

**ANÁLISE DE DESEMPENHO DE TIJOLO DE SOLO CIMENTO PARA  
HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL CONSIDERANDO-SE AS PRINCIPAIS  
PROPRIEDADES REQUERIDAS PARA O TIJOLO E O PROCESSO DE  
PRODUÇÃO EMPREGADO. ESTUDO DE CASO REALIZADO EM BRASÍLIA -  
DISTRITO FEDERAL**

**SPOSTO, Rosa Maria (Prof. Dr.)**

Universidade de Brasília

## **RESUMO**

O déficit habitacional no Brasil é um problema nos dias de hoje. O desenvolvimento da tecnologia nesta área é necessário para atender a população de baixa renda. A tecnologia de solo cimento pode fornecer novas opções de casas com preços acessíveis. Esta tecnologia permite às pessoas construir suas próprias casas porque o processo de construção é muito simples. Além disso, esse processo gera um alto índice de empregos. Este trabalho é referente à avaliação de tijolo de solo cimento usado em habitações de interesse social. Neste estudo, foram considerados dois tipos de tijolos, e estudadas algumas das propriedades principais como resistência à compressão e índice de absorção. Outro fator considerado no estudo foi o processo de produção.

## **1 - Introdução**

Nos últimos anos a busca pela qualidade e sustentabilidade na construção de edifícios tem sido cada vez mais intensificada. Na área de habitação, o déficit de 6,65 milhões faz com que seja necessária a realização de pesquisas sobre tecnologias locais, as quais possam ser facilmente utilizadas pela população, principalmente quando a construção é realizada por meio de auto-construção.

Do ponto de vista da sustentabilidade, considera-se uma das maiores vantagens do tijolo de solo cimento, comparativamente ao tijolo maciço ou ao bloco cerâmico furado, a não necessidade da queima. Observa-se que a queima ainda é, em muitos locais no Brasil, realizada por meio de combustíveis fósseis como a lenha, que é o caso do entorno de Brasília.

Este estudo justifica-se devido à necessidade de avaliação do desempenho do tijolo de solo cimento produzido no entorno de Brasília. Observa-se que este vem sendo utilizado na região na maioria das vezes sem uma avaliação prévia de seu comportamento.

Este trabalho foi realizado em parceria com a Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, o Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa - SEBRAE-DF, no âmbito do PATME-A (Programa de Apoio à micro empresa). Posteriormente veio a gerar uma dissertação de mestrado orientada pelo autor deste trabalho (Ver ARANGUREN (2000)).

Foram considerados no estudo amostras de tijolos de solo cimento maciço e com furos fabricadas por uma cooperativa do entorno de Brasília.

As amostras se caracterizaram segundo o tipo de solo e de traço empregado (foram empregados três tipos de solos arenosos e duas composições de traços, com maior e menor porcentagem de cimento e com adição de cal), sendo que todas as informações referentes às mesmas foram fornecidas pela Cooperativa. Foram obtidos resultados de caracterização dos tijolos, referentes a verificação visual e das dimensões apresentadas, de resistência a compressão e de índice de absorção.

Ressalta-se que os resultados apresentados neste trabalho restringem-se as amostras fornecidas pela Cooperativa.

## 2 – Objetivos

- Avaliação do desempenho das principais propriedades do tijolo de solo cimento produzido por uma Cooperativa do entorno de Brasília tendo em vista a sua utilização como alvenaria de habitações térreas e
- Análise do processo empregado.

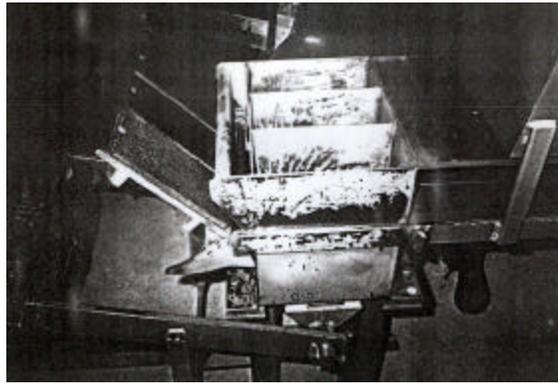
## 3 – Breve descrição dos tijolos analisados

Foram analisados dois tipos de tijolos de solo cimento. O primeiro, do tipo maciço (com reentrâncias) e o segundo, com furos para fins de passagem de tubulação, conforme apresentados na foto 1.



**Foto 1 – Vista dos tijolos maciços (esquerda) e com furos (direita) estudados**

Para a produção dos tijolos a Cooperativa produz (em três turnos) uma média de 3.500 tijolos/dia. O tijolo de solo cimento é obtido a partir da mistura de solo e cimento, sendo que também tem sido utilizada pela Cooperativa cal na mistura, substituindo parte do cimento. O processo de conformação utilizado pela Cooperativa é a prensagem manual, com a produção de três (03) tijolos por prensada. A foto 2 apresenta uma vista da prensa utilizada.



**Foto 2 – Vista da prensa utilizada**

A cura do tijolo é realizada em um período de 07 dias, com molhagem das pilhas de tijolos com recipiente destinado a este fim, a cada 02 horas.

#### **4 – Alguns problemas observados no processo**

Observaram-se alguns problemas no processo, quanto à homogeneidade da mistura (solo, cimento e cal) e variação na espessura do tijolo. Em alguns ensaios preliminares de resistência à compressão de tijolos, observou-se, após o rompimento dos mesmos, a heterogeneidade da mistura, por meio da coloração distinta em um mesmo componente e também da presença de pontos brancos (isto pode ser visualizado na foto 1).

Após a análise deste problema, foi proposta a utilização de equipamento mecânico para a mistura (do tipo argamassadeira), o que foi feito pela Cooperativa, melhorando substancialmente a homogeneidade da mistura.

Quanto às dimensões do tijolo, observou-se que a sua espessura não se mantinha regular, apresentando variação substancial, conforme constatado nas primeiras amostras analisadas. Este problema foi minimizado com um ajuste na prensa, sendo que todas as outras amostras analisadas produzidas posteriormente apresentaram maior regularidade na espessura.

#### **5 – Coleta, número de amostras e tipos de ensaios realizados**

A coleta de amostras foi realizada segundo a Norma NBR 8492 (1984), em um número total de 9 amostras, sendo cada uma delas constituída por 10 corpos de prova ou tijolos com mais de 30 dias de idade. As amostras constituem-se por tijolos maciços e tijolos furados compostos com 03 diferentes tipos de solo (todos os três do tipo arenosos) e traços em volume de 10:1 (solo e cimento) ou 10: 0,5 : 0,5 (solo, cimento e cal).

Foram realizados ensaios de caracterização, resistência à compressão e índice de absorção nas amostras em estudo, conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas para tijolos de solo cimento. As amostras foram preparadas no Laboratório de Ensaios e Materiais do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Brasília, sendo que para o seu preparo tomaram-se como base os procedimentos estabelecidos nas normas NBR 8492 (1984) e NBR 8491 (1984).

## **6 – Materiais, Amostras e Ensaios: descrição**

### **6.1 – Solo: proveniência e tipo**

As amostras são compostas por três tipos de solo, os quais vêm sendo utilizados pela Cooperativa devido a sua disponibilidade como material de corte. Os solos foram denominados neste trabalho por s1 (solo proveniente de Brazlândia), s2 (solo proveniente de Samambaia) e s3 (solo proveniente de Águas Claras) e são, de acordo com ensaios já realizados anteriormente pela Cooperativa, solos do tipo arenosos.

### **6.2 – Tijolos: tipos**

Quanto ao tipo do tijolo, conforme apresentado anteriormente na foto 1, as amostras constituem-se por:

- tijolos maciços
- tijolos com furos

### **6.3 – Amostras: descrição da composição e traço**

Quanto aos materiais e composição do traço, as amostras possuem: maior teor de cimento (traço em volume 10:1, com 10 partes de solo e uma parte de cimento), denominado por t1 e menor teor de cimento com acréscimo de cal (traço em volume 10:0,5:0,5, com 10 partes de solo, 0,5 partes de cimento e 0,5 partes de cal), denominado por t2. Foram estudadas 9 amostras com 10 corpos de prova (tijolos) cada uma, sendo que estas foram assim caracterizadas:

- A1 - TSCM, s1, t1, 10 : 1 (solo e cimento);
- A2 - TSCF, s1, t1, 10 : 1 (solo e cimento);
- A3 - TSCM, s1, t2 , 10 : 0, 5: 0,50 (solo, cimento e cal);
- A4- TSCF, s1, t2 , 10 : 0, 5: 0,50 (solo, cimento e cal);
- A5- TSCM, s2, t2, 10 : 0, 5: 0,5 (solo, cimento e cal);
- A6 - TSCF, s2, t2, 10 : 0, 5: 0,5 (solo, cimento e cal);
- A7 - TSCM, s2, t2, 10 : 0, 5: 0,5 (solo, cimento e cal);
- A8 - TSCM, s3, t1, 10 : 1 (solo e cimento);
- A9 - TSCM, s3, t1, 10 : 1 (solo e cimento);

## 6.4 – Ensaios realizados: descrição

Quanto aos ensaios de resistência à compressão, estes foram realizados de acordo com a norma “Tijolo maciço de solo-cimento: determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio”- NBR 8492 (1984). A aplicação da carga foi uniforme e à razão de 500 N/s (50 kgf/s), sendo a carga levada até a ruptura dos tijolos.

Para os ensaios de determinação de índice de absorção procedeu-se segundo a norma “Tijolo maciço de solo cimento: determinação da resistência à compressão e da absorção da água- Método de ensaio” – NBR 8492 (1984).

## 7 - Resultados

### 7.1 - Caracterização visual dos tijolos

Quanto à caracterização visual dos tijolos, realizada para as amostras ensaiadas, considerando-se os principais requisitos de não existência de defeitos como trincas, lascas, etc, concluiu-se que o tijolo de solo cimento possui desempenho bom.

### 7.2 – Quanto às dimensões

Para a amostra A1, referente à TSCM, s1, t1 foram tomadas medidas referentes ao comprimento, largura e altura dos tijolos, conforme valores apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Dimensões médias e individuais dos tijolos maciços, para C, L e H tomadas na amostra A1, TSCM, s1, t1

| Nº. CP           | Comprimento C (cm) | Largura L (cm) | Altura H (cm) |
|------------------|--------------------|----------------|---------------|
| CP1              | 20,0               | 9,6            | 5,4           |
| CP2              | 19,8               | 9,8            | 5,3           |
| CP3              | 20,0               | 9,8            | 5,6           |
| CP4              | 20,0               | 9,8            | 5,4           |
| CP5              | 20,0               | 9,8            | 5,4           |
| CP6              | 20,0               | 9,8            | 5,5           |
| CP7              | 20,0               | 9,8            | 5,5           |
| CP8              | 20,0               | 9,8            | 5,5           |
| CP9              | 20,0               | 9,8            | 5,5           |
| CP10             | 20,0               | 9,8            | 5,5           |
| Dimensões médias | 19,98              | 9,78           | 5,46          |

Segundo a norma NBR 8491 (1984) “ Tijolos maciços de solo-cimento: especificação”, conclui-se que A1 é constituída por tijolos do tipo I. As larguras e os comprimentos (médias e individuais) satisfazem as tolerâncias dimensionais previstas em norma (3 mm). Quanto à altura, a norma prescreve

5,0 cm, enquanto os tijolos apresentam dimensões médias de 5,46 cm, porém observa-se que não há variação substancial dimensional entre os CPs.

Procedeu-se da mesma maneira para a amostra A2, TSCF,s1,t1, e os valores medidos são apresentados na tabela 2. Para a análise das dimensões dos tijolos com furos, porém, não se tem um parâmetro de referência dimensional, pois não foram localizadas normas da ABNT para este caso (tijolo furado).

Tabela 2 – Dimensões médias e individuais dos tijolos com furos, referentes a C, L e H tomadas na amostra A2, TSCF, s1,t1

| Nº. CP           | Comprimento<br>(cm) | Largura<br>(cm) | Altura<br>(cm) |
|------------------|---------------------|-----------------|----------------|
| CP1              | 20,0                | 9,8             | 5,5            |
| CP2              | 20,0                | 9,7             | 5,5            |
| CP3              | 20,0                | 9,7             | 5,5            |
| CP4              | 20,0                | 9,5             | 5,5            |
| CP5              | 20,0                | 9,8             | 5,5            |
| CP6              | 20,0                | 9,8             | 5,5            |
| CP7              | 20,0                | 9,8             | 5,4            |
| CP8              | 20,0                | 9,8             | 5,4            |
| CP9              | 20,0                | 9,8             | 5,0            |
| CP10             | 20,0                | 9,7             | 5,0            |
| Dimensões médias | 20,0                | 9,74            | 5,38           |

Quanto à variação dimensional entre os tijolos, observa-se, na tabela 2, que os comprimentos e as larguras não apresentaram variação substancial nas medidas tomadas entre os CPs, enquanto para as alturas houve uma variação maior que 3 mm observada nos CP9 e CP10, em relação aos demais.

Objetivando a melhoria do processo, quanto a um melhor controle dimensional (principalmente da altura do tijolo) procedeu-se ao ajuste da prensa para as demais amostras, sendo que obteve-se sucesso no objetivo desejado.

### 7.3 – Resistência à Compressão dos tijolos

Foram realizados ensaios de resistência a compressão para os tijolos maciços e para os tijolos com furos da Cooperativa, conforme a norma NBR 8482 – Tijolo maciço de solo-cimento – determinação da resistência a compressão e da absorção da água. Método de ensaio para as 9 amostras consideradas A1 – A9. A tabela 3 apresenta os valores de resistência média à compressão dos tijolos para as amostras ensaiadas A1 à A9.



Tabela 3 – Valores encontrados para resistência à compressão em tijolos de solo cimento para as amostras ensaiadas: A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8 e A9

| Amostra | Composição | Tipo | Idade (dias) | Rc média | Traço (volume)                   | Satisfaz NBR 8489 |
|---------|------------|------|--------------|----------|----------------------------------|-------------------|
| A1      | s1, t1     | TSCM | 30           | 2,71     | 10:1 (solo e cimento)            | Sim               |
| A2      | s1, t1     | TSCF | 30           | 2,29     | 10:1 (solo e cimento)            | Sim               |
| A3      | s1, t2     | TSCM | 30           | 1,40     | 10:0,5:0,5 (solo, cimento e cal) | Não               |
| A4      | s1, t2     | TSCF | 30           | 1,25     | 10:0,5:0,5 (solo, cimento e cal) | Não               |
| A5      | s2, t2     | TSCM | 30           | 0,83     | 10:0,5:0,5 (solo, cimento e cal) | Não               |
| A6      | s2, t2     | TSCF | 30           | 0,50     | 10:0,5:0,5 (solo, cimento e cal) | Não               |
| A7      | s2, t2     | TSCM | 30           | 0,65     | 10:0,5:0,5 (solo, cimento e cal) | Não               |
| A8      | s3, t1     | TSCF | 30           | 1,75     | 10:1 (solo e cimento)            | Não               |
| A9      | s3, t1     | TSCM | 07           | 2,05     | 10:1 (solo e cimento)            | Não               |

Observa-se, da tabela 3, que apenas as amostras A1 e A2 satisfazem a NBR 8489, indicando, assim, a utilização do solo 1 e do traço 1 para tijolos de solo cimento. Todas as demais amostras não satisfizeram a NBR 8489, porém observa-se que a amostra A9 apresentou resistência média satisfatória (sendo reprovada nas resistências individuais apresentadas), sendo que é possível, por meio de adições, por exemplo, com cimento de alta resistência, obter melhoria neste tipo de amostra, viabilizando assim o uso do solo 3 e do traço 1.

Quanto ao solo 2 e traço 2, apesar de não terem sido feitos testes com traços do tipo 1, prevê-se, de antemão, a sua inadequação, descartando-se o seu uso devido aos baixos valores encontrados. Desta forma, pode-se assim resumir os solos e traços adequados para uso em solo cimento (tabela 4), objetivando-se que as amostras satisfaçam os requisitos de resistência estabelecidos por norma.

Tabela 4 – Composição amostras X aprovação pelo critério da resistência compressão estabelecida por norma

| Composição solo e traço | Adequação            |
|-------------------------|----------------------|
| S1, t1                  | Sim                  |
| S1, t2                  | Não                  |
| S2, t2                  | Não                  |
| S3, t1                  | Necessidade melhoria |

A tabela 5 apresenta o valor obtido para a resistência média à compressão na amostra considerada satisfatória neste trabalho, A1, comparativamente aos valores obtidos por outro autor em outras amostras no DF.

Tabela 5 – Resistência à compressão do tijolo maciço de solo cimento

| Tipo | Rc média | Valor Rmín. (MPa) |
|------|----------|-------------------|
|------|----------|-------------------|

| (MPa)         |      |     |
|---------------|------|-----|
| TMSC, s1, t1  | 2,71 | 2,0 |
| TSC outros(1) | 1,5  | 2,0 |
| TSC outros(2) | 2,3  | 2,0 |

(1) Valores obtidos por SILVA (1982) com uso de cimento comum

(2) Valores obtidos por SILVA (1982) com uso de cimento de alta resistência

#### 7.4 - Quanto ao Índice de absorção

A tabela 6 apresenta alguns valores obtidos para o índice de absorção. Para as três amostras ensaiadas, a que apresentou melhor desempenho quanto à absorção de água, ou seja, menor índice de absorção, foi a amostra A1, TSCM, s1, t1, com média igual a 22 %. Embora apresentando o melhor desempenho dentre as três amostras consideradas, esta não satisfaz a NBR 8491 (1984), quanto a média e valores individuais apresentados (a norma estabelece um valor máximo de 20% e valores individuais menores que 22 %).

Tabela 6 – Amostras A1, A5 e A8 e médias de índice de absorção apresentadas

| Amostra | 1.1. CP        | Média Índice abs. Ia<br>% |
|---------|----------------|---------------------------|
| A1      | CP1, CP2 E CP3 | 22                        |
| A5      | CP1, CP2 E CP3 | 35                        |
| A8      | CP1, CP2 E CP3 | 24                        |

Como a Cooperativa está ainda em fase de aperfeiçoamento dos processos de produção dos tijolos, acredita-se que esta propriedade possa ser melhorada com alguns recursos, por exemplo, por meio do aperfeiçoamento do processo de secagem do tijolo.

A secagem pode ser realizada após a realização da cura (molhagem) por meio de estufa construída para esta finalidade, onde a cobertura pode ser feita com telha translúcida, aproveitando-se, assim, o calor incidente na mesma, porém, protegendo, ao mesmo tempo, os tijolos de intempéries.

#### 8-Conclusões finais sobre o desempenho dos tijolos analisados

Quanto à resistência à compressão, observou-se dos ensaios e análises realizadas que apenas as amostras A1 e A2 satisfizeram os valores estipulados por norma, o que nos leva a concluir pela adequação do solo tipo 1 e do traço utilizado.

Quanto ao índice de absorção, observa-se que nenhuma das amostras satisfizeram os valores estipulados por norma, concluindo-se pela necessidade de melhoria do processo na fase de secagem, dentre outros.

#### 9-Considerações finais sobre o processo e a tecnologia utilizada

Quanto aos aspectos positivos do uso desta tecnologia, ressalta-se a possibilidade que a mesma apresenta participação comunitária na produção dos tijolos.

Outro aspecto positivo a ser destacado é que o tijolo de solo cimento dispensa a queima e não consome combustível em sua fabricação. Ainda, na fabricação utiliza-se mão de obra não especializada, podendo vir a gerar muitos empregos na construção de habitação de interesse social.

A Cooperativa apresentou uma boa capacitação para o desenvolvimento do projeto, sendo que inclusive encontra-se em fase de melhoria do processo.

Como aspectos negativos ressalta-se o tipo de prensa utilizada; certamente, outras prensas do tipo hidráulicas ou extrusoras confeririam maior qualidade aos tijolos e ao processo como um todo.

## 10 – Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 8491. “Tijolo Maciço de Solo Cimento: especificação”. ABNT, Rio de Janeiro, 1984

\_\_\_\_\_ - NBR 8492. “Tijolo Maciço de Solo Cimento. Determinação da resistência à compressão e da absorção de água”. ABNT, Rio de Janeiro, 1984

ARANGUREN, C. F. C. “Análise de desempenho do tijolo de solo-cimento prensado e proposta de sua utilização em alvenaria para habitação”. Dissertação de mestrado, Faculdade de Arquitetura e urbanismo, Brasília, 2000

SPOSTO, R. M. “Análise de tijolo de solo cimento produzido pela Cooperativa Habitacional - COOPERCIM, situada em Samambaia - DF, e proposta de melhoria para a sua utilização em habitações”. PROGRAMA DE APOIO À MICRO E PEQUENA EMPRESA (PATME - A). SEBRAE-DF. Brasília., 2000

SILVA, M. R. “O uso do solo cimento na construção”. In: Materiais de Construção. Ed. Pini, São Paulo, SP, 1991 pgs 592 – 618

### Endereço para contato:

Rosa Maria Sposto

e-mail: [rmsposto@unb.br](mailto:rmsposto@unb.br)

Professora Doutora

Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - UnB

SG-12- Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Campus Universitário UnB

Asa Norte - BRASÍLIA

70900-000, DF - Brasil

Telefone: 61 2741517