

# **PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TIJOLOS MODULARES DE SOLO-CIMENTO NA CIDADE DE SOBRAL-CE**

**F.H.M. Barbosa**

**J.C. Sales**

**Universidade Estadual Vale do Acaraú**

**eng.helton@hotmail.com**

## **RESUMO**

*Este trabalho visa identificar os pontos positivos acerca da utilização de técnicas de construção civis sustentáveis que contribuía para a preservação ambiental, com o foco nas chamadas “construções ecológicas”, em particular os materiais utilizados em execução de alvenaria são: “tijolos modulares de solo-cimento”, em casas populares na cidade de Sobral. Os tijolos ecológicos possuem tal definição, pois não sofrem queima no seu processo produtivo, assim não afetam o meio ambiente, seja no desmatamento de árvores e/ou de lançamento de gases nocivos na atmosfera. Constituídos basicamente de uma mistura de um solo ideal + cimento e água, os tijolos ecológicos são fabricados através de prensas hidráulicas e posteriormente passam pelo processo de cura com água durante sete dias. A partir desse intervalo de tempo o tijolo está pronto para ser inserido no contexto da obra, é instalado através do sistema construtivo modular. Com sua casa pronta, o beneficiário pode desfrutar de sua moradia própria que foi desenvolvida a partir de técnicas que visam o aperfeiçoamento de nossas construções habituais e colaboram para preservação ambiental do planeta.*

**Palavra chave:** *ecologia, construção civil em Sobral, sustentabilidade ambiental*

## 1. INTRODUÇÃO

Sabendo que os recursos do planeta são bens finitos, e que a ação do homem ao longo da história vem contribuindo com atividades que agravam nosso meio ambiente, é importante encontrarmos profissionais interessados em técnicas construtivas que minimizem os impactos ambientais gerados pela construção. É verdade que toda obra gera desperdícios e ações contra a natureza, no entanto, devemos ter em foco construções sustentáveis que diminuam consideravelmente tais agressões, inserindo assim no contexto social, alternativas que acelerem o processo de confiabilidade por parte da sociedade em inovações construtivas.

A construção sustentável ganha espaço no nosso âmbito social, pois insere na construção civil o uso racional dos recursos naturais, sem esquecer as necessidades humanas básicas

Aprofundar-nos-emos nas construções ecológicas, que atentam a interação mútua entre homem, meio ambiente e construção, buscando o mínimo impacto sobre a natureza. Para nosso estudo, vamos priorizar os materiais utilizados nas construções ecológicas, em especial, o tijolo modular solo-cimento, que são fabricados com materiais regionais com baixo desperdício de energia para extração e transformação.

Os tijolos são chamados ecológicos por permitirem o uso de mistura de solos que, através do emprego de cimento e água geram peças padronizadas e altamente resistentes. Possuindo uma vantagem ainda maior ecologicamente por não precisar de fornos no processo de cura dos tijolos, os mesmos não possuem a necessidade de sofrer queima, oferecendo a preservação de matéria viva (árvore) e deixando de liberar gases a natureza por processo de combustão.

O presente trabalho apresenta uma linha fundamentada em construção limpa e ecológica através de edificações confeccionadas com a utilização de tijolos modulares solo-cimento. Servindo como base e exemplo, essa técnica vem sendo desenvolvida na cidade de Sobral, por parte da Cerâmica Top Line Ltda, que fabrica e distribui o tijolo ecológico para a região norte.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Fabricações dos tijolos modulares de solo-cimento

Geralmente em exemplo de outras indústrias, os solos constituintes das baias já passariam em alguns processos de melhoramento, além da retirada de matérias inertes ao solo o mesmo é destorroado e peneirado.

Em nosso caso esse processo é feito depois que o solo sai das baias, pois é um processo todo mecanizado, como explicarem logo a seguir.

Com uma estocagem significativa em nossas baias (Figura 1 e 2) de solo extraídos da jazida a 22 km de Sobral se pega através de uma Retroescavadeira uma parcela de solo e abastece o moedor. (Figura 3).



**Figura 1: Baia com solo da jazida**  
[Fonte: Própria].



**Figura 2: Baia a espera do solo da jazida.**  
[Fonte: Própria]

O Moedor além de fazer seu serviço de britador, ou seja, de triturar os grãos de solos maiores, ele possui um peneirador, no caso de algum Grão de espessura não qualificada venha a passar pelo primeiro processo de moagem.



**Figura 3: Moedor e Peneirador. [Fonte: Própria].**

A Retroescavadeira despeja o solo no compartimento superior em forma de cone na cor verde. O solo cai por gravidade até o compartimento de moagem (na cor amarelo), encontrado na parte central do equipamento, mais especificamente após o bico do cone, observar Figura 3. Logo depois de ocorrer a tritura das partículas de grãos sólidos, o mesmo dispositivo separa os que não conseguiram ser moídos.

As partículas de solo que não foram selecionados voltam para as baias para uma nova moagem, se preciso até manual para que entre no triturador com espessuras menores.

O solo Triturado e peneirado passa para o segundo processo, transportado por uma esteira até um reservatório que é bastante semelhante ao Moedor, difere apenas por não possuir um peneirador acoplado em seu interior. Ao invés disso, possui um dosador que libera o solo paulatinamente. (Figura 4 e 5)



**Figura 4: Reservatório do solo moído [Fonte: Própria].**



**Figura 5: Detalhe do dosador do Silo. [Fonte: Própria]**

O solo fino introduzido na parte superior do silo por processo mecânico é retido em um reservatório menor logo depois de ser dosado (Figura 6). Esse novo reservatório tem como função reter a quantidade de solo que passará por uma nova esteira, a fim de determinar o traço do futuro tijolo, chegou à parte de maior responsabilidade da produção, pois, a partir dessa etapa vários mecanismos estarão trabalhando simultaneamente nos processos de:

- Dosagem do Solo;
- Dosagem de Cimento;
- Dosagem de água;

O trabalho conjunto se da na seguinte forma, conforme o solo passa na esteira, existe outro reservatório de cimento (Figura 7), com o seu dosador específico que despeja o cimento junto ao solo, onde os mesmo são transportados para o Misturador. (Figura 9)



**Figura 6: Reservatório do solo dosado.**  
[Fonte: Própria].



**Figura 7: Dosador de cimento.**  
[Fonte: Própria].



**Figura 8: Detalhe esteira com dosador de cimento.** [Fonte: Própria].



**Figura 9: Misturador Solo-cimento-água**  
[Fonte: Própria]

Após a mistura entre o solo e o cimento inserir-se no misturador à água é acrescentado.

Lembrando que, todo esse processo ocorre em intervalos calculados, visto que antes do início das misturas e dosagens o equipamento foi ajustado para poder haver um controle de quanto de cada material estará sendo misturado. Ou seja, determinando assim o traço exato das misturas.

Por um sistema de tubulações, ligando o reservatório de água ao misturador, a mistura é saturada (Figura 11).

O reservatório de água (Figura 10) é composto de dois compartimentos, primeiro somente com água (potável), e outro com água + aditivos. Ficando a escolha de qual conteúdo utilizar no respectivo traço.



**Figura 10: Reservatório de água com dois compartimentos (água e água + aditivos)**  
[Fonte: Própria]



**Figura 11: Detalhe abastecimento de água para o misturador** [Fonte: Própria]

Com a mistura pronta, a massa percorre a última etapa de esteira até o compactador mecânico de prensagem para molde de tijolos de dois furos. (Figura 12).

No exato momento em que a mistura sair do Misturador, concentra-se um operário a fim de certificar à ausência de conteúdos impróprios a prensagem final, como por exemplo, pedaços de pedras, madeiras ou similares, que podem ter vindo ainda a permanecer desde o moedor.

Antes da prensagem da massa solo-cimento, enche-se um reservatório que tem sua função de dosar a quantidade de mistura (Figura 13) que cairá sobre as fôrmas dos tijolos. (Figura 14)



**Figura 12: Compactador automático bloco com dois furos. [Fonte: Própria]**



**Figura 13: Detalhe do dosador da mistura solo-cimento.[Fonte: Própria]**



**Figura 14: Detalhe das fôrmas do compactador. [Fonte: Própria]**

Após a etapa de prensagem, o tijolo solo-cimento está quase finalizado, restando agora apenas à etapa de cura, um tempo necessário mínimo é importante para que o tijolo atinja sua resistência final.

Sua resistência final além de depender de uma dosagem certa em porcentagens adequada para cada componente depende também de uma cura mínima de 21 dias, para que o material prensado esteja completamente apto a ser utilizado nas construções.

É necessário que se tenha um cuidado especial nos primeiros sete dias de cura, pois não pode ocorrer a retração do cimento. Causado pela eliminação de água do composto, decorrido muitas vezes pela evaporação da mesma.

Deve-se deixar o tijolo em um local com sombra e bem conservado, sem sofrer ações externas que comprometam sua integridade, molhá-los três vezes ao dia para que não percam umidade, assim evitando a retração do cimento.

Passando-se os sete dias, o tijolo precisa apenas de um repouso de mais 14 dias para que possa ser comercializado e posteriormente utilizado nas obras.

A figura 15 mostra o tijolo solo-cimento após 28 dias de cura.

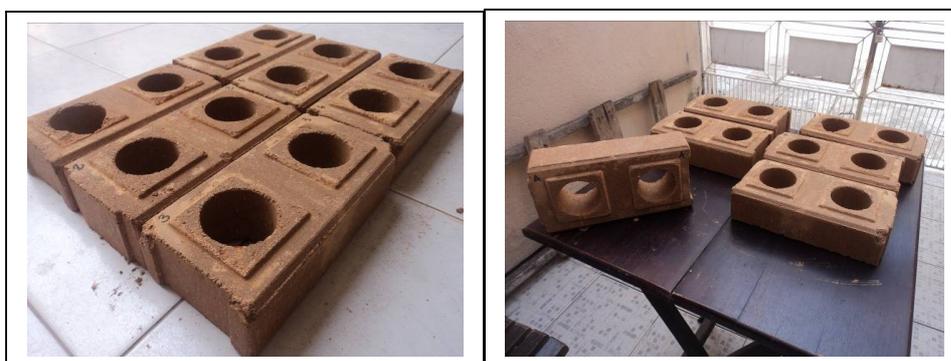


Figura 15: Tijolos modulares pronto para os ensaios. [Fonte: Própria]

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.2 Ensaio a compressão simples

Após os tijolos serem serrados ao meio, assentados com pasta de cimento e capeados com enxofre para sua estabilização e regularização das faces de trabalho, Levei-os para testar sua resistência à compressão simples.

O equipamento responsável pela verificação da resistência à compressão simples fornece seus dados em Kgf. Assim logo após o término do ensaio utiliza-se a área superficial do tijolo em teste, e inserindo na fórmula a seguir encontrei a tensão em Mpa.

<b>RESISTÊNCIA (MPA)</b>	=	$\frac{\text{CARGA (N)}}{\text{ÁREA (MM}^2\text{)}}$
--------------------------	---	------------------------------------------------------

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos pelo ensaio à compressão simples.

Resistência à compressão						
Tijolos	Carga (N)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistência (Mpa)		Parâmetros da NBR 10834 (Mpa)	
			Individual	Média	Individual	Média
1	3,39	123,02	2,75	2,71	= 1,7	= 2,0
2	3,47		2,82			
3	3,67		2,98			
4	4,1		3,33			
5	2,69		2,18			
6	2,69		2,18			

Tabela 1: Resultado do teste de resistência a compressão simples. [Fonte: Própria].

Através dos resultados obtidos pelo ensaio ficou a comprovação da eficiência dos tijolos para sua utilização em campo, mostrando-se aptos quanto aos parâmetros mínimos estabelecidos em norma.

### 3.2 Ensaio de absorção de água

Determinei a quantidade de absorção de água em porcentagem através da seguinte fórmula:

$$A (\%) = \frac{M_{sat} - M_{sec}}{M_{sec}} \times 100$$

Sabendo que:

At (%) = Absorção de água, em porcentagem;

M<sub>sat</sub> = Massa do tijolo saturado;

M<sub>sec</sub> = Massa do tijolo seco em estufa.

A Tabela 2 a seguir mostra os resultados fornecidos através do meu ensaio do corpo de prova para identificar sua absorção de água.

Absorção de água								
Amostras		CP	Massa seca (g)	Massa Saturada (g)	Resultados (%)		Parâmetros da NBR 10834 (%)	
Helton	Acadêmico				Individual	Média	Individual	Média
0.001	Amostra fabricada em 05.04.2011	1	2496,2	2993,1	<b>19,9</b>	<b>19,9</b>	<b>= 22</b>	<b>= 20</b>
		2	2509,7	3010,2	<b>19,9</b>			
		3	2562,3	3074,6	<b>20,0</b>			

**Tabela 2: Resultado do teste de absorção de água. [Fonte: Própria].**

Analisando a Tabela 2 podemos fazer uma comparação entre os meus resultados e a NBR 10834 que apresentam parâmetros mínimos a serem alcançados.

Através de tais resultados podemos verificar a aptidão dos tijolos modulares em construções por possuírem resultados satisfatórios no ensaio a absorção de água.

#### **4. CONCLUSÕES**

O tijolo modular de solo-cimento mostrou característica única e provou que uma mistura de solo ideal + cimento e água podem ser uma nova alternativa para nossas construções.

Em meu trabalho demonstrei como os tijolos modulares de solo cimento estão sendo fabricados em Sobral-ce, certificando-se que os mesmo atenderiam as mínimas exigências das normas técnicas.

Com resultados satisfatórios em ensaios de resistência a compressão simples e absorção de água, os tijolos modulares estão aptos a serem utilizados em nossas obras sem receios construtivos. Em norma os tijolos ensaiados não devem apresentar a média dos valores de absorção de água maior do que 20%, nem valores individuais superiores a 22%. Possuindo 19,9% de média de absorção e valores individuais dentro das especificações, os tijolos atenderam as especificações de absorção de água.

Para resistência à compressão não se deve apresentar a média menor do que 2,0 Mpa (20 Kgf./cm<sup>2</sup>) nem valor individual inferior a 1,7 Mpa (17 Kgf./cm<sup>2</sup>)

Meu ensaio à resistência obtive em média 2,71 Mpa. E possuíram uma resistência individual maior do que 1,7Mpa.

Por possuírem concavidades vazadas, os aços estruturais utilizados para confeccionar armaduras, são inseridos por entre esses espaços e erguidos, servindo como pilar para um seguro levantamento da alvenaria de vedação.

Portando, o tijolo modular consegue introduzir em nossas obras uma visão mais limpa e ecológica, agravando menos nosso ambiente com processos que afetam o meio ambiente, através de lançamentos de resíduos na atmosfera bem como desperdícios com materiais na execução de obra.

## 5. REFERÊNCIAS

G. C. Isaia ;  **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais Volumes 2**. São Paulo: IBRACON, 2007.

SANTIAGO, C.C.  **O solo como material de construção**. Salvador; EDUFBA, 2006.

FUNTAC, E. ;  **Cartilha para produção de tijolo solo-cimento**. Rio Branco-Acre, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1984) - *NBR 8491 - Tijolo maciço de solo-cimento: especificação*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1982) - *NBR 8492 - Tijolo maciço de solo-cimento: determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1984) - *NBR 10834 - Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural: especificação*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1984) - NBR 10836 - Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural: determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio. Rio de Janeiro.

### **ABSTRACT**

*This conclusion of course work aims to identify the positive points about the use of sustainable construction techniques civilians who contributed to environmental preservation, with the focus on so-called "green buildings", in particular the materials used in execution of Masonry are "bricks modular soil-cement "in public housing in the city of Sobral. The green bricks have this definition since it does not suffer burns in its production process, thus not affecting the environment, either in the clearing of trees and / or release of harmful gases in the atmosphere. Consisting primarily of a mixture of an ideal soil + cement and water, the green bricks are manufactured by means of hydraulic presses and subsequently go through the process of healing with water for seven days. From this period the brick is ready to be placed in the context of the work is installed through the modular construction system. With your house ready, the recipient can enjoy their own home which was developed from techniques that aim to improve our standard buildings and contribute to environmental preservation of the planet.*

**Keyword:** Ecology. Construction in Sobral. Environmental Sustainability