes Santana (3)

(1) Aluna de graduação, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo, Bolsista PROEX. Contato: biacalderon@gmail.com

(2) Prof. Dr. Eng. Civil, Universidade Federal do Espírito Santo. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Contato: fernandoavancini@ct.ufes.br

(3) Aluno de graduação, Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Bolsista PROEX. Contato: wgtranconso@yahoo.com.br

RESUMO

A utilização da técnica com terra crua está presente no Brasil desde 1936 por meio da ABCP, que regulamentou, fomentou e pesquisou a sua aplicação. A partir da década de 60, o procedimento de solo-cimento teve grande aceitação, passando a ser utilizado na pavimentação de vias urbanas, rodovias e aeroportos, além da fabricação de blocos e tijolos para alvenaria de vedação. Este trabalho apresenta o controle de qualidade de blocos em solo-cimento utilizados na construção de casas populares na comunidade de São Benedito, em Vitória-ES, a partir de uma iniciativa da cooperativa de artesãos Artidéias. Para tal foram realizados ensaios para análise do solo e análise das dosagens necessárias para o melhor aproveitamento de suas características. Nos blocos, foram realizados ensaios de absorção, resistência à compressão, de acordo com as normas da ABNT e foram tomadas suas medidas para o seu controle dimensional. Os resultados mostram uma dosagem obtida de 50% argila + 50% areia para a produção dos blocos. Para os blocos foram atendidas as exigências das normas de resistência à compressão e absorção. Porém, o controle dimensional se mostrou deficiente, causado por uma falha de regulagem na prensagem da máquina que produzia os blocos, que dificultou a execução do sistema construtivo adotado no projeto, pois as alvenarias são executadas através de sistemas de encaixes entre os blocos sem a utilização de argamassa de assentamento e o controle dimensional é fundamental neste sistema construtivo.

Palavras-chave: controle de qualidade; solo-cimento; blocos.

ABSTRACT:

The technique utilization with raw soil is present in Brazil since 1936 by ABCP, which regulated, fomented and searched its application. From the decade of 1960, the procedure of soil-cement had a great acceptability, being utilized as a pavement on public roads, freeways and airports, besides the fabrication of blocks and bricks for seal masonry. This article presents the quality control of blocks of soil-cement utilized in popular houses in the community of São Benedito, in Vitória – Espírito Santo, from a initiative from Artidéias craftsman corporation. So that tests were performed for soil analysis and soil dosages in order to take use from its characteristics. With blocks, absorption and compression resistance tests were performed, according to ABNT rules and its measures were taken to its dimensional control. The results showed a dosage obtained from 50% of clay + 50% of sand in the blocks production. Concerning the blocks, requirements considered the rules of resistance to compression and absorption. However, the dimensional control showed defective, caused by a failure compression adjustment in the machinery that produces the blocks, which made the execution constructive system difficult, adopted in the project, since the masonries are executed by mortise systems between blocks without subsidence mortar usage and the dimensional control is primordial in this constructive system.

Keywords: quality control; soil-cement; blocks.

1.INTRODUÇÃO

1. O solo

Quando se pensa na questão do solo, deve-se ter em consideração sua composição, visto que ele é um elemento em maior proporção na mistura. Sua seleção influenciará o processo, pois contribui na economia de cimento. A NBR 10833/89 recomenda que para obter bons resultados na produção de bloco em solo-cimento, o solo deve possuir as seguintes características:

% passando na peneira 4,8 mm (n° 4) (NBR 5734).....	100%
% passando na peneira 0,075 mm (n° 200) (NBR 5734).....	10 a 50%
Limite de liquidez	≤ 45 %
Limite de Plasticidade.....	≤ 18 %

Estudos atuais mostram que os blocos produzidos com solos com taxas de 50% de areia e 50% de silte + argila, como especificado pela ABNT, não estão tendo boa utilização, pois esta quantidade de argila permite um índice de plasticidade ainda alto. Contudo, blocos produzidos com solos com 30% de silte + argila e 70% de areia, apresentaram ótimos resultados (SAHARA, 2006). Este composto por areia média (grão de 0,20 a 0,60 mm). Quando o solo utilizado não está enquadrado nos requisitos citados, faz-se uma correção granulométrica. Por exemplo, se o solo obtiver uma taxa muito alta de argila adiciona-se areia. O inverso também é permitido, pois a quantidade excessiva de areia no bloco pode torná-lo quebradiço ou esfarelar após compactação e a proporção dependerá de casa solo.

O cimento

O cimento pode ser classificado de acordo com sua composição ou segundo sua resistência à compressão, existindo mais de 5 tipos diferentes, os quais são definidos pelas propriedades necessárias à utilização final do produto. Em 2006, a produção brasileira de cimento alcançou o patamar recorde de 41,9 milhões de toneladas , com o aumento de 8% sobre o ano anterior. Os dados do setor em 2006 consolidam o Brasil como o 9º maior consumidor e 10º maior produtor mundial de cimento.

Para o ano de 2007 as projeções preliminares indicam um crescimento de 5% no consumo de cimento. (SNIC, 2006)

Atualmente, o cimento portland composto (CPII) é o mais comercializado, sendo facilmente encontrado no mercado e respondendo por aproximadamente 75% da produção industrial do país. (SEGATTINI & ÂLCANTARA; 2007).

Com a busca pela sustentabilidade, o setor da construção civil passou a procurar meios de diminuir a agressão ao meio ambiente. Assim, a utilização do cimento portland CP III deixou de estar apenas em obras em que se faz necessário um aglomerante com reações químicas mais lentas e passou a estar também em todo o tipo de construção. Sua produção por conter até 70% de escória de alto-forno traz as seguintes vantagens: contribui com a redução de até 70% do consumo de energia elétrica ao ser produzido, além de explorar menos os recursos minerais, diminuir a emissão de CO e eliminar um passivo ambiental, que neste caso é a escória de alto-forno, sendo transformada em cimento de alto desempenho e resistente aos meios agressivos. (AMBTEC, 2006).

Água

A água deve ser isenta de impurezas nocivas à hidratação do cimento, como materiais orgânicos e sulfatos. Caso haja necessidade de usar água de poço (cisternas), a mesma deverá passar por uma análise, afim de verificar se os componentes existentes não influenciaram a mistura.

Controle de qualidade

O controle de qualidade dos blocos de solo-cimento é realizado em laboratório com a finalidade de garantir a eficiência total do produto. Ele acontece desde a compra do solo, passando pelo teste de

granulometria para caracterizar o tipo de solo, se é arenoso ou argiloso, além da dosagem do traço sendo muito importante, pois nele se verifica o consumo de cimento. Posteriormente a essas etapas, acontece a produção na fábrica com a mistura do solo, do cimento e da água e em seguida prensagem. Já o processo de cura ocorre depois com todo o lote empilhado. No laboratório as amostras são levadas para a realização dos ensaios de resistência à compressão, absorção de água e controle dimensional.

2. OBJETIVO:

Este artigo tem como objetivo discutir o controle de qualidade de bloco de solo-cimento e mostrar a importância dos ensaios de resistência à compressão e absorção e o controle dimensional realizados nos blocos que são utilizados na construção de casas populares na comunidade de São Benedito em Vitória - E.S.

3. METODOLOGIA

3.1 Granulometria

As amostras de solos para fazer a granulometria foram coletadas em uma mesma região no município da Serra e que possui jazidas com excelentes solos. Não foi possível fazer essa coleta em Vitória, devido não haver jazidas.

Os estudiosos classificam os solos também pelas cores, e desta maneira foram adquiridos 3 tipos: solo de cor vermelha e o de cor amarela, considerado sempre de boa qualidade, e o solo mais escuro de cor cinza com qualidade inferior aos outros

A massa representativa das amostras para análise, segue NBR 7217/87. Essa amostra é seca em estufa com temperatura de 105° C, peneirada mecânica e manualmente. Desse ponto em diante são procedidos cálculos que mostram o módulo de finura e quanto ficou retido em cada peneira. Foram utilizadas três amostras, retiradas em várias épocas:

A primeira amostra com o solo de cor amarela com taxa de areia de 85,96% e 14,04 % de argila, foi do solo comprado para a fábrica em meados de abril.

A segunda amostra foi uma mistura de solo de cor vermelha com 54,3 % de areia e 45,7% de argila com um solo de cor cinza com taxas 42,3 % de areia e 57,7 % de argila. Como as porcentagens dos dois solos ficaram muito próximas e já se sabe que a eficiência não é boa, realizou-se um estudo para chegar ao solo ideal com 70% de areia e 30 % de argila. Assim, criando o terceiro solo, o chamado de A. esse solo foi utilizado até novembro.

O terceiro solo adquirido em meados de novembro teve como resultado em sua análise 89,55 % de areia e 10,45 % de argila. (chamado de solo novo na fábrica)

Todos os três procedimentos resultaram em traços que foram utilizados e reavaliados ao longo da pesquisa.

3.2 dosagem da mistura

O estudo de dosagem ou proporção da mistura (traço) aconteceram em função dos solos utilizados. E como não se dispunha de balanças, o valor dado de cada componente era em volume, mas precisamente em latas. Outro fator importante a ser mencionando é que no tempo em que os blocos foram sendo produzidos a máquina estava com problemas de compactação e isso influenciou no controle dimensional, que será comentado mais adiante.

Na primeira dosagem, em laboratório, chegou-se a proporção de: 1,5 kg de cimento: 18,75 kg de solo: 1,559 litros de água.

A partir da segunda dosagem, já na fábrica existiram complicações, pois todas as medições de água eram feitas pelos membros da fábrica e eles ainda estava em fase de adaptação com a técnica do solo-cimento não dosando corretamente a água. Contudo, a qualidade de matéria-prima permaneceu.

A terceira dosagem foi de 11 latas de solo vermelho, 7 latas de solo cinza, 2 latas de cimento e ½ de cal.

A quarta dosagem: 13 latas de solo vermelho, 5 de solo cinza, 2 latas de cimento, 1 lata de cal.

A quinta dosagem: 11 latas de solo A, 7 latas de solo novo, 2 latas de cimento, ½ lata de cal.

A quantidade de cimento esteve elevada em todas as dosagens para garantir a resistência dos blocos, uma vez que a máquina possuía problemas em sua compactação, com foi mencionada. A cal ajudou mais um como aglomerante nesse processo, devido os blocos estarem apresentando dificuldades na hora desmolde.

3.3 Controle dimensional

O controle dimensional começou a ser realizado no momento em que se notou que os diâmetros dos blocos não estavam proporcionais. A partir dessa análise, as outras dimensões também foram verificadas.

A princípio a máquina estava calibrada para moldar blocos de dimensão de 23 x 11,5 x 5,7 cm. A máquina obteve uma nova calibração, sendo adotada as dimensões de 25 x 12,5 x 6,25 cm. A NBR 10835, determina que as dimensões devam atender a tolerância de fabricação de ± 3 mm para cada uma das três dimensões.

3.4 Ensaio de absorção

O procedimento acontece com finalidade de identificar a quantidade de água que o bloco absorve. Os corpos-de-prova são colocados em estufa com temperatura de 105°C até constância de massa, pesado após 20 minutos de resfriamento para que a umidade do ar não interfira na massa inicial (M1). Após resfriamento total dos blocos, eles são imersos em água por 24 horas. Logo após esse tempo, são pesados com a finalidade de obter a massa final (M2). A porcentagem de absorção de cada bloco é obtida através da equação 1.

$$\% \text{ Abs} = \frac{(M2 - M1)}{M1} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

As condições específicas para tal característica é que devem ter média menor de 20 % e resultado individual menor que 22%.

3.5 Ensaio de resistência à compressão

Teste que verifica a carga que o bloco suporta. Cada bloco é imerso em água no tempo de 10 à 15 minutos para reter umidade, e não desidratar com rapidez a pasta de cimento que terá no seu capeamento. Não foi necessário fazer uma dosagem específica para esta pasta, pelo fato dela somente ter a função reguladora da superfície do corpo-de-prova.

4 . ANÁLISE E RESULTADOS

4.1 Resultados do controle dimensional

No final da pesquisa, no mês de dezembro houve a troca da máquina e com as dimensões já citadas de 25 x 12,5 x 6,25 cm. Com isso não houve mais troca de dosagem e o último estudo de traço permaneceu e os resultados das medidas dimensionais são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Dimensões dos blocos (mm).

Tipo de solo	número	Diâmetro 1	Diâmetro 2	Largura	Comprimento	Altura
Solo vermelho	1	60,00	60,0	125,00	250,00	62,5
Solo vermelho	2	60,00	60,0	125,00	250,00	62,5
Solo vermelho	3	60,00	60,0	125,00	250,00	62,5
Solo vermelho	4	60,00	60,0	125,00	250,00	62,5
Solo vermelho	5	60,00	60,0	125,00	250,00	62,5
Solo vermelho	6	60,00	60,0	125,00	250,00	62,5

Observa-se que não houve variação dimensional e que, portanto foi atendida a variação máxima permitida de ± 3 mm.

4.2 Resultados da absorção de água.

Na tabela 2, são apresentados os resultados médios obtidos em cinco corpos-de-prova para cada amostra. Cada amostra representa a produção semanal da fábrica.

Tabela 2 – Absorção de água dos blocos.

Absorção de água (%)	
Amostra 01	19,0
Amostra 02	14,8
Amostra 03	18,1
Amostra 04	18,6
Amostra 05	19,5

Os resultados obtidos atendem aos limites da norma, tanto os valores individuais de 22% no máximo, quanto o valor médio máximo de 20%.

4.3 Resultados do ensaio de resistência à compressão.

Os resultados estão descritos na tabela 3 onde se observa que a amostra 4 não atendeu o limite mínimo de 2,0 MPa, exigido pela norma da ABNT.

Tabela 3 – Resistência à compressão dos blocos.

Resistência à compressão (MPa)	
Amostra 01	3,5
Amostra 02	4,2
Amostra 03	2,4
Amostra 04	1,3
Amostra 05	4,1

5 . CONCLUSÕES

A fábrica é administrada pelos próprios moradores do bairro de São Benedito e os seus funcionários são pessoas que não dispunham de conhecimentos técnicos sobre a produção de blocos de solo-cimento. O desafio de implementar um controle de qualidade na fábrica foi inicialmente muito dificultado, tanto pela diversificação dos solos utilizados, bem como a máquina utilizada no início do processo.

Com o passar do tempo houve a melhoria da máquina e uma maior uniformidade do tipo de solo utilizado. Os operários da fábrica também começaram a perceber a importância do controle de qualidade dos blocos de solo-cimento produzidos, a ponto de obtermos já no mês de dezembro de 2007, amostra 05, blocos que atendiam plenamente as especificações quanto ao controle dimensional, absorção de água e de resistência à compressão.

O controle de qualidade continua no ano de 2008, com a participação de técnicas de controle de qualidade não só do material, mas principalmente de todas as etapas que se desenvolvem na fábrica, desde a aquisição de matérias primas, quanto ao estoque e distribuição dos blocos.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8491: **Tijolo maciço de solo-cimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986

___NBR 8491: **Tijolo maciço de solo-cimento - determinação da resistência à compressão e da Absorção de água**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

___NBR 7217: **Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987

___NBR 10833: **Fabricação de tijolo maciço e bloco vazado de solo-cimento com utilização de prensa hidráulica**. Rio de Janeiro: 1989

___NBR 10834: **Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994

___NBR 10385: **Bloco vazado de solo-cimento - forma e dimensões**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994

____NBR 10836: **Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural - determinação da resistência à compressão e da absorção de água.** Rio de Janeiro: ABNT, 1987

BÁSICO SOBRE CIMENTO. http://www.abcp.org.br/basico_sobre_cimento/index.shtml < acessado em 24/02/08 às 12:30 >

BARBOSA, N. P. GHAVANNI, K. **Terra Crua para Edificações.** Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciências e Engenharia de Materiais. IBRACON, 2007

CEPED – Centro de Pesquisas de Desenvolvimento da Bahia, Convênio CEPED / BNH / URBIS.
Manual de Construção com Solo-Cimento

CONDER / PMC / OEA / CEBRACE. **Programa tecnologias da habitação** – THABA, datado de 1984.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
AMBTEC. **Questionário sobre cimento portland CPIII-32 RS.**
www.ibama.gov.br/ambtec/nov.php?comando=questionarios&opcao=3&questionarios%5BRES_ID%5D=1588&questionarios%5BTP_QUESTIONARIO%5D=1 < acesso em dia 21/07/2007 às 01:00 >

RELATÓRIO DO SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE CIMENTO 2006.
http://www.snic.org.br/25set1024/relat_2006-7.html

SAHARA- Tecnologia Máquinas e Equipamentos LDTA. **O Solo-Cimento na Fabricação do Tijolo Modular,** 2006

SEGATINNI, A. A. S., ALCÂNTARA, M. A. M.- **Solo-Cimento e Solo- Cal.** Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciências e Engenharia de Materiais, IBRACON, 2007

SOLO-CIMENTO. [/www.banet.com.br/construcoes/materiais/solo_cimento/solo_cimento.htm](http://www.banet.com.br/construcoes/materiais/solo_cimento/solo_cimento.htm)