

æ ensaios

UM MATERIAL DE CONSTRUÇÃO DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL: O TIJOLO DE SOLO-CIMENTO.

Prof^a. Dr^a. Maria Augusta Justi Pisani^a

Este artigo tem como objetivos descrever os tipos de tijolos de solo-cimento produzidos com prensas manuais no Brasil; relacionar as máquinas empregadas no processo e destacar os cuidados durante as etapas de fabricação e utilização destes elementos de alvenaria que podem ser considerados de baixo impacto ambiental em relação aos tradicionais.

Palavras-chave:

tijolos de solo-cimento; materiais de construção; técnicas construtivas; arquitetura de terra.

This article has as objective to describe the types of soil-cement bricks produced by manual press in Brazil; to relate the machines used in the process and to emphasize the cares during the stages of manufacturing and use of these masonry elements that can be considered of low environmental impact in relation to the traditional ones.

Word-key:

soil-cement bricks; construction materials; constructive techniques; land architecture.

UM MATERIAL DE CONSTRUÇÃO DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL: O TIJOLO DE SOLO-CIMENTO.

Prof^a. Dr^a. Maria Augusta Justi Pisani

1. Introdução

Os profissionais preocupados com os recursos naturais finitos procuram com interesse materiais e técnicas construtivas que minimizem os impactos ambientais ocasionados pela construção, da extração da matéria prima para o fabrico de materiais até os últimos acabamentos da obra arquitetônica. É indiscutível a importância da busca por arquiteturas mais sustentáveis, pois os recursos do planeta são finitos e o crescimento da população e de suas atividades têm gerado há séculos grandes violências contra o meio ambiente.

Não existe construção que não gere impacto, a busca é por intervenções que os ocasionem em menor escala.

A terra crua como material de construção é uma das tentativas de superar esse desgaste, pois este material é abundante em todo o planeta. Esses materiais de construção não gastam energia para serem queimados e possuem características isolantes que permitem um bom conforto térmico e acústico, permitindo ambientes confortáveis com menos gastos energéticos para condicioná-los.

Não se deve ignorar a energia consumida para a fabricação do cimento que entra como um dos componentes para o fabrico do tijolo de solo-cimento, porém esta é menor que a consumida para queimar os tijolos cerâmicos, pois o cimento entra em pequenas proporções em relação ao volume total de material empregado.

Ressalta-se que na história da arquitetura encontram-se há aproximadamente cinco mil anos alvenarias com terra crua e alguns tipos de aditivos e que muitas soluções plásticas distintas foram utilizadas com sucesso, podendo este material e suas possibilidades de técnicas construtivas atenderem a vários partidos arquitetônicos.

O solo-cimento é empregado desde a primeira década do século XX nos Estados Unidos e as pesquisas pioneiras sobre o material são de 1935, feitas junto a PCA – *Portland Cement Association*.

A partir de 1960 o solo-cimento começa a ter vários estudos científicos e estas pesquisas começam a ser divulgadas, principalmente por duas instituições: o IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e a ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland.

2. Equipamentos para fabricação

2.1. Prensas Manuais

Os tijolos de solo cimento podem ser produzidos por meio de prensas manuais ou motorizadas. No Brasil, são encontrados fabricantes de prensas manuais que possuem a capacidade de produzir de 500 a 2.000 unidades por dia, com operações simples e aprendizado por meio de treinamento com a duração de 8 a 24 horas. Os tamanhos dos equipamentos são de pequenas dimensões, podendo ser instalados em área de três a cinco metros quadrados e pé direito de dois metros e meio, incluindo os espaços necessários para o abastecimento e operação. A seguir são apresentados os modelos mais comercializados no mercado Brasileiro:

2.1.1 – Prensa portátil e manual para a prensagem de tijolos maciços convencionais, de solo-cimento. A produção é reduzida e é recomendada para obras de pequeno a médio porte, com o consumo de, no máximo, 800 peças por dia. O peso médio dessas prensas é de 40 kg., São fáceis de transportar por serem portáteis e desmontáveis. O espaço ocupado para a utilização do equipamento é de aproximadamente 3 metros quadrados. A produção varia de 60 a 100 peças por hora.

2.1.2 – Prensa manual para tijolos de solo-cimento maciços comuns ou com encaixes universais, vazados com furos de 5 cm. de diâmetro, com 5 cm. de espessura, 10 cm. de largura e 20 cm. de comprimento. A mistura de solo e cimento, ainda úmida é colocada no bocal da prensa e a alavanca é acionada utilizando apenas a força manual. Esta prensa é formada por articulações com rolamentos para que os tijolos moldados mantenham a forma constante e o molde é preso por intermédio de parafusos, o que permite a troca de modelos de tijolos, como por exemplo, os meios tijolos e as canaletas. São prensados dois tijolos por operação. Seu peso é de aproximadamente 80 Kg. e para operá-la são necessários três trabalhadores, um abastecendo a máquina, o segundo prensando e o terceiro é o encarregado do preparo da mistura de solo-cimento. A produção varia de 200 a 300 tijolos por hora, dependendo das condições locais e da mão de obra.

2.1.3 – Prensa manual para elementos de encaixes universais, com 6,25 cm. de espessura, 12,5 cm. de largura e 25 cm. de comprimento, contendo furos internos com 6,66 cm. Pode ser acoplada a forma para meio tijolo com 6,25cm. x 12,5 cm. x 12,5 cm.

e forma para canaletas. Pesa aproximadamente 150 kg. e é operada por dois trabalhadores e produz de 150 a 200 módulos por hora.

2.2 – Destorreadores ou Trituradores

Máquina destinada a destorrear e triturar o solo, formando uma mistura mais homogênea, para que o tijolo resultante seja de melhor qualidade. Minimiza o consumo de cimento porque elimina a necessidade de peneiramento do solo. Alguns modelos podem triturar em média 6 metros cúbicos de solo por dia e possuir motor elétrico de 2 HP. É aconselhável que a mistura seja triturada pelo menos duas vezes para ficar bem homogeneizada.

3 - Tipos de tijolos

No mercado Brasileiro são encontrados diversos tamanhos e modelos de tijolos de solo-cimento. Estes são escolhidos de acordo com o projeto, mão de obra, materiais e equipamento locais e outras condicionantes específicas. A tabela 1 abaixo relaciona alguns tipos:

Tipo	Dimensões	Características
Maciço comum	5 x 10 x 20 cm. 5 x 10 x 21 cm.	Assentamento com consumo de argamassa similar dos tijolos maciços comuns.
Maciço com encaixes	5 x 10 x 21 cm. 5 x 11 x 23 cm.	Assentamento com encaixes com baixo consumo de argamassa
½ tijolo com encaixes	5 x 10 x 10,5 cm. 5 x 11 x 11,5 cm.	Elemento produzido para que não haja quebras na formação dos aparelhos com juntas desencontradas

Tijolos com dois furos e encaixes	5 x 10 x 20 cm. 6,25 x 12,5 x 25 cm. 7,5 x 15 x 30 cm.	Assentamento a seco, com cola branca ou argamassa bem plástica. Tubulações passam pelos furos verticais.
½ tijolo com furo e encaixe	5 x 10 x 10 cm. 6,25 x 12,5 x 12,5 cm. 7,5 x 15 x 15 cm.	Elemento produzido para acertar os aparelhos, sem a necessidade de quebras.
Canaletas – vide foto 1	5 x 10 x 20 cm. 6,25 x 12,5 x 25 cm. 7,5 x 15 x 30 cm.	Elemento empregado para execução de vergas, reforços estruturais, cintas de amarração e passagens de tubulações horizontais.

Tabela 1 – Tipos e dimensões de tijolos de solo-cimento produzidos no Brasil

Ressalta-se que todos os tipos de tijolos acima podem ser confeccionados para serem revestidos ou para serem utilizados à vista, para vedação ou estruturais, para isto basta trabalhar com dosagens diferentes e prensagem ou moldagem mais cuidadosas para que as faces externas do elemento de alvenaria possuam textura e resistências superiores. As alvenarias também podem receber pinturas de diversas matérias primas para estarem mais protegidas contra as intempéries. Os tijolos podem ser totalmente maciços, similares aos tijolos maciços comuns, ou com furos. Os furos nos tijolos objetivam:

- Encaixar uns sobre os outros, facilitando assim o assentamento e diminuindo o tempo de execução e a quantidade de argamassa ou cola empregadas;
- Diminuir o peso das alvenarias, o que implica diretamente em diminuir o dimensionamento das fundações e outras estruturas e

- Aumentar o isolamento termo-acústico, pois os furos compõem câmaras de ar no âmago das alvenarias.



Foto 1 – tijolo de solo-cimento tipo canaleta para a execução de vergas e cintas de amarração.



Foto 2 – detalhe dos furos com o encaixe saliente, que fica para cima durante o assentamento, do tijolo de solo-cimento com 6,25 x 12,5 x 25 cm.



Foto 3 – cunhal de alvenaria de tijolo de solo-cimento à vista, assentados com cola de PVA.

4 – Produção dos tijolos

A produção dos tijolos de solo-cimento varia de acordo com os objetivos de sua utilização (resistências, aparentes ou para serem revestidos, pesos, formato, cor, textura, componentes e outros) e de acordo com o processo a ser utilizado (processos manuais, mecânico ou híbrido). Levando em consideração estes aspectos, podem-se relacionar as seguintes etapas, conforme fluxograma ilustrado na figura 6:

4.1 - Escolha do tipo de solo que melhor atenda às características necessárias para atender aos diversos pré-requisitos:

4.1.1 Exigidos pelo elemento de solo-cimento após sua confecção:

- Resistências mecânicas;
- Resistência à abrasão;
- Impermeabilidade;
- Durabilidade;
- Exigências estéticas.

4.1.2 Outras propriedades:

- Proporcionar dosagem econômica;
- Ser abundante o suficiente para atender a demanda;
- Estar próximo do local de fabrico;
- Não conter gravetos, seixos e pedregulhos em excesso para não comprometer o processo de fabricação.

4.2 - Retirada do solo na jazida, pode ser:

4.2.1 Manual (pás, picaretas e enxadas);

4.2.2 Motorizada (retroescavadeira, lâminas ou outras máquinas de terraplenagem).

4.3 - Transporte do solo: o material escavado deve ser levado até o local do preparo, e este pode ser:

4.3.1 Manual (carrinhos de mão, latas, caçambas, etc.);

4.3.2 Motorizada (caminhões basculantes).

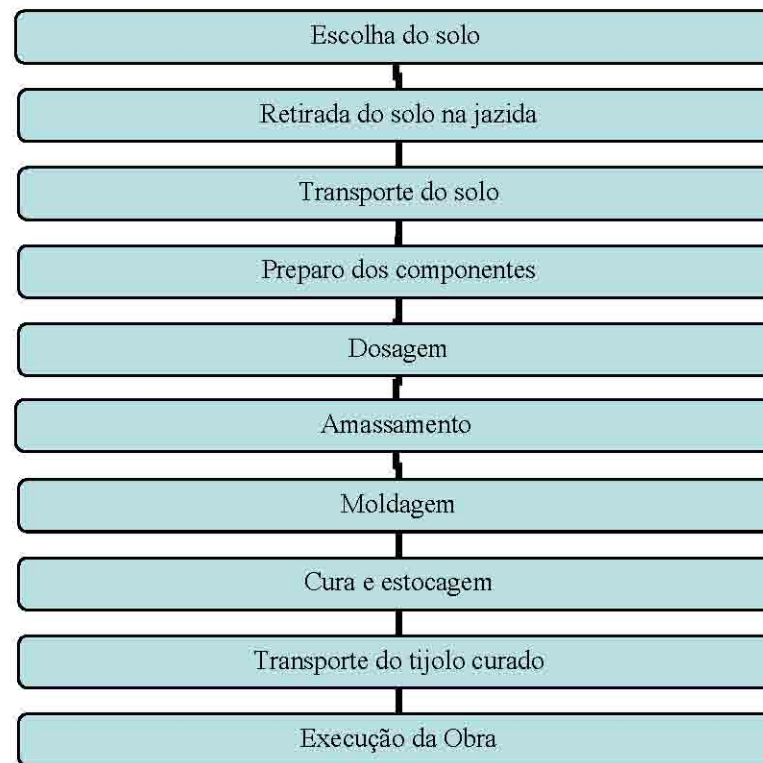


Figura 1 – Fluxograma das etapas de fabricação e utilização de tijolos de solo-cimento

4.4 Preparo do solo:

4.4.1 Retirada dos gravetos, pedregulhos, seixos rolados e outros materiais que possam dificultar o amassamento e gerar possíveis patologias no tijolo e conseqüentemente nas alvenarias;

4.4.2 Peneiramento – deve ser feito em peneiras com malhas de 4 a 6 milímetros para que os torrões sejam separados, para que depois de acumulados sejam molhados, dissolvidos e após a secagem passarão por novo peneiramento;

4.4.3 Trituramento – permite uma produção maior e com mais qualidade que o peneiramento manual.

4.5 Dosagem: os componentes de um tijolo de solo cimento são:

4.5.1 Solo devidamente preparado;

4.5.2 Aglomerante (cimento portland);

4.5.3 Água potável;

4.5.4 Aditivos: nesta fase pode ser colocado algum tipo de aditivo (como por exemplo, corantes, cimentos refratários, impermeabilizantes, etc.);

4.5.5 Outros componentes: podem ser colocados na massa para melhorar algumas de suas propriedades, desde que devidamente dosados após ensaios (como por exemplo, agregados miúdos, escórias ou fibras).

4.6 Amassamento: o amassamento deve ser feito até que a massa esteja totalmente homogênea para que as propriedades dos tijolos se mantenham iguais em todo o volume. Este pode ser:

4.6.1 Manual: revolvendo com pás os componentes em um terreiro, que deverá ser revestido com um tablado de

madeira ou em um cimentado. Não deve ser feito sobre a terra para que as ferramentas não retirem o solo local, alterando assim a dosagem;

4.6.2 Mecânico: por meio de trituradores (não devem ser utilizadas as betoneiras para o preparo do solo-cimento);

4.6.3 Deve-se preparar a quantidade de mistura para, no máximo, uma hora de moldagem com o objetivo de manter as propriedades desejadas, devido à cura do cimento.

4.7 Moldagem: durante a moldagem devem-se tomar os seguintes cuidados:

4.7.1 Verificar os pré-requisitos da máquina compactadora;

4.7.2 Limpar as formas de restos de moldagens anteriores;

4.7.3 Utilizar desmoldante se for desejado;

4.7.4 Colocar a quantidade de mistura necessária, que será reduzida em até 50% do volume, dependendo das dimensões e forma do tijolo;

4.7.5 Manter a câmara compactadora sempre limpa para que restos de mistura não danifiquem as moldagens subsequentes;

4.7.6 Verificar se o local da cura está devidamente preparado para receber as unidades frescas.

4.8 Cura e estocagem: as recomendações para que o tijolo tenha boa qualidade são:

4.8.1 Os elementos devem ser empilhados assim que retirados da forma, para que não haja danos oriundos de grandes movimentações com o tijolo ainda úmido;

- 4.8.2** O local de armazenamento deve estar totalmente em nível para que os elementos não deformem;
- 4.8.3** As pilhas devem manter o número de fiadas de acordo com o peso e formato do tijolo para que não haja sobrecarga nas fiadas inferiores (seguir sempre recomendações dos fabricantes de equipamentos, pois estes já realizaram testes de armazenamento e costumam indicar pilhas com até um metro de altura). Esta sobrecarga pode deformar o tijolo, tornando-o inutilizável;
- 4.8.4** Não é indicada a mobilidade dos tijolos nos três primeiros dias;
- 4.8.5** Nos três primeiros dias de cura deve ser pulverizada água sobre os tijolos, de duas a quatro vezes ao dia, dependendo da temperatura relativa do ar e temperatura, mantendo-os umedecidos;
- 4.8.6** Não armazenar em ambientes com vento e ou sol atingindo diretamente os tijolos;
- 4.8.7** As pilhas podem ser cobertas com lonas plásticas ou impermeáveis durante os três primeiros dias, para minimizar a perda de água;
- 4.8.8** Após sete dias o material do tijolo apresenta uma resistência aproximada entre 60 e 65% da resistência de cálculo e pode ser transportado e até utilizado, mas com mais cuidados;
- 4.8.9** A cada dia a mais de cura, o tijolo apresenta a resistência maior, podendo ser transportado com mais segurança;
- 4.8.10** Após 28 dias a cura está completa e o tijolo apresenta aproximadamente 95 % da resistência total de cálculo. Este é o prazo ideal para transporte e utilização do tijolo.

4.9 Transporte do tijolo curado: nesta fase, as seguintes precauções devem ser tomadas com o tijolo de solo-cimento:

4.9.1 Deve ser empilhado em nível nos carrinhos de mão ou caminhões;

4.9.2 Não deve ser arremessado para que não trinque, quebre ou lasque, perdendo o formato perfeito para a modulação do aparelho.

5 Conclusões

No Brasil existem vários tipos de prensas manuais e outras máquinas para a confecção de tijolos de solo-cimento, o que facilita sua utilização, devido à facilidade de preparação de mão de obra e pouco espaço no canteiro de obras. Estas podem ser escolhidas em função das características da obra: espaços disponíveis, quantidade desejada de produção diária, instalações do canteiro e outras especificidades.

Os tijolos podem ser: maciços ou furados; com ou sem canaleta; para vedação ou estruturais; aparentes ou para serem revestidos e de tamanhos diferenciados. Estas variações são fundamentais para melhor atendimento das necessidades do projeto arquitetônico.

Durante o processo de execução devem-se atender todas as exigências para que a qualidade desejada seja alcançada, pois quaisquer falhas durante o fabrico, transporte, armazenamento e utilização pode colocar em risco às propriedades necessárias esperadas.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. **Fabricação de tijolos de solo-cimento com a utilização de prensas manuais: prática recomendada.** Publicações, ABCP, São Paulo, 1988.

FARRENERG, Maria Lúcia Alonso. **Manual para a fabricação de tijolos de solo-cimento.** São Paulo, CESP, série Divulgação e Informação, 043, 1986.

Catálogo SAHARA: Tecnologia Máquinas e Equipamentos Ltda. Brick 2001. **O tijolo ecológico e o sistema Construtivo Modular,** Sahara, São Paulo, 2001, 38 p.

Catálogo SAHARA: Tecnologia Máquinas e Equipamentos Ltda. Brick e Brikito. **O solo-cimento na fabricação de tijolo modular.** 2001. Sahara, São Paulo, s/d, 30 p.

GRANDE, Fernando Mazzeo. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem a adição de sílica ativa.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura. EESC – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2003.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Utilização de blocos de solo-cimento na construção de habitações.** São Paulo, IPT, Relatório 14.120 – IPT, 1980.

PISANI, Maria Augusta Justi. Visita técnica e levantamento fotográfico na Sahara: Tecnologia, Máquinas e Equipamentos, São Paulo, 2002.

PISANI, Maria Augusta Justi Pisani. **Execução do tijolo de solo-cimento.** In: Bruna, Gilda Collet. Relatório de Pesquisa: **Promoção do Desenvolvimento Sustentável do semi-árido da Bahia.** Universidade Presbiteriana Mackenzie. MackPesquisa, São Paulo, 2004.

Sites:

http://www.sahara.com.br/index.php?m=menu_home&action=solocimento

a

Maria Augusta Justi Pisani - Arquiteta e Urbanista (1979). Especialista em Técnicas Construtivas (1981) e Obras de Restauro (1982) pela FAUUSP - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Mestre (1991) e Doutora (1998) em Engenharia Urbana pela EPUSP - Escola Politécnica da USP. Coordenadora da Central de Orientação à Pesquisa do Centro Universitário Belas Artes de São Paulo. Professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Líder do grupo de pesquisa "Arquitetura e Construção" - registrado no CNPq. augusta@mackenzie.com.br