

PRODUÇÃO DE TIJOLO SOLO-CIMENTO COM O SOLO DA REGIÃO DE SÃO VICENTE-MT

Suélien Barros Ramos- Departamento da Área de Construção Civil-IFMT;
Rua Professora Zulmira Canavarros, Nº 93 Bairro Centro CEP 78005-200 Cuiabá MT;
suellen_.barros@hotmail.com;

Este trabalho tem por objetivo apresentar um estudo realizado em laboratório avaliando o solo da região de São Vicente – Mato Grosso, para fabricação de tijolos solo-cimento. Eles serão utilizados na construção de uma casa no campus do IFMT. Tal residência passará por avaliação durante um período, a mesma apresentando resultados positivos, ou seja, sem rachaduras e fissuras, motivadas pela qualidade dos tijolos, estabelece futuramente uma construção de uma vila naquela localidade. O tijolo ecológico possui sistema de produção sustentável, baixo custo econômico e mão de obra barata. Na característica do solo observou-se a necessidade de adicionar areia na mistura do traço para obter a resistência de compressão simples e limite de absorção de água, portanto foram submetidos aos métodos de padronização das normas da ABNT. Os resultados obtidos com os ensaios de caracterização do solo e do traço produziram tijolos de qualidade que apresentam boas condições para uso.

Palavras-chaves: Solo, tijolo, solo-cimento, caracterização.

ABSTRACT

This work has for object to present a study accomplished in laboratory evaluating the soil the region São Vicente-MT, to fabrication the bricks soil-cement. They will utilized in construction of a house in campus São Vicente. Such residence will pass by evaluation during a period, presenting results positive, no cracks, provoked by quality of the bricks, establishes in future a construction tidings villa that locality. The brick ecological system production

has sustainable, low cost and is economic. In characterized of soil visualization is necessary add sand in dosage of the trace to obtain resistance compressive and water absorption, submitting the standard method of ABNT. Results obtained of characterized soil manufactures bricks of the quality, presents good condition for use.

INTRODUÇÃO

A utilização do solo-cimento é visto como um dos métodos mais barato por ter sistema construtivo de baixo custo, ao ser comparado com outros processos efetuados, como exemplo os blocos de cerâmica e de concreto, adquirindo vantagens sobre eles, exige pouca mão de obra e suas produções podem chegar há 300 a 800 tijolos por dia através de máquinas manuais, e 800 a 1200 tijolos por dia em prensas hidráulicas, além da abundância de matéria prima, possui facilidade na sua aplicação. Baseando nessas informações esse trabalho dedica a uma realização de estudos com o solo da região de São Vicente para fabricar tijolo de solo-cimento, empregando o traço apropriado enquadrando-se nas exigências da ABNT para ser usado na construção de habitação no campus São Vicente do IFMT.

REFERENCIAL TEÓRICO

Nos relatos históricos os antigos exploraram o solo como recurso natural, criando várias obras, sendo uma delas a Grande Muralha da China. Na Babilônia, Mesopotâmia, Assíria e Egito construíram os arcos e domos com blocos de adobe. No Brasil segundo os estudos de Carlos Cerqueira relatou que no período colonial a matéria prima nas construções em São Paulo é o solo com sistema construtivo de taipa-de-pilão. Entretanto, o interesse da utilização do solo ocorreu após as duas grandes guerras, devido à escassez dos materiais de habitação os governadores desenvolveram programas de construções, através de experimentos, investigaram o comportamento estrutural do solo-cimento compactado. A PCA-Portland Cement Association iniciou diversas pesquisas definindo métodos de dosagens, no Brasil em 1941 uma organização semelhante à PCA já certificava de um método dosagem. Segundo a (ABCP-1984), o solo-cimento é o resultado de uma mistura homogênea com proporções de solo, cimento e água, que são compactados e

elevados para um processo de cura, o efeito do cimento serve para aumentar sua resistência e diminuir a contração.

MATERIAIS E MÉTODOS

SOLO

O solo foi extraído de um terreno próximo do IFMT - Campus São Vicente. Foram realizados análises de características físicas e químicas do solo em questão. Segundo a NBR 10833:2012 o solo deve atender aos requisitos ilustrados na Tabela 1. A norma também adverte para a presença de matéria orgânica, a qual prejudica na hidratação do cimento, por isso recomenda-se utilizar solo que atenda à NBR 49: 2001.

Tabela 1. Critérios de características do solo.

Material Passante	Peneiras	Limite de Liquidez	Índice de Plasticidade
100%	4,75mm	≤ 45%	≤ 18%
10% a 50%	75 µm		

Na definição de escolha do material deve-se atribuir a trabalhabilidade como um meio de facilitar o destorramento e a mistura com o aditivo, sendo assim, não é adequado a utilização de solos com torrões argilosos, porque ultrapassam o tempo da mão de obra e causa retração.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A análise granulométrica procura definir o tamanho das partículas dos grãos da amostra extraída, os procedimentos são apresentados pelos ensaios de peneiramento e sedimentação fornecidos pela NBR 7181:1984. O solo foi ensaiado com defloculante solução de hexametáfosfato de sódio para ensaio de sedimentação, os objetivos dos ensaios foi a definição da porcentagem de pedregulho, areia, silte e argila na caracterização da amostra, para empregar na dosagem de solo-cimento. Segundo a (ABCP: 1984), o solo arenoso é o mais adequado para fabricação de tijolos de solo-cimento. Entretanto, é aconselhável uma fração de 20% de teor de silte e argila para a coesão e resistência inicial no ato da compactação. O solo deve ter graduações diferentes onde o cimento agirá como aglomerante ligando as partículas. A Tabela 2 apresenta critérios para seleção de granulometria do solo.

Tabela 2 - Critério para seleção de Granulometria do Solo

Critérios	CINVA	ICPA	MERRIL	HOUBEN
Areia	45% a 80%	60% a 80%	≥ a 50%	40% a 70%
Silte + Argila		10 % a 20%		0 a 30%
Argila	20% a 55%	5% a 10%		20% a 30%

Fonte: ABCP, 1984.

CIMENTO

Entre a escolha do cimento foi escolhido o CP II-E 32 Cimento Portland Composto por Escória. O cimento é um pó fino age como aglomerante hidráulico, sua produção é pela moagem de clínquer consistente em silicatos de cálcio (Pini, 1994). Na dosagem é destacado por fornecer durabilidade e resistência, porém é um dos materiais mais caros no traço, com isso seu consumo sempre é menor.

LIMITES DE CONSISTÊNCIA

O limite de consistência interfere na expressão de trabalhabilidade, quanto maior for o limite mais dificuldades existe na dosagem do traço, no destorroamento e na secagem. Segundo a NBR 10833:2012, o limite de liquidez não pode ultrapassar á 45%, e o índice de plasticidade a 18%, contudo, são realizados ensaios de LL pela NBR 6459:1984, baseando o teor de umidade no qual o solo passa de um comportamento plástico para líquido, seu resultado é adquirido na umidade de 25 golpes através do aparelho Casagrande. O ensaio de Limite de Plasticidade é sucedido pelo método descrito na NBR 7180:1984, pela moldagem de três cilindros de amostra ambos de 3mm de diâmetro, calculando a média da umidade dessas amostras, caso não seja possível moldar o cilindro determina-se que o solo não tem limite de plasticidade, o índice de plasticidade é o resultado do Limite de Liquidez subtraído pelo Limite de Plasticidade.

RETRAÇÃO

O ensaio de retração determina o estado do solo na sua secagem, o método conhecido como ensaio da caixa foi desenvolvido para medir a retração. Tal procedimento ocorre com uma porção de solo destorroado fazendo uma mistura com água até se formar uma argamassa, essa mistura é colocada em uma caixa de madeira de dimensões internas de 60 x 8,5 e 3,5

cm, após sete dias, mede-se a retração no sentido do comprimento, o resultado não pode ser superior a 2 cm, e nem ter vestígios de trincas e fissuras, caso, não apresente essas informações o solo está apto para o processo de construção.

DOSAGEM E PRODUÇÃO

A dosagem é composta pela mistura do solo, cimento e água, sendo o solo em maior proporção e o cimento em menor, na mistura ocorre reações físicas e químicas estabilizando o solo. No procedimento também pode adicionar areia, fibras e outros materiais para aumentar o desempenho de resistência, acabamento e durabilidade. O solo é o que influencia na dosagem desta forma não pode ter matéria orgânica. O cimento age para obter resistência mecânica, durabilidade, porém o uso em excesso causa fissuras na hora da secagem, além de custos elevados. No procedimento da mistura o solo é destorroado e passado na peneira 4,8mm, logo é adicionado o cimento adquirindo uma coloração uniforme com a homogeneização, a água é adicionada em forma de chuveiro evitando bolotas, a argamassa deve apresentar como uma farofa, para saber a obtenção da umidade e moldagem, aperta-se a mistura com a palma da mão formando um bolo com marcas dos dedos, se o bolo não esfarelar o material pode ser transferido para a prensa. Os tijolos fabricados devem submeter ao processo de cura durante 7 dias, aos 28 dias são realizados ensaios de absorção de água e compressão simples, atendendo resultados satisfatório é selecionado o melhor traço para processo de fabricação.

ABSORÇÃO DE ÁGUA

No ensaio de absorção de água de acordo com a NBR 8492:2012, é selecionado 3 corpos de prova retirados de cada lote fabricado, levando para a secagem na estufa em temperatura de 105°C a 110°C, obtendo a massa 1 em gramas do corpo de prova seco. Em seguida imergir em um tanque durante 24 h, após a secagem em temperatura ambiente, retira-se do tanque e enxugado levemente com um pano úmido, obtendo a massa saturada do corpo de prova como massa 2, em gramas. Os resultados são satisfatórios quando a porcentagem de absorção individual for $\leq 22\%$ e o valor médio $\leq 20\%$, a expressão é determinada pela equação (A).

$$A = [(M2 - M1) / M1] \times 100 \text{ Equação (A)}$$

onde:

A = Absorção de água em (%)

M1 = Massa seca em estufa (g)

M2 = Massa Saturada (g)

RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES

A resistência de compressão simples é apresentada a partir dos 28 dias de idade de acordo com a NBR 10834:1994, cujos resultados devem ser ≥ 2 MPa para valores individuais, e $\geq 1,7$ para valores de média. O corpo de prova submetido ao ensaio deve apresentar faces planas, regularizada por capeamento com pasta de cimento Portland, com espessura máxima de 3mm, o corpo de prova é colocado no prato inferior da máquina de ensaio a compressão, de maneira centrada. Aplica-se uma carga uniforme sendo a razão de 500 N/s, até ocorrer a ruptura do corpo de prova. Os cálculos devem ser efetuados conforme a equação (B).

$$f_t = \frac{F}{S} \text{ Equação (B)}$$

onde:

f_t = Resistência a compressão simples em (MPa);

F = A carga de ruptura do corpo de prova expressa em (N):

S = É a área da aplicação da carga, expressa em (mm²):

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Na caracterização do solo pela análise granulométrica os resultados descrevem uma grande porcentagem de solo arenoso, o qual é estabelecido como um dos principais critérios para fabricação do tijolo, a composição granulométrica está graduada entre 35% de areia média, 57% de areia fina e 8% de argila, essa granulometria se encaixa nos critérios de Merrill que o solo deve ter composição $\geq$ a 50% de areia. A quantidade de argila do material não ultrapassou a 8%, as técnicas recomendam a porcentagem de no mínimo 20% teores de argila para que tenha uma coesão no ato de compactação. A Figura 1 indica curva granulométrica do solo baseando a sua graduação.

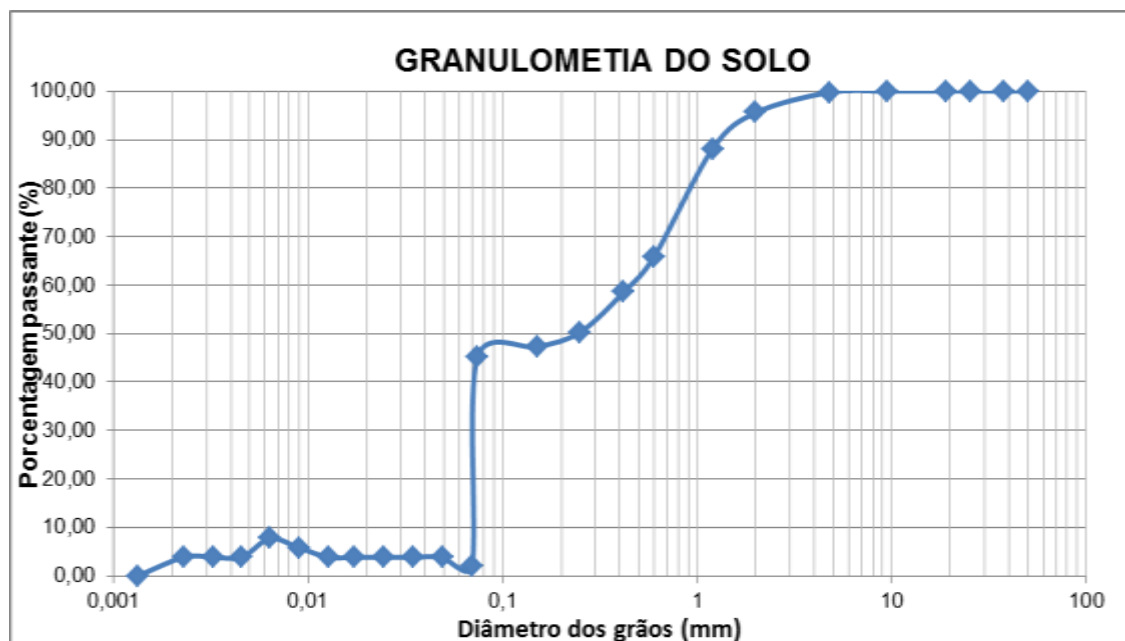


Figura 1. Distribuição Granulométrica do Solo

LIMITE DE CONSISTÊNCIA

Com os ensaios de Limite de liquidez e Limite de Plasticidade os resultados foram satisfatórios atendendo a NBR 10833:2012, a sugestão da norma estabelece que o LL não ultrapasse a 45% e IP a 18%. A Tabela 3 apresenta os resultados dos estudos de limite de consistência do solo.

Tabela 3-Resultados de LL, LP e IP do solo.

Ensaio	Resultado
Limite de Liquidez	34%
Limite de Plasticidade	18%
Índice de Plasticidade	16%

RETRAÇÃO

O ensaio pelo método da caixa para verificar vestígio de trincas e fissuras, retração do solo após a secagem de sete dias na forma, revelou dados da amostra ensaiada, sendo o solo adequada para o procedimento de construção, a retração do solo não ultrapassou os 2 cm, a retração medida da amostra foi de 1,7 cm e não houve resultados de trincas e fissuras, as amostras do ensaio são ilustradas na Figura 2.



Figura 2. Início e fim do ensaio de Retração.

FABRICAÇÃO DOS TIJOLOS

Na procedência de fabricação do tijolo solo-cimento, diversos solos foram coletados, dentre eles o solo do próprio campus São Vicente como a primeira amostra indicada na Figura 3, no entanto, não atingiu as recomendações das normas devido ao excesso de argila na sua composição e Limites de Consistência superior ao estabelecido, além de torrões que trouxeram dificuldades para o destorroamento. Outra sugestão foi à coleta da segunda amostra Figura 4, o qual apresentou boas condições para a sua utilização conforme resultados dos ensaios.



Figura 3. Primeira amostra coletada com característica de solo argiloso.



Figura 4. Solo usado para fabricação de tijolo.

O traço selecionado foi 1: 2,7:6,3 (cimento, areia média, e solo). Foram misturados na Betoneira o solo e o cimento, porém o processo de homogeneização foi manualmente com o uso da enxada, após isso o solo foi peneirado na peneira 2,4mm, apresentando-se uma farofa com uma coloração uniforme, em seguida realizados testes com a mão verificando a moldagem, e levados para a prensa de compactação para moldagem dos tijolos, onde as dimensões são de 248 mm de comprimento, 124,80mm de Largura e 6,00 mm de altura, depois passaram pelo processo de cura durante sete dias. A Figura 5 demonstra as amostras de tijolos que foram produzidos.



Figura 5. Amostras produzidas de tijolo solo-cimento.

ABSORÇÃO DE ÁGUA

Os resultados dos ensaios de absorção de água procederam conforme os requisitos da NBR 10834:1994, os valores da média de absorção de água foram de 14%, produzindo um bom resultado mediante a NBR 10834:1994 que define o resultado seja $\leq 20\%$.

RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES

Para o ensaio de resistência a compressão simples foram efetuadas duas etapas, obtendo resultados de 7 dias de idade, nessa primeira etapa o tijolo foi capeado individualmente, ou seja, não foram cortados ao meio, e nem submetido ao encaixe, a segunda etapa as amostras foram ensaiadas aos 28 dias conforme a NBR 8492:2012, os tijolos foram cortados ao meio e submetido ao método de encaixe. Verifica-se conforme a Figura que os resultados se enquadram na norma que direciona os valores individuais $\geq 1,7$ Mpa e para médias de resistência ≥ 2 Mpa, a média dos tijolos fabricados com 7 dias foi de 2,13 Mpa e de 28 dias 3,34 Mpa.

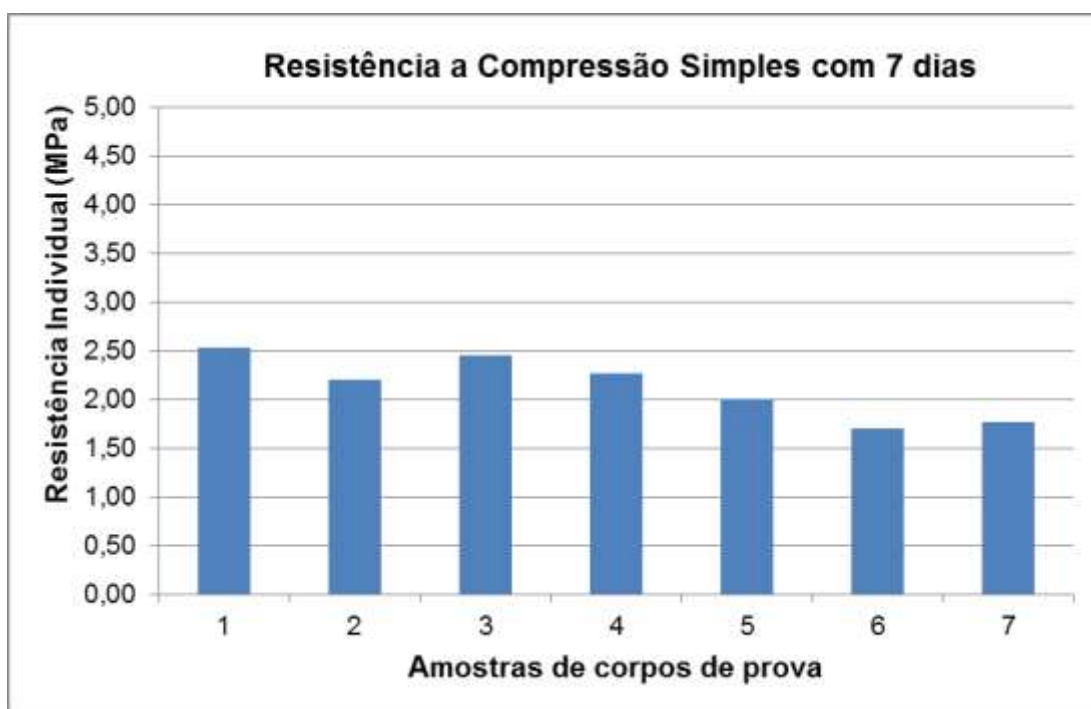


Figura 5. Gráfico de resultados da resistência a compressão.

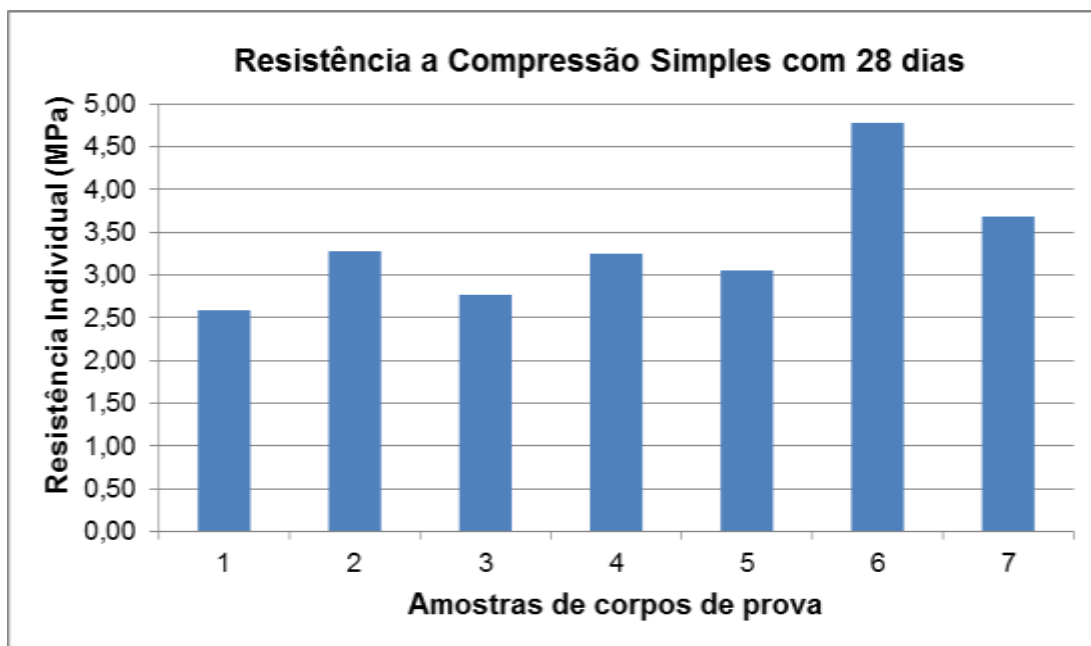


Figura 6. Gráfico de resultados da resistência a compressão.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com os estudos de caracterização do solo para fabricação de tijolo solo-cimento demonstram que nem todos os tipos de solo existente no local são habilitados para a fabricação devido à quantidade de argila, sendo um dos exemplos a primeira amostra coletada no campus. A amostra 2 apresenta-se adequada para a fabricação, as análises revelaram que o solo possui uma grande porcentagem de areia fina, porém para melhores resultados, foi necessário adicionar areia média. Com essas condições os resultados atingiram a resistência à compressão, através do traço (1: 2,7:6,3). Produziram tijolos resistentes que não absorve muita água, e nem apresentou fissuras, dentro dessas informações observou-se que o uso do solo sem aditivo absorve muito cimento para poder ganhar resistência à compressão. Essas conclusões indicaram resultados do solo estudado, sendo apto para ser empregado na fabricação de tijolo solo-cimento, e ser usado na construção de habitação, o qual foi o objetivo da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10833: Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica- Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. 3p.

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11578: Cimento Portland composto-Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.5p.

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 49: Agregado Miúdo – Determinação de impurezas orgânicas. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.9p

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6457: Amostra de Solo-Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização: Rio de Janeiro: ABNT, 1986. 9p.

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6459: Solo-Determinação de limite de Liquidez: Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 6p.

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7180: Solo-Determinação do limite de plasticidade: Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 3p

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6508: Grãos de solo que passam na peneira 4,8mm-Determinação de massa específica: Rio de Janeiro: ABNT, 1984.8p

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 7181: Solo-Análise Granulométrica: Rio de Janeiro: ABNT, 1984.13p

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 10834: Bloco vazado de solo cimento sem função estrutural- Especificação: Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 3p

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 10836: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural-Determinação da resistência a compressão e da absorção de água-Método de ensaio: Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 2p

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 8492: Tijolo de solo-cimento-Análise dimensional, determinação de resistência a compressão e da absorção de água-Método de ensaio: Rio de Janeiro: ABNT, 2012. 4p.

ABCP-Associação Brasileira de Cimento Portland. Manual de construção com solo-cimento. 3 ed. São Paulo: ABCP, 1984.147p.

SOUZA, B.L.M, Segantini, A.S.A, Pereira, A.J. Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola, Campina Grande, PB, v. 12, n.2, p 205-2012, 2008.