



SHS

SOLUÇÃO HABITACIONAL SIMPLES

Módulo 3: MATERIAIS (Tijolo solo-cimento)

Aula 3.4: Ensaios pós-fabricação



Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)

Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Realização



Apoio / colaboração



Patrocínio



Agradecimentos

Pelo uso das instalações dos laboratórios do Núcleo de Materiais e Tecnologias Sustentáveis POLI/COPPE/UFRJ, do Laboratório de Modelos Estruturais da POLI/UFRJ, do Laboratório de Hidráulica Computacional da COPPE/UFRJ, dos laboratórios de engenharia civil da UFRJ Macacé e do Departamento de Construção Civil da POLI/UFRJ. Pelo apoio do Núcleo de Pesquisa em Planejamento e Gestão da POLI/UFRJ. Pela cessão de material audiovisual a Márcio Albuquerque Buson, Francisco Carlos Aguiar, Marcelo Tadeu Cruz e Silva, José Humberto Trivisan. Pelo apoio jurídico da Agência de Inovação da UFRJ. Pelo apoio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Idealização e coordenação do Projeto SHS:

Leandro Torres Di Gregorio

Orientadores da equipe de Materiais:

Gustavo Vaz de Mello Guimarães

Leandro Torres Di Gregorio

Apoio

Equipe NUMATS POLI/COPPE UFRJ

Matheus Candal Reis Fernandes

Wilson Wanderley Silva

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Alunos colaboradores da equipe Materiais:

Alfeu Ferreira Rocha

Ana Carolina Bezerra Benigno

Ana Cláudia Cruz H. da Silva

Caroline Archanjo do Nascimento da Cunha

César Leonardo Melucci

Daniel Aloysio Shiguematsu Menezes Freitas Lima

Gabriel Martins Lobo

Jac-Ssone Alertte

João Pedro Bernardo de Freitas

Julião Ferreira de Sousa

Luiza de Oliveira Ribas

Marcelo Pereira Benvenuti Junior

Maria Gabriela do Nascimento Paixão

Marina Costa Urquiza Tenório

Matheus Santos Rodrigues

Will Personne Lavard Theard

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

ROTEIRO

1. INTRODUÇÃO
2. VERIFICAÇÃO DAS DIMENSÕES
3. ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO
4. ENSAIO DE ABSORÇÃO
5. RESUMO

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

1. INTRODUÇÃO

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

TESTES APÓS A FABRICAÇÃO

- Os testes após a fabricação são ensaios realizados em basicamente duas situações:
 - Para verificar o desempenho do traço (escolha do traço).
 - Para controlar a fabricação de rotina.
- Os testes após a fabricação são realizados para a idade mínima 7 dias e são basicamente de 3 tipos:
 - Verificação das dimensões.
 - Teste de resistência à compressão.
 - Teste de absorção de água.



Teste de resistência à compressão.



Absorção de água.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

TESTES APÓS A FABRICAÇÃO

- Para fazer os testes são retiradas amostras. O teste de resistência à compressão e o teste de absorção são realizados após a verificação das dimensões da amostra total.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)

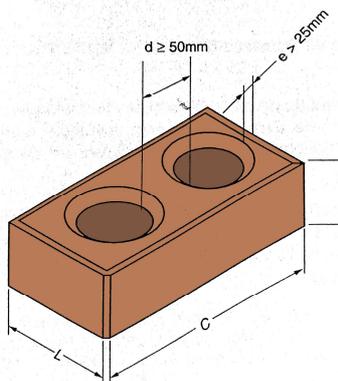


Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

PRINCIPAIS REGRAS GERAIS PARA TIJOLOS COM FUROS

- Altura (H) menor que a largura (L).
- A distância entre um rebaixo e a face do tijolo deve ser no mínimo 25mm (2,5cm).
- A profundidade de um rebaixo deve ser no máximo 13mm.
- A distância mínima entre as partes internas de dois furos deve ser 50mm (5cm).
- Para a execução de alvenaria, os tijolos devem ter no mínimo 14 dias de idade.



Tijolo de solo-cimento e suas dimensões principais. Fonte: Adaptado da NBR 8491:2012.

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

PRINCIPAIS REGRAS GERAIS PARA TIJOLOS COM FUROS

- As dimensões (comprimento, largura e altura) dos tijolos podem variar até ± 1 mm das medidas externas informadas pelo fabricante.
- A amostra não deve apresentar resistência média à compressão maior ou igual a 2,0 MPa (equivalente a resistir a um peso de 20kg aplicado em um espaço de 1cmx1cm).

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

PRINCIPAIS REGRAS GERAIS PARA TIJOLOS COM FUROS

- Os valores individuais de resistência dos tijolos testados também não devem ser menores que 1,7MPa (equivalente a resistir a um peso de 17kg aplicado em um espaço de 1cmx1cm).
- A amostra não pode apresentar absorção média de água maior que 20% nem valores individuais maiores que 22%.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

AMOSTRAS PARA VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DO TRAÇO

- O traço é a proporção da mistura entre os componentes da massa de solo-cimento utilizada para moldar o tijolo.
- Para um mesmo tipo de solo, quanto maior o traço (ex: traço 1:12 = 1 parte de cimento para 12 partes de solo) menor a proporção de cimento, o que o torna mais fraco, menos resistente.



Traço 1:10 em volume.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

AMOSTRAS PARA VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DO TRAÇO

- Para escolher o melhor traço, deve-se moldar no mínimo 20 tijolos de cada traço e curar. Desses 20, escolher ao acaso uma amostra de 10 tijolos (NBR 10833:2012) para realizar os testes.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

AMOSTRAS PARA VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DO TRAÇO

- Para fabricação manual, recomenda-se testar os traços 1:10, 1:8 e mais outro a ser escolhido.
- Nos testes que fizemos em laboratório com o nosso solo, testamos também os traços 1:12 e 1:6.
- O 1:12 se revelou muito fraco e o 1:6 atingiu uma resistência próxima do 1:8.
- O 1:10 não atingiu a resistência em alguns corpos de prova.
- Dessa forma, preferimos adotar o traço 1:8 em nossos tijolos.
- Os testes serão detalhados adiante.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação		
AMOSTRAS PARA CONTROLE DA FABRICAÇÃO DE ROTINA		
Quantidades	Lotes até 10mil tijolos*	Lotes com mais de 10mil tijolos
Quantidade inicial	10 tijolos	10 tijolos
Adicional	-	Nº de tijolos do lote / 10000
Amostra total	10 tijolos	10 tijolos + Nº de tijolos do lote / 10000
Verificação das dimensões	Amostra total	Amostra total
Resistência à compressão (70% da amostra)	7 tijolos	70% da amostra total
Absorção (30% da amostra)	3 tijolos	30% da amostra total

*Lote mínimo segundo a NBR 8491:2012 é 10mil tijolos. As amostras devem ser retiradas ao acaso.

Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação		
AMOSTRAS PARA CONTROLE DA FABRICAÇÃO DE ROTINA		
EXEMPLO	Lotes com 6 mil tijolos	Lotes com 63 mil tijolos
Quantidade inicial	10 tijolos	10 tijolos
Adicional	-	$63000 / 10000 = 6,3$
Amostra total	10 tijolos	16 tijolos
Verificação das dimensões	10 tijolos	16 tijolos
Resistência à compressão (70% da amostra)	7 tijolos	$70\% \times 16 \sim 11$
Absorção (30% da amostra)	3 tijolos	$30\% \times 16 \sim 5$

Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

2. VERIFICAÇÃO DAS DIMENSÕES

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

VERIFICAÇÃO DAS DIMENSÕES

- A verificação das dimensões dos tijolos será apresentada nos seguintes itens:
 - A. Objetivo
 - B. Materiais e equipamentos
 - C. Procedimento
 - D. Resultados
 - E. Critérios para aceitação ou rejeição dos lotes

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)

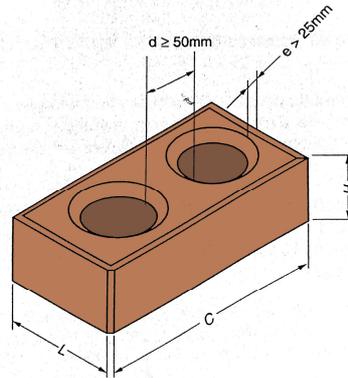


Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

A. OBJETIVO

- Verificar se as dimensões dos tijolos (comprimento, largura e altura) da amostra atendem às exigências das normas.



Tijolo de solo-cimento e suas dimensões principais. Fonte: Adaptado da NBR 8491:2012.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)

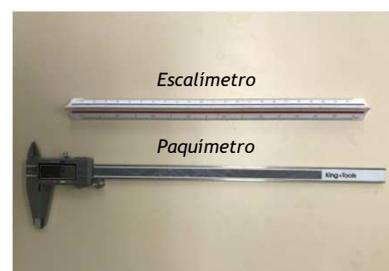


Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

B. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Régua metálica graduada ou paquímetro com resolução de pelo menos 0,5mm e comprimento adequado à máxima dimensão do tijolo (maior que 25cm).



Escalímetro e paquímetro.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

C. PROCEDIMENTO

- Para cada tijolo da amostra já estabelecida como representativa do lote:
 - a) Numerar os tijolos com caneta (marcador) permanente.
 - b) Tomar 3 medidas para cada dimensão do tijolo, ou seja, 3 medidas de comprimento, 3 de largura e 3 de altura.
 - c) As medidas devem ser tomadas no meio e nas laterais das faces de cada tijolo, com exatidão de 0,5mm.
 - d) Anotar todas as medidas encontradas em cada tijolo.



Marcação dos tijolos com caneta permanente.

Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

D. RESULTADOS

- A dimensão de cada face é o valor médio das 3 medidas tomadas em cada uma, em décimos de milímetro.

Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO DOS LOTES PARA AS REGRAS DE VERIFICAÇÃO DAS DIMENSÕES

Verificação das dimensões	Exemplo
Se os tijolos com problemas forem menos de 20% da amostra → Aceitar o lote.	Lote com 63mil tijolos = amostra 16 tijolos. Se o número de tijolos com problemas dimensionais for menor ou igual a $20\% \times 16 \sim 3$, o lote seria aceito.
Se os tijolos com problemas forem mais de 20% da amostra → Retirar nova amostra (o dobro da anterior).	Lote com 63mil tijolos = amostra 16 tijolos. Se o número de tijolos com problemas dimensionais for maior que 3, retirar nova amostra com $2 \times 16 = 32$ tijolos.
Se os tijolos com problemas forem menos de 20% da amostra nova → Aceitar o lote.	Após a verificação das dimensões, se forem constatados problemas em até $20\% \times 32 \sim 6$ tijolos, o lote seria aceito.
Se os tijolos com problemas forem mais de 20% da amostra nova → Rejeitar o lote ou aceitar , desde que acordado .	Se mais de 6 tijolos apresentarem problemas, o lote seria rejeitado ou aceito se todos concordarem.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

3. ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

- A determinação da resistência à compressão dos tijolos será apresentada nos seguintes itens:
 - A. Objetivo
 - B. Materiais e equipamentos
 - C. Procedimento
 - D. Resultados
 - E. Critérios para aceitação ou rejeição dos lotes

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

A. OBJETIVO

- Verificar se as resistências à compressão da amostra e de seus tijolos atendem às exigências das normas.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

B. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Máquina de ensaio à compressão

- Deve ser classe II, supondo laboratório instalado na obra, ou classe I para laboratório fora da obra.
- A máquina deve ser equipada com 2 pratos de apoio, de aço, sendo articulado o que atua na face superior.
- Se os pratos não conseguirem cobrir todo o corpo de prova, uma placa de aço monolítica de 35mm (para cargas até 100 toneladas-força) deve ser colocada entre os pratos e o corpo de prova.



Máquina de ensaio à compressão com capacidade 100kN.

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

B. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Máquina de ensaio à compressão

- Nem os pratos nem as chapas de apoio devem apresentar desníveis superiores a 0,08mm para 400mm.
- O equipamento deve ter dispositivo capaz de distribuir de maneira uniforme as cargas no corpo de prova, de forma progressiva e sem choques.
- A máquina de ensaio à compressão deve possuir instrumentos que permitam a medida e leitura de carga máxima com aproximação de 2%.



Chapas de aço como pratos de apoio da prensa.

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

B. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Recipiente para imersão

- Recipiente que permita deixar os corpos de prova totalmente imersos em água durante no mínimo 6h, antes de serem prensados.



Recipiente com água.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

C. PROCEDIMENTO

Preparação dos corpos de prova

- Cortar ao meio todos os tijolos furados da amostra para o teste de resistência, no espaço entre os dois furos.



Corte do tijolo ao meio.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

C. PROCEDIMENTO

Preparação dos corpos de prova:

- Molhar o tijolo e passar uma camada fina (3mm) de pasta de cimento (cimento + água) na parte de cima de uma das partes.
- Encaixar uma metade por cima da outra, de modo que as faces cortadas fiquem em lados opostos.



Encaixe das metades.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

C. PROCEDIMENTO

Preparação dos corpos de prova:

- Passar pasta de cimento nos contornos que ligam as duas metades (nas laterais e na parte de dentro do furo), de modo que não haja espaços entre os tijolos.



Acabamento do corpo de prova.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

C. PROCEDIMENTO

Preparação dos corpos de prova:

- A face de cima dos corpos de prova deve estar plana para execução do ensaio. Isso pode ser conseguido de 2 formas (adaptado da NBR 8492, 2012):
 - Raspar com uma faca o ressalto que existe em cada furo do tijolo; ou
 - Fazer uma capa com pasta de cimento até a altura do ressalto.



Raspagem do ressalto do tijolo.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

C. PROCEDIMENTO

Preparação dos corpos de prova:

- Nota: Nós testamos os dois métodos e os resultados foram semelhantes em termos de resistência do corpo de prova, mas o primeiro se mostrou mais prático.
- Também testamos a preparação do corpo de prova inteiro, mas as resistências obtidas foram cerca de 10% inferiores aos resultados obtidos pelo método da norma NBR 8492:2012 e a dispersão dos resultados foi maior.



Capejamento do tijolo inteiro (resultados em termos de resistência do CP foram cerca de 10% menores e maior dispersão).

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

C. PROCEDIMENTO

Preparação dos corpos de prova:

- Aguardar secagem por no mínimo 12h.
- Deixar os corpos de prova submersos em um recipiente com água por no mínimo 6h.
- Os corpos de prova devem ser retirados da água logo antes do ensaio e enxugados superficialmente com um pano levemente umedecido.



Recipiente com corpos de prova em água.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

C. PROCEDIMENTO

Ensaio à compressão dos corpos de prova:

- Tomar as medidas das faces de trabalho do corpo de prova com exatidão de 1mm (adaptado da NBR 8492 e 8491, 2012):
 - Comprimento: tomar duas medidas das faces de trabalho representativas do comprimento da metade de cima e duas da metade de baixo (não considerar o chanfro). Calcular a média das medidas da parte de baixo e a média das medidas da parte de cima. Pegar a menor dessas duas médias.
 - Largura: tomar medida da face de trabalho representativa da largura da parte do tijolo que apresentou a menor média do comprimento (não considerar o chanfro).

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



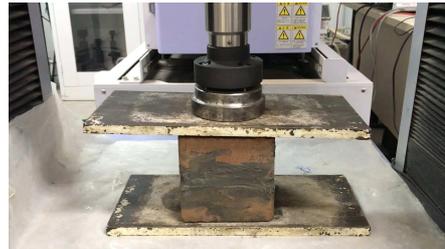
Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

C. PROCEDIMENTO

Ensaio à compressão dos corpos de prova:

- Colocar o corpo de prova diretamente sobre o prato inferior da máquina de ensaio à compressão, de forma centrada.
- Iniciar aplicação da carga de maneira uniforme à razão de 500N/s (ou 50kgf/s ou 30kN/min ou 3tf/min).
- A carga deve ser elevada continuamente até que o corpo de prova rompa.



Ensaio de resistência à compressão.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



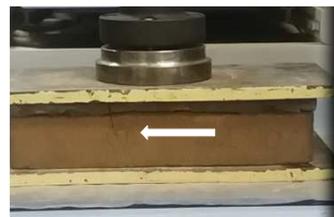
Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

C. PROCEDIMENTO

Ensaio à compressão dos corpos de prova:

- Notas (adaptado da NBR 8492, 2012):
 - Entendemos como ruptura o momento definido na carga máxima atingida no ensaio.
 - O corpo de prova pode exibir trincas antes do ponto de ruptura, mas continuar resistindo ao acréscimo de cargas.



Tijolo trincado, mas não rompido.



Tijolo rompido.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

D. RESULTADOS

- A resistência de cada tijolo à compressão simples (R , em MPa) é definida pela seguinte conta:

$$R = \frac{F}{C \times L}$$

- Onde:
 - F é a carga máxima observada durante o ensaio, em Newtons (N)
 - C e L são o comprimento e a largura do corpo de prova, em milímetros.
 - R deve ser expresso em décimos de unidade (exemplo: 2,1 MPa).
- NOTA: Na conta acima, C e L são as medidas obtidas no corpo de prova e não no tijolo inteiro.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

D. RESULTADOS

- A resistência média (R_M) da amostra (em MPa) é a média das resistências individuais dos corpos de prova, e pode ser calculada da seguinte forma:

$$R_M = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n}$$

- Onde:
 - R_1, R_2, R_n são as resistências à compressão (em MPa) dos corpos de prova 1, 2, n.
 - n é o número total de corpos de prova ensaiados.
 - R_M deve ser expresso em décimos de unidade (exemplo: 2,1 MPa).

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

E. ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO DOS LOTES PARA AS REGRAS DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Resistencia à compressão	Exemplo
Se a resistência média da amostra for menor que 2,0 MPa → Rejeitar o lote. Se for maior, verificar o próximo critério abaixo.	Lote com 63mil tijolos = amostra 16 tijolos, dos quais 11 serão ensaiados à compressão. Se a média das resistências dos 11 tijolos for menor que 2,0 MPa, o lote seria rejeitado.
Se mais da metade dos tijolos apresentar resistência menor que 1,7 MPa → Rejeitar o lote. Caso todos apresentem resistência maior que 1,7MPa, aceitar o lote. Caso menos da metade apresente resistência menor que 1,7 MPa → Retirar nova amostra (o dobro da anterior).	Se mais de 5 tijolos (50% x 11) apresentarem resistência menor que 1,7 MPa, o lote seria rejeitado. Se todos os tijolos apresentarem resistência maior que 1,7MPa, o lote seria aceito. Se até 5 tijolos apresentarem resistência menor que 1,7MPa, retirar nova amostra com $2 \times 11 = 22$ tijolos.
Se a resistência média da amostra nova for menor que 2,0MPa ou valor individual menor que 1,7MPa → Rejeitar o lote. Caso contrário, aceitar o lote.	Se a média das resistências dos 22 tijolos for menor que 2,0 MPa ou qualquer um deles tiver resistência menor que 1,7MPa, o lote seria rejeitado. Caso contrário, o lote seria aceito.

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.polli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

4. ENSAIO DE ABSORÇÃO

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.polli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA

- A determinação da absorção de água dos tijolos será apresentado nos seguintes itens:
 - A. Objetivo
 - B. Materiais e equipamentos
 - C. Procedimento
 - D. Resultados
 - E. Critérios para aceitação ou rejeição dos lotes

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

A. OBJETIVO

- Verificar se a absorção de água da amostra e de seus tijolos atendem às exigências das normas.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

B. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Balança de 10kg com capacidade e resolução de 1g.
- Estufa capaz de manter a temperatura entre 105°C e 110°C.
- Recipiente que permita deixar os corpos de prova totalmente imersos em água durante 24h.



Balança, estufa e recipiente com água.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

C. PROCEDIMENTO

- Dentre tijolos da amostra total, separar os que serão utilizados para ensaio de absorção de água e secar em estufa 105°C e 110°C, até que a massa fique constante. Acredita-se que 24h em estufa seriam suficientes para isso.
- Medir a massa seca (M_1 , em gramas) de cada corpo de prova retirado da estufa.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

C. PROCEDIMENTO



Tijolos em estufa.



Medição da massa seca do tijolo.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)

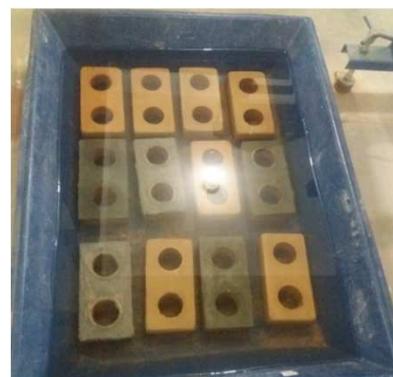


Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

C. PROCEDIMENTO

- Deixar esfriar e colocar os corpos de prova num recipiente com água, de forma que fiquem totalmente submersos por 24h.
- Após 24h retirar os corpos de prova da água, enxugar com pano úmido e pesar antes de passar 3 minutos. Essa é a massa do corpo saturado (M_2 , em gramas).



Submersão dos corpos de prova em água.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

C. PROCEDIMENTO



Tijolo saturado.



Medição da massa do tijolo saturado.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

D. RESULTADOS

- A absorção de cada tijolo (A , em %) é definida pela seguinte conta:

$$A(\%) = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100$$

- Onde:
 - M_1 é a massa do tijolo seco, em gramas.
 - M_2 é a massa do tijolo saturado com água, em gramas.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

D. RESULTADOS

- A absorção média de água (A_M) da amostra (em %) é a média das absorções individuais dos corpos de prova, e pode ser calculada da seguinte forma:

$$A_M(\%) = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_n}{n}$$

- Onde:
 - A_1, A_2, A_n são as resistências à compressão (em %) dos corpos de prova 1, 2, n.
 - n é o número total de corpos de prova ensaiados.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.polli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO DOS LOTES PARA AS REGRAS DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

Absorção de água	Exemplo
Se a absorção de água da amostra for maior que 20% → Rejeitar o lote. Se for maior, verificar o próximo critério abaixo.	Lote com 63mil tijolos = amostra 16 tijolos, dos quais 5 serão ensaiados à absorção. Se a média das absorções dos 5 tijolos for maior que 20%, o lote seria rejeitado.
Se mais da metade dos tijolos apresentar absorção maior que 22% → Rejeitar o lote. Caso todos apresentem absorção menor que 22% , aceitar o lote. Caso menos da metade apresente absorção maior que 22% → Retirar nova amostra (o dobro da anterior).	Se mais de 2 tijolos (50% x 5) apresentarem absorção maior que 22%, o lote seria rejeitado. Se todos os tijolos apresentarem absorção menor que 22%, o lote seria aceito. Se até 2 tijolos apresentarem absorção maior que 22%, retirar nova amostra com 2x5 = 10 tijolos.
Se a absorção média da amostra nova for maior que 20% ou valor individual maior que 22% → Rejeitar o lote. Caso contrário, aceitar o lote.	Se a média das absorções dos 10 tijolos for maior que 20% ou qualquer um deles tiver absorção maior que 22%, o lote seria rejeitado. Caso contrário, o lote seria aceito.

Esse documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.polli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

5. RESUMO

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Tijolo solo-cimento: ensaios pós-fabricação

RESUMO

- Os testes necessários para verificar a qualidade do tijolo devem ser realizados em amostras escolhidas de forma aleatória, conforme critérios já vistos.
- Os testes pós-fabricação consistem em:
 - Verificação das dimensões;
 - Determinação da resistência à compressão;
 - Determinação da absorção.
- Uma vez que as amostras passem em todos esses testes, os tijolos de um determinado lote se apresentam em condições de serem empregados na obra.

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)



Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Realização

 Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

 InterPro
Gerência de Projetos

Apoio / colaboração

 FAU FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

 COPPE UFRJ
Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

Patrocínio

 FAPERJ
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

 InterPro
Gerência de Projetos

 100 ANOS
Campus UFRJ-Macae
Professor Aloisio Teixeira

 UFRJ faz 100 ANOS
1920 | 2020

 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Programa Institucional de Fomento da Pró-Reitoria de Extensão da UFRJ

 ECO
ESCOLA DE COMUNICAÇÃO - UFRJ

 LETRAS
50 ANOS
UFRJ

Agradecimentos

Pelo uso das instalações dos laboratórios do Núcleo de Materiais e Tecnologias Sustentáveis POLI/COPPE/UFRJ, do Laboratório de Modelos Estruturais da POLI/UFRJ, do Laboratório de Hidráulica Computacional da COPPE/UFRJ, dos laboratórios de engenharia civil da UFRJ Macaé e do Departamento de Construção Civil da POLI/UFRJ. Pelo apoio do Núcleo de Pesquisa em Planejamento e Gestão da POLI/UFRJ. Pela cessão de material audiovisual a Márcio Albuquerque Buson, Francisco Carlos Aguiar, Marcelo Tadeu Cruz e Silva, José Humberto Trivisan. Pelo apoio jurídico da Agência de Inovação da UFRJ. Pelo apoio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense.

Atualizado em 04/10/2018. Todos os direitos reservados.

Este documento é parte integrante do material didático do Projeto SHS. Sua utilização está condicionada ao aceite do Termo de Uso e Responsabilidade disponível no site do Projeto (www.shs.poli.ufrj.br)

 SHS
SOCIEDADE INSTITUCIONAL MATERIAIS