



CARTILHA
PRODUÇÃO DE
TIJOLOS DE
SOLO-CIMENTO

INSTITUTO EDUCACIONAL PIRACICABANO
DA IGREJA METODISTA – IEP

Presidente do Conselho Diretor

Paulo Borges Campos Jr.

Superintendente da Rede Metodista de Educação

Robson Ramos de Aguiar

Diretor-Geral

Robson Ramos de Aguiar

Reitor

Gustavo Jacques Dias Alvim

Conselho de Política Editorial

Gustavo Jacques Dias Alvim (Presidente)

Josué Adam Lazier

Pedro Bordini Faleiros

Guanis de Barros Vilela Junior

Victor Hugo Tejerina Velásquez

Lauriberto Paulo Belem

Thiago Borges de Aguiar

Maria Rita Pontes Assunção

Nancy Alfieri Nunes

Ely Eser Barreto César

Comissão de Publicação

Lauriberto Paulo Belém (Presidente)

Guanis de Barros Vilela Junior

Hugo Gimenes de Lima

Jorge Luis Mialhe

Jose Maria de Paiva

Lineu Carlos Maffezoli

Marco Polo Marchese

Editor Executivo

Rodrigo Ramos Sathler Rosa

Professor Coordenador

Prof. Msc. Eduardo Salmar Nogueira e Taveira

Professores

Prof^a. Dr^a Márcia Aparecida Lima Vieira

Prof. Msc. Victor Kraide Corte Real

Técnico do Laboratório de Sistemas Construtivos

Mário de Almeida Salles Junior

Alunos Monitores

Bruno Cazissi

Camila Ferreira Lisboa

Camila Menezes Borges

Denis Costa Comandule

Larissa Corrêa Franco

Mahatima Fuentes

Micaella Archanjo Martins

Yasmin Arielly Cavalcante

**CARTILHA
PRODUÇÃO DE
TIJOLOS DE
SOLO-CIMENTO**



**EDITORA
UNIMEP**

**PIRACICABA
2016**

FICHA CATALOGRÁFICA

APRESENTAÇÃO

Apresentamos a cartilha “Produção de tijolos de solo cimento”, fruto do projeto de extensão realizado nos Assentamentos de Sumaré/SP, por alunos da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo – Feau, Faculdade de ciências Humanas – FCH, Faculdade de Comunicação e Informação – FCI e Núcleo de Estudos e Programas em Educação Popular – NEPEP, da Universidade Metodista de Piracicaba – Unimep, sob a coordenação do Prof. Msc. Eduardo Salmar Nogueira e Taveira.

O referido projeto de extensão, intitulado “Processo educativo na formação de assentados da reforma agrária para a produção de tijolo solo cimento”, teve o apoio financeiro do Fundo de Apoio à Extensão – FAE, por meio do qual a Universidade se fez presente no ambiente social dos assentamentos no interior do Estado de São Paulo e, em diálogo com a comunidade, desenvolveu o projeto e a cartilha que objetiva socializar o processo de aprendizado e de construção para que o leitor conheça a tecnologia de produção de tijolos de solo cimento e, em especial, para que moradores de assentamentos possam fabricá-los em suas próprias terras.

Ao publicar esta cartilha, a Universidade materializa a ação extencionista e contribui para o desenvolvimento das comunidades de assentados, com vistas à plena cidadania.

Prof. Dr. Josué Adam Lazier
Coordenador de Extensão e Assuntos Comunitários -
Unimep

INTRODUÇÃO

O Curso de Arquitetura e Urbanismo da Unimep recebe com orgulho a publicação da cartilha *“Produção de tijolos de solo cimento”*, de autoria do docente MSc Arq Eduardo Salmar Nogueira e Taveira, que constitui fruto direto dos projetos de extensão: *“Processo educativo na formação de assentados da reforma agrária para a produção de tijolo solo cimento”*, e *“Criação de material gráfico sobre o processo educativo na formação de assentados da reforma agrária para a produção de tijolos de solo cimento”*, em ação cooperada da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo – FEAU, com a Faculdade de Ciências Humanas – FCH, a Faculdade de Comunicação – FACOM, e o Núcleo de Estudos e Pesquisa em Educação Popular – NEPEP, com fomento do Fundo de Apoio à Extensão - programa FAE, voltados para a população rural de assentados no município de Sumaré SP.

Cabe aqui colocar, que a reflexão prática sobre o elemento TERRA, enquanto substância matriz e suporte da existência humana e da sua relação com a arquitetura (entendida enquanto ação integradora do homem com a natureza) sempre estiveram presentes no ensino da arquitetura do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Unimep desde a sua criação em 1994, demarcada nos seguintes aspectos: a) a marca distinta do ensino prático de arquitetura de terra no Curso da Unimep; b) a trajetória processual evolutiva desta temática de ensino desde a origem do Curso até agora; e c) a contribuição do ensino de culturas construtivas na Unimep em relação às outras instituições de ensino superior brasileiras.

Com base nesta reflexão sobre a trajetória do Curso de Arquitetura e Urbanismo, pode-se afirmar que a confecção da

cartilha “*Produção de tijolos de solo cimento*”, disponibilizada à comunidade de assentados, de referencial conteúdo técnico e substancial competência gráfica e compositiva, propicia à Unimep, simultaneamente, a efetiva materialização do Projeto Político-Pedagógico do Curso de Arquitetura e Urbanismo, e a capacitação de agentes multiplicadores na comunidade para difusão do conhecimento , num significativo gesto extensionista na direção da sua motivação maior: a construção da cidadania.

Novembro 2014

Prof Natanael Macêdo Jardim
Coordenador do Curso de Arquitetura e Urbanismo da
Feau/Unimep

Agradecimento

Alunos dos Assentamentos da Reforma Agrária de Sumaré

Altair Queiroz Pereira

Ana Antunas

Antonio Segura Filho

César Martins Pereira

Fábio Barbosa

Gersino da Silva

Jeferson Pereira

Jeferson Prado dos Santos

João Lima

João Lourenço da Silva

José da Silva

José Ferreira

José Fogaça

Lucilene Cruz

Lúcio Belchior

Luis Claudinei Ferraz

Maria Renovato de Oliveira

Maria Silva

Mauro Muniz de Melo

Natalina da Silva

Vera Lúcia de Jesus

SUMÁRIO

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. Introdução..... | 5 |
| 2. Histórico do Assentamento..... | 6 |
| 3. Depoimentos..... | 8 |
| 4. Conhecendo o Bloco..... | 10 |
| 5. Vantagens..... | 12 |
| 6. Informações sobre o solo..... | 14 |
| 7. Análises preliminares..... | 19 |
| 8. O solo para o BTC..... | 26 |
| 9. Estabilização do solo..... | 28 |
| 10. Extração do Solo..... | 31 |
| 11. Secagem e Peneiramento | 34 |
| 12. Dosificação do Cimento..... | 36 |

| | |
|--|----|
| 13. A Mistura..... | 39 |
| 13.1 Mistura em Seco..... | 40 |
| 13.2 Mistura Úmida..... | 41 |
| 15. Prensagem | 44 |
| 16. Cura | |
| 16.1 Cura Seca..... | 48 |
| 16.2 Cura Úmida..... | 49 |
| 17. Controle de Qualidade dos Blocos | 51 |
| 18. Emprego na Construção..... | 54 |
| 19. Tipos de Prensas..... | 58 |
| 21. Mais Informações..... | 61 |



Esta cartilha nasceu de uma experiência de capacitação realizada em parceria entre a UNIMEP e os assentados da reforma agrária do município de Sumaré, através do projeto de extensão do “Fundo de Apoio ao Estudante: FAE 15/12 – Processo Educativo na Formação de Assentados da Reforma Agrária para a Produção de Tijolos de Solo-Cimento”, durante o ano de 2012 a 2013, e tem por finalidade orientar o leitor sobre a tecnologia de produção de tijolos de solo cimento, possibilitando sua produção.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

HISTÓRICO DO ASSENTAMENTO

anos 60 e 70

Instalação de indústrias na região metropolitana de Campinas acarreta a vinda de muitos imigrantes. A falta de emprego deixa muitos deles sem fonte de sustento.

1984
Ano da criação do Assentamento I de Sumaré, sob aprovação do governador Franco Matoro. Vinte e sete famílias ocupam a área do Horto Florestal de Sumaré.

1988
Foi decidida em definitivo a área do Assentamento II, na Estrada Teodor Cundiev, que liga Sumaré a Hortolândia, com mudança de trinta e seis famílias para lá.

1997
Fundação da cooperativa do Assentamento I, que funciona como suporte a comercialização, e torna-se uma cooperativa regional envolvendo os três assentamentos e aberta a pequenos agricultores familiares.

2000
Início do Assentamento III de Sumaré, a partir de área regularizada pelo ITESP, advinda da luta dos Assentamentos I e II, para famílias de Valinhos e Sumaré. Teve seu desenvolvimento mais acelerado, suas casas ficam no lote da produção, diferente da agrovila existente nos demais assentamentos.

2012
Início do Projeto FAE 15/12 que visa compartilhar entre os assentados dos Assentamentos I, II e III, a tecnologia de produção de tijolos de solo-cimento, para que futuramente possam fabricá-los em suas próprias terras.

HISTÓRICO DO ASSENTAMENTO

Atualmente

Assentamento I

Possui 45 famílias com 26 titulares, totalizando cerca de 300 pessoas. Grande parcela de seus jovens possui formação superior. Sua principal fonte de renda são seus plantios e criações, não existe muita ajuda do estado. Produzem atualmente, mandioca, milho, batata-doce, banana, goiaba, leite, hortaliças e legumes que são vendidos na rua, CEASA e para a prefeitura de Sumaré através do Programa Compra Direta.

Assentamento II

Existem cerca de 60 famílias, sendo 26 titulares, totalizando cerca de 320 pessoas. Produzem goiabas, bananas, acerolas, manga, citrus, milho verde, mandioca, quiabo, abobrinha. O Assentamento conta ainda com dois Centros Comunitários, coleta de lixo, rede de água e rede telefônica, correio, Escola Primária de primeira a quarta série e Jardim I e II. Recebe apoio institucional da Secretaria da Justiça e Cidadania.

Assentamento III

Existem 29 famílias com 18 titulares, com cerca de 86 pessoas no total, onde 61% delas trabalha no próprio local. Os assentados têm também uma associação, com CNPJ e outras exigências legais. Produzem e vendem para o comércio e prefeitura municipal de Sumaré, e para Guarulhos. Sua produção atual é figo, goiaba, banana, morango, uva, laranja, e cereais para consumo próprio. O ITESP é o órgão responsável legal pelos três Assentamentos e fornece acompanhamento técnico a eles.

DEPOIMENTOS

“Com o tijolo de solo cimento poderemos melhorar nossas casas, fazer construções que beneficiam projetos coletivos – salão, biblioteca, farinheira, forno, churrasqueira, muro, etc.”

Altair Queiroz Pereira

“Para o meio ambiente é melhor e não gera entulhos.”

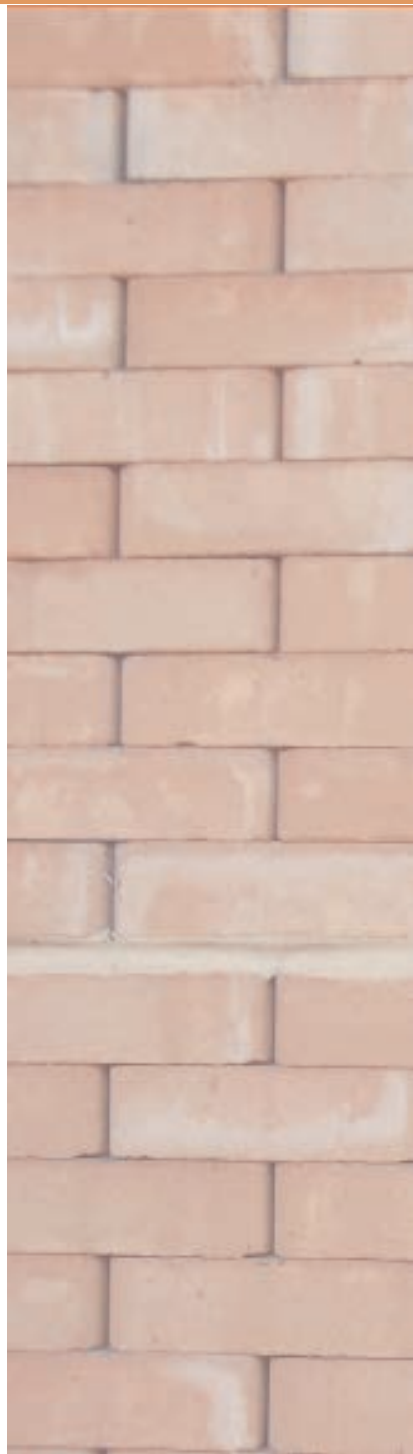
Antonio Segura Filho

“Facilita a minha mão de obra e os gastos serão menores e posso usar o meu material.”

João Lourenço

“É bem econômico. Acho um projeto bastante interessante que muitas pessoas de baixa renda podem ter ideias para construir sua casa, fornos, etc..”

Vera Lúcia



“Quero construir minha casa com essa técnica.”

Ana Antunas

“Espero que eu seja um agente multiplicador dessa técnica pois espero levar essa técnica para outra região até mesmo onde as pessoas ficam longe dos grandes centros onde é difícil o acesso e aquisição de materiais de construção como tijolos por exemplo, por não terem olarias na região.”

César Martins Pererira

“Acho possível construir minha casa, ou churrasqueira, lareira que podem ser construídas com essa técnica.”

Mauro Muniz de Melo

“Técnica eficiente, barata, prática e ecologicamente correta.”

Luis Claudinei Ferraz

CONHECENDO O BLOCO

Os blocos de solo cimento, são também conhecidos como BTC (BLOCO DE TERRA COMPRIMIDA), ou também como Tijolos Ecológicos, são fabricados com terra (solo) adensada em molde por meio de compactação ou prensagem, seguido de seu desmolde imediato.

Os blocos não passam pelo processo de queima durante sua fabricação, e são uma das alternativas de menor custo e menor agressão ao meio ambiente na construção de alvenarias estruturais e autoportantes aparentes.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

CONHECENDO O BLOCO

Em sua composição existe uma maior quantidade de areia para uma pequena porção de cimento, sendo este o motivo para a ordem de seu nome: SOLO CIMENTO.

Quando executada a cura e a escolha do solo corretamente, os blocos de solo cimento concedem ao seu emprego na obra a mesma segurança e estabilidade que os tijolos maciços e blocos cerâmicos queimados convencionais, mantendo uma boa resistência à compressão simples. Os blocos podem ainda, ser fabricados em vários formatos e tamanhos utilizando moldes

metálicos para a sua compactação.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

VANTAGENS

- Alta resistência à compressão e umidade;
- Não é poluente, apresentando excelentes propriedades térmicas e baixo consumo energético, já que não consome energia elétrica, diesel ou a lenha na fabricação, por dispensar a queima do bairro;
- Facilidade na produção e uso, podendo ser produzido com o próprio solo do local da obra, reduzindo ou evitando custos de transportes, no caso de pequenas obras;
- Menos dependência de energia e matéria prima importados;
- Possui grande conforto acústico e é impermeável;
- A regularidade, finura e planeza de suas faces requerem quantidades mínimas de argamassa de assentamento, e trazem melhores acabamentos;



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

- Utiliza basicamente mão de obra não especializada na linha de produção;
- Pode dispensar o uso de revestimento, desde que protegidos da ação direta da água da chuva, sendo ideais para paredes de tijolos aparentes;
- Sua tecnologia pode ser disponível e facilitar a geração de uma ajuda apropriada na solução de problemas de moradia, especialmente para populações pobres dos países em desenvolvimento;
- Pode-se chegar a uma redução de custos de até 40% em relação aos sistemas construtivos tradicionais.
- Área de produção reduzida;
- Adequa-se a uma gama ampla de tipos de solo;
- Blocos de solo cimento (BTC) são uma proposta válida, barata, confortável térmica e acusticamente, e devido ao emprego de conduítes e canos nas paredes, elimina-se a chance da sua trabalhosa quebra posterior.

COMPOSIÇÃO DO SOLO

A terra é um material heterogêneo e de composição bem variável, um dos materiais mais abundantes do Brasil, e um dos principais componentes da mistura do BTC. Por isso é muito importante definir as características dos materiais que o constitui, já que alguns solos não servem como matéria prima para a fabricação de blocos de BTC no seu estado natural, sendo necessário agregar outros materiais a sua mistura para se obter blocos de boa qualidade.

O solo origina-se da capa superficial da terra, resultado do desprendimento da rocha mãe através do tempo, este material sofre fortes transformações ocasionadas por fenômenos como:

- **Erosões**¹ causadas pela agricultura, o vento, erupções vulcânicas, etc.



Imagem ilustrativa de uma Erosão.

¹ **Erosão** : Processo de deslocamento de terra ou de rochas de uma superfície.

INFORMAÇÕES SOBRE O SOLO

- Condições climáticas extremas;
- Migração de substâncias químicas através da chuva que penetra no solo ou a evaporação.

Existem vários tipos de SOLO, cada um constituído de diferentes materiais, são eles:

MATERIAL MINERAL:

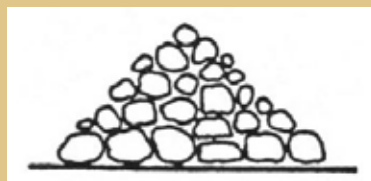
Composto pelos Minerais Inertes; Pedra Cascalho (Grava); Areia; Limo (Lama); Minerais Ativos; Argila.

MATERIAL ORGÂNICO:

Formado de microorganismos que resultam da

decomposição de plantas e animais. A matéria orgânica está em contínua transformação e tem uma grande capacidade de absorção da água devido a sua estrutura esponjosa e possui um cheiro característico.

MINERAIS INERTES:



Pedras de 200 - 20 mm

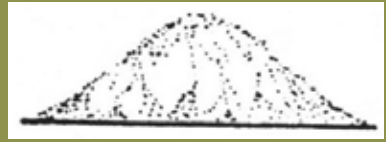
Resultado do desprendimento da rocha mãe; têm uma grande resistência mecânica.

INFORMAÇÕES SOBRE O SOLO



Gravas de 20 - 2 mm

Resulta do desprendimento da pedra; é o esqueleto da terra; têm alta resistência mecânica.



Limo de 0,02 - 0,002 mm

Física e quimicamente idêntico à areia, é muito mais fino; ligeiramente pegajoso.



Areia de 2 - 0,02 mm

Constituída por partículas de quartzo e silicato; a areia não tem coesão; é muito permeável e tem alta resistência mecânica.



Argilas de $0 < 0,002$ mm

Algumas são muito expansivas ao contato com a água. Elemento que dá a coesão ao solo. Muito fina e pegajosa absorve a água lentamente e não é permeável.

A TERRA E A ÁGUA

Existem três propriedades que a terra pode adquirir em contato com a água e que são fundamentais para a produção de BTC:

PLASTICIDADE:

Capacidade de deformar-se sem **fissurar-se**.

COESÃO: A capacidade de resistir aos esforços de **tração e compressão**.

COMPRESSIBILIDADE:

Capacidade para **densificar-se**.

(comprime-se)



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

QUATRO ESTADOS DE HIDRATAÇÃO:

Seco

Úmido

Plástico

Líquido

IMPORTANTE: A capacidade de absorção de cada solo varia segundo seus componentes. Para passar de um estado de hidratação a outro, cada solo precisa de uma quantidade de água diferente.

Existem 12 técnicas diferentes de construção com terra; para cada uma delas, o estado de hidratação da terra varia. Por exemplo: para o adobe precisa-se da terra em estado plástico; para o BTC em estado úmido.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

EXAME VISUAL

Objetivo: OBSERVAR A COR E COMPOSIÇÃO DA AMOSTRA (o tamanho dos grãos).

Procedimento: Examinar uma amostra em estado seco e observar seus componentes arenosos (areia) e argilosos (argila). Nesse exame a porção fina (argilas e limo) que é composta por partículas inferiores a 0,08mm, não é visto a olho nu.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

EXAME DE ODOR

Objetivo: Detectar a presença de matéria orgânica na amostra.

Procedimento: CHEIRAR A AMOSTRA, se ela conter odor de húmus existem elementos orgânicos nessa amostra. Esse odor aumenta se aquecermos ou umedecermos a amostra, esse tipo de terra não é apropriado para construção.



Fotografia: Ivan Moretti.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

EXAME DE MORDIDA

Objetivo: Identificar o grão com o maior tamanho. **Atenção:** deve-se ter cuidado higiênico com as amostras.

Procedimento: MORDER UM POUCO DA AMOSTRA ENTRE OS DENTES.

TERRA ARENOSA - provoca sensação desagradável entre os dentes.

TERRA ARGILOSA - sentimos uma sensação lisa e farinhosa entre os dentes.

EXAME TÁTIL

Objetivo: Identificar a composição do tamanho dos grãos do material (a fração fina).

Procedimento: TRITURAR A AMOSTRA entre os dedos e a palma da mão.

TERRA ARENOSA - sensação de rugosidade e não é pegajosa, fácil de moer.

TERRA LIMOSA - ligeira impressão de rugosidade, é fácil de fazer um pó fino, e a amostra úmida apresenta uma plasticidade média.

TERRA ARGILOSA - no estado seco apresenta torrões que resistem à compressão e no estado úmido absorve a água lentamente mudando para uma massa plástica e colante.

EXAME DE ÁGUA CORRENTE

Objetivo: Identificar a proporção de finos na amostra.

Procedimento: LAVAR AS MÃOS após esfregá-las com a terra ligeiramente úmida.

TERRA ARENOSA - fácil de enxaguar as mãos.

TERRA LIMOSA - provoca sensação de secura e as mãos não são difíceis de enxaguar.

TERRA ARGILOSA - aparência esponjosa e é muito difícil de enxaguar as mãos.

Atenção: A pressão da água ao lavar as mãos não deve ser muito forte.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

EXAME DE ADERÊNCIA

Objetivo: Observar a quantidade de argila na amostra.

Procedimento: Toma-se um pouco de terra úmida que não se adere aos dedos e se CORTA COM UMA ESPÁTULA. A terra é bem argilosa se a espátula penetra sem grandes dificuldades e a terra é pouco argilosa se a espátula penetra e se retira com facilidade mesmo quando manchada pela terra.

Outros Exames:

EXAME DA CAIXA

Teste de Retração

Objetivo: Descobrir se o solo é adequado para uso.

Procedimento: Mistura-se um pouco da amostra de terra peneirada e seca com a água, até o ponto em que a mistura grude na colher de pedreiro.

Coloca-se esta mistura em uma caixa de madeira com as dimensões internas de 60 x 3,5 x 8,5 cm.

A parte interna da caixa deve ser untada com óleo ou desformante comercial.

Enche-se a forma,

pressionando e alisando a superfície, certificando-se de não criar nenhum espaço vazio no interior da massa. Deixar a caixa em ambiente fechado, protegido da chuva e do sol durante 7 dias, molhando-a todos os dias. Depois, medir a retração ocorrida no sentido do comprimento da caixa e também nos dois lados da mesma.

Some as três medidas. Se o valor ficar abaixo de 2 cm e se não aparecerem trincas no corpo de prova então o solo é adequado e pode ser usado.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

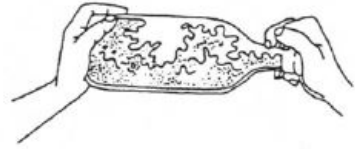
EXAME DA GARRAFA

Objetivo: Determinar aproximadamente, a permeabilidade do solo.

Procedimento:

Colocar a terra numa **1** garrafa transparente ocupando 1/4 de seu volume, adicionando, em seguida, água lentamente até 3/4 da garrafa. Deve-se anotar o tempo que a água leva para chegar ao fundo da garrafa.

Deve-se mexer bem a **2** garrafa, para misturar seu conteúdo, e depois repousá-la pelo tempo de 45 minutos.



Após o período de **3** repouso nota-se a proporção de cada um dos componentes do solo.

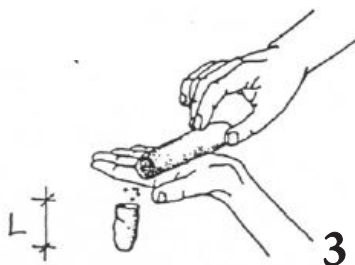
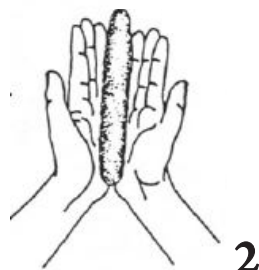


Com este exame é fácil identificar componentes mais graúdos do solo, como a areia e a grava. No entanto as partículas inferiores a 1mm como limo (lama), argilas, ou outro elemento, são difíceis de identificar.

E pode-se comparar rapidamente diferentes amostras de solo, o qual é muito útil para controlar as possíveis modificações do solo durante a extração.

EXAME DO CHARUTO

Objetivo: Determinar a **coesão²** do solo, verificando se a quantidade de argila no solo é apropriada para a fabricação de BTC.



Procedimento:

1. Eliminar os grãos com mais de 5 mm.
2. Misturar um pouco de terra com água e fabricar um "charuto" de 3 cm, de espessura.
3. Deslizá-lo lentamente para fora da mão até sua quebra e medir o comprimento do pedaço (L).

Coesão² : Aderência; Força que une moléculas às partes constituintes de um corpo, fazendo com que o mesmo não se parta.

É necessário repetir a prova várias vezes antes de fazer a conclusão, realizando nas mesmas condições o exame: umidade de costume, espessura do charuto, velocidade para deslizar o charuto.

Através deste exame pode-se descobrir o tipo de solo da amostra. Para isso, deve-se observar o comprimento de L:

L inferior a 5cm = SOLO ARENOSO

L superior a 20 cm = SOLO ARGILOSO

ATENÇÃO:

Para a produção do BTC é necessário que o comprimento de L esteja entre 5 e 12 cm.

EXAME DA CONTRAÇÃO DO BTC

Objetivo: Verificar a atividade expansiva da argila.

Procedimento: Fabricar um bloco e medi-lo. Deixá-lo secar por 24 horas e tomar medidas novamente.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

Resultados:

Para a produção do BTC a contração não deve superar os 5 mm. Caso o supere, deve-se misturar a terra com areia.

Não são todas as terras que podem ser utilizadas para a fabricação de BTC, por causa de sua variada composição e pelo tamanho de seus grãos, devendo passar pelo processo de análise. Essa análise é feita por meio de ensaios que identificam o tipo de solo, e avaliam alguns parâmetros da mistura feita, como tipo e porcentagem de argila, quantidade de areia, porcentagem de água e de estabilizante, processo de fabricação, pressão de compactação, natureza e porcentagem de estabilizante, cura. Pode-se dizer que o solo ideal a fabricação de

BTC seria aquele com cerca de

50% de areia

25% de silte

25% de argila

Atenção:

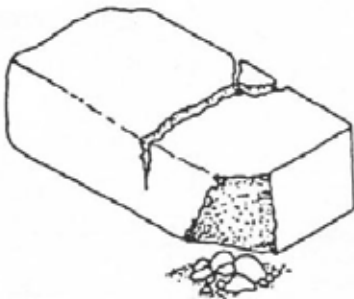
- A argila presente no solo influencia decisivamente na qualidade dos blocos. A quantidade de areia também é importante.
- Terras com mais de 75% de areia que trazem pouca coesão ou mais de 50% de argila, devem ser evitados.
- Solos com teores grandes de areia exigem maiores taxas de estabilizantes para alcançar sua melhoria. Já a quantidade de água empregada na mistura se

relaciona com a resistência do bloco.

- As amostras de terra devem ser peneiradas para eliminar grãos de diâmetro superior a 2 cm. E solos com matéria orgânica devem ser evitados.

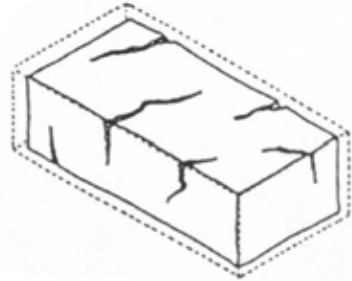
Os solos que não são bons ao uso na mistura são os com:

Muita Areia e Pouca Argila

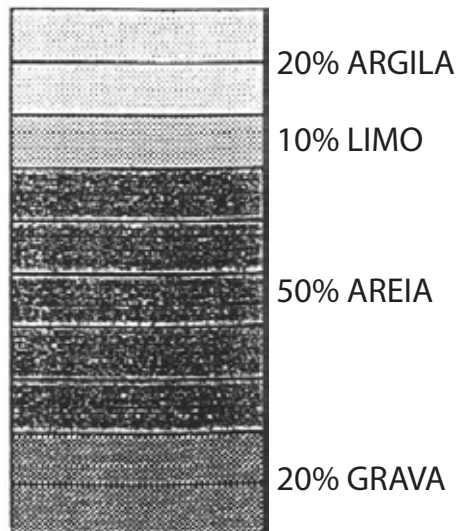


- Falta de coesão;
- Difícil de compactar e moldar.

Com Muita Argila



- Risco de fissuras no bloco;
- A extração e preparação do solo é muito difícil.



ESTABILIZAÇÃO DO SOLO

ESTABILIZAÇÃO DO SOLO

Se o solo não tem as características ideais para a produção do BTC, este pode ser melhorado agregando um ou mais estabilizantes.

ESTABILIZAÇÃO - consiste em modificar as características de um solo para uma aplicação determinada, aplicando produtos que melhorem suas propriedades, inclusive sob a ação da água. Um dos melhores estabilizantes conhecidos é o **CIMENTO**.

Não é necessário estabilizar quando se dispõe de um tipo de solo apropriado para o BTC. Para uma maior resistência e durabilidade do bloco, devemos ficar atentos a:

- quantidade de cimento a ser adicionada ao solo;
- quantidade de água a ser incorporada à mistura;
- densidade a ser conseguida na compactação.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

Compressão do Solo:

A compressão da mistura do solo acontece para que se crie um meio denso (compacto) com o mínimo de poros e canais capilares.

O melhor resultado na compressão, obtem-se utilizando um solo com partículas de todos os tamanhos: grava, areia, limo (lama), argila. Com o objetivo de:

- Aumentar a resistência à compressão e aos impactos ainda em ambiente úmido.

- Reduzir a tendência expansiva de certos solos.

- Reduzir a absorção de água.

Reação do Cimento:

Quando em contato com a água o cimento reage com os componentes **inertes³** do solo (areia, grava) criando uma poderosa estrutura que os une entre eles.

Algumas partículas de cal se libertam e reagem com a argila neutralizando assim sua atividade expansiva.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

ESTABILIZAÇÃO DO SOLO

PROVAS DE CAMPO PARA A IDENTIFICAÇÃO DO SOLO

As provas de campo asseguram o uso de um solo apropriado para a produção do BTC.

É muito importante verificar constantemente a composição do solo, pois ela pode variar mesmo que em uma área reduzida.

Eliminar a capa superior da matéria orgânica. Tomar amostra das capas inferiores evitando as capas de cascalho (grava) e pedra.



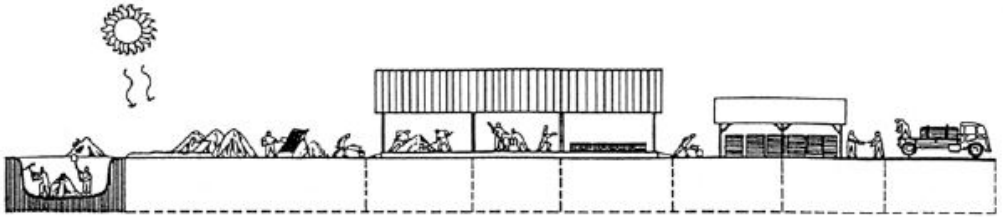
Fotografia: Equipe Projeto FAE.

Em cada amostra anotar:

- Data
- Localização
- Profundidade
- Cor
- Tipo de solo



Fotografia: Equipe Projeto FAE.



1ª ETAPA:

Momento de obter a terra mais apta para o BTC.
Questões importantes a considerar antes de extrair a terra são:

- Se o volume do solo é suficiente, exemplo:
Para uma sala de 50m^2 precisa-se de:
4000 blocos
 $4000 \times 6\text{L} = 24000\text{L}$
 $24000\text{L} = \underline{24\text{m}^3}$
- Quão difícil é a extração?
Quanto mais difícil, mais horas de trabalho e o produto final sai mais caro.

- Qual a distância para o local da extração?
O transporte incrementa de forma considerável o custo final do produto.

- A qualidade do solo:

Solo de boa qualidade vai menos cimento.



Solo de má qualidade vai mais cimento.



EXTRAÇÃO DO SOLO

Procedimento

1º Tirar a capa superior de matéria orgânica

2º É recomendável fazer a extração em sentido vertical para misturar as diferentes capas do solo (evitar a grava menor de 20 mm)



Fotografia: Equipe Projeto FAE.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

Em tempo de seca, se o solo está muito duro é preferível molhá-lo um dia antes para que se amacie e seja mais fácil extraí-lo.



PROVAS DE CONTROLE DURANTE A PRODUÇÃO

EXTRAÇÃO:



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

VERIFICAR SE AS PROPRIEDADES DA TERRA NÃO VARIAM.

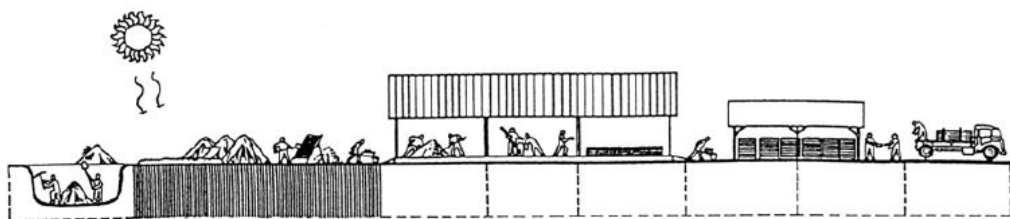
O responsável da obra deve praticar regularmente as provas do charuto e da garrafa



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

com a nova terra que se esteja extraíndo; e comparando estes resultados com os da primeira prova, verificar se as propriedades da terra não mudaram. Colocando a nova garrafa ao lado da “garrafa de amostra”, é muito fácil notar se há alguma diferença. Se os resultados são muitos diferentes de uma terra a outra, deve-se fazer um bloco com a nova terra e prová-lo.

SECAGEM E PENEIRAMENTO



2ª ETAPA:

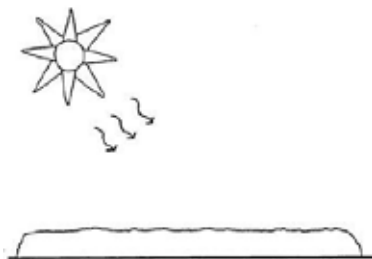
SECAGEM

Objetivo: Reduzir ao máximo a umidade da terra, para passar pelo processo de peneiramento. A terra muito úmida é difícil de peneirar (as partículas finas se grudam e não passam pela peneira), e dificulta a mistura com o cimento de maneira uniforme.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

Para uma melhor secagem ao sol, deve-se espalhar a terra de maneira uniforme com até 30 cm de altura em uma capa e deixá-la exposta sob o sol.



PENEIRAMENTO

Objetivo: Selecionar um tamanho específico de grãos e eliminar a matéria estranha.

Para a produção do B.T.C. precisa-se de uma terra com partículas inferiores a 20mm.

É necessário também eliminar qualquer matéria orgânica que possa reduzir a qualidade do bloco.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

Atenção: Deve-se atentar a inclinação da peneira, pois quanto mais vertical se encontra a peneira, mais finos serão os grãos.

DOSIFICAÇÃO DO CIMENTO

Objetivo: Medir a quantidade exata de cimento e de terra que irão ser misturados.

A quantidade de cimento para a mistura é decidido em função da qualidade da terra, em que quanto melhor, menos cimento se utilizará, e também pelo uso especial do bloco, como para alicerces, que devem ser muito resistentes à umidade.

A quantidade de estabilizante se expressa sempre em porcentagem de importância.

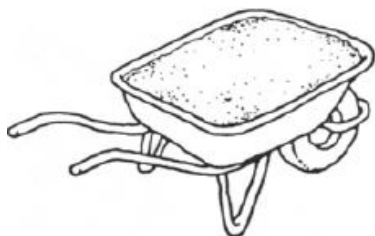
EXEMPLO: se estabilizamos 5% de 100 kg. de terra

precisaremos de 5 kg. de cimento.

Para uma correta dosificação, é indispensável conhecer o peso dos componentes da mistura: TERRA E CIMENTO. NA PRÁTICA PARA FAZER A MISTURA, UTILIZAM-SE VOLUMES COMUNS:



O peso de um balde em quilos.



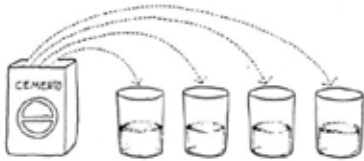
O peso de um carrinho de mão em quilos.

Para cada tipo de solo precisa-se saber: quantos quilos cabem num balde e e quantos em um carrinho de mão.

* Com um tipo de solo que pesa: 84 kg num carrinho de mão de 60 lts. 14 kg. num cubo de 10 lts.

Geralmente o cimento é vendido em sacos de 50 kg.







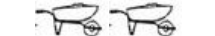






Dividir um saco de cimento de 50 kg, em quatro baldes idênticos, isto é 12,5 kg em cada um.



Exemplo:

* Utilizando carrinhos de mão de 60 lts.e balde de 10lts.
(6 baldes x um carrinho de mão)

DOSIFICAÇÃO DO CIMENTO

| % | QUANTIDADE DE CIMENTO | | + | QUANTIDADE DE CIMENTO | | = | NÚMERO DE BLOCOS |
|----|-----------------------|---|---|-----------------------|---|---|------------------|
| | Em quilos | Em volumes | | Em quilos | Em volumes | | |
| 4% | 12,5 |  1/4 de saco de cimento | + | 312 |  3 carrinholas +  4 baldes | = | 41 |
| 5% | 12,5 |  1/4 de saco de cimento | + | 250 |  3 carrinholas | = | 33 |
| 6% | 25 |  1/2 saco de cimento | + | 416 |  5 carrinholas | = | 55 |
| 7% | 25 |  1/2 saco de cimento | + | 357 |  4 carrinholas +  1 balde | = | 47 |
| 8% | 25 |  1/2 saco de cimento | + | 312 |  3 carrinholas +  4 baldes | = | 41 |

Para a fabricação do BTC usa-se uma mistura constituída de solo arenoso, cimento e água em quantidades determinadas por ensaio de laboratório.

É através de ensaios de corpo de prova que se encontra a quantidade de água a ser adicionada à mistura para a indicação da umidade ótima, e também determina-se a densidade a ser conseguida com a compactação.

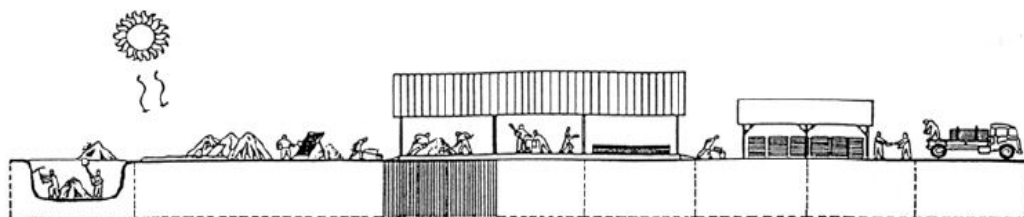
É necessário avaliar alguns parâmetros da mistura feita desde o tipo e porcentagem de argila, a quantidade de areia, a distribuição da curva granulométrica, o

processo de fabricação, a porcentagem de água, a pressão de compactação, a natureza e porcentagem de estabilizantes.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

Imagem Misturador do LABSIS.



MISTURA EM SECO

3ª ETAPA:

Objetivo: Misturar em seco o solo e o cimento. Quanto mais seco e fino esteja o solo, a mistura será homogênea e se obterão os melhores resultados na estabilização.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

A mistura deve ter uma cor uniforme e não deve ter bolas de cimento.

Procedimento:



Deslocar o monte de terra pelo menos 3 vezes depois de acrescentar o cimento.



Espalhar a terra numa capa de 30 cm. para adicionar a água de maneira uniforme na mistura.

MISTURA ÚMIDA

Objetivo: Adicionar água à mistura de solo cimento.

A água é necessária para:

- ativar a AÇÃO COESIVA das argilas

- atuar como LUBRIFICANTE para uma melhor compressão

- ATIVAR A REAÇÃO do cimento com a areia

Agregar a água com um regador para reparti-la de maneira uniforme na mistura. É recomendável esperar um pouco até que a água penetre bem na mistura.



Mexer a terra até que a água esteja perfeitamente distribuída.

Prova do Grau Ótimo de Umidade

Objetivo: Verificar que o grau de Umidade na mistura seja ótimo, para obter um bom resultado em compressão.

Cada tipo de solo tem um grau ótimo de umidade para a compressão.

Um solo arenoso precisa de menos água que um solo argiloso.

MISTURA

Procedimento: A umidade da mistura é verificada através da coesão apresentada pela massa fresca.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

1º TESTE:

Com um pouco de mistura úmida, fazer uma bolinha entre as mãos.

Resultado:

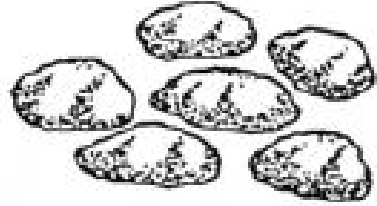
Deve-se apertar a mistura e ao abrir a mão a massa deverá ter a marca deixada pelos dedos, se isso não acontecer, é porque a massa está muito seca; nesse caso, adicione água até a marca dos dedos ficar perfeita em um novo teste.

2º TESTE:

Jogue a bolinha de terra no chão, de uma altura aproximada de um metro.



A bola se desfaz em muitos pedaços: UMIDADE ÓTIMA.



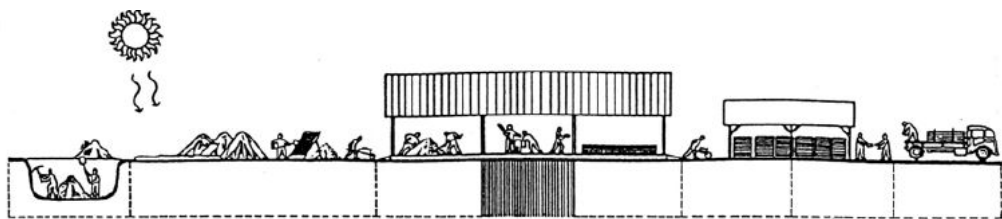
A bola se desmorona: ÁGUA INSUFICIENTE



A bola não se desfaz: MUITA ÁGUA.



Repita os testes até conseguir a umidade ideal: o aspecto da mistura deverá ser o de uma 'farofa' úmida.



4ª ETAPA:

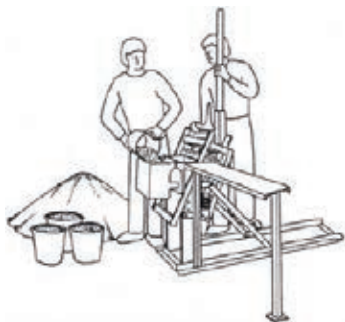
Objetivo: Compactar o solo com uma prensa manual.

Com este tipo de prensa, uma só pessoa é suficiente para dar ao bloco uma força de compressão de 8 toneladas.

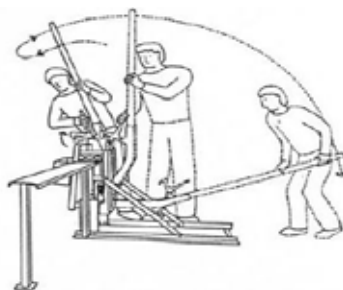
espessura em todos os blocos, deve-se colocar sempre a mesma quantidade de mistura no molde.



1 Instalar a prensa numa superfície horizontal.



3 Verificar que a coberta entre bem no molde.



2 Para se obter a mesma

- 4 Ao mesmo tempo que se efetua a compressão, encher o recipiente dosificador.

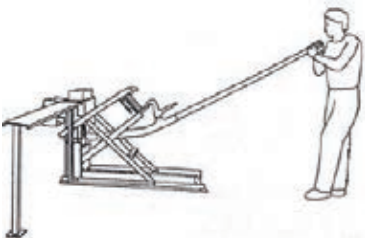


Fotografia: Equipe Projeto FAE.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

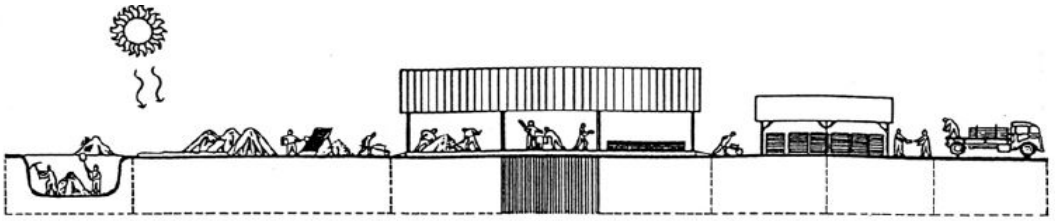
- 5 Tomar com muito cuidado o bloco sem tocar suas quinas, para não quebrar o bloco recém compactado.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.



4ª ETAPA:

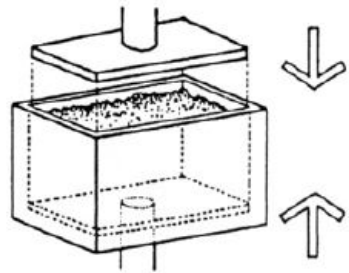
PROVA DE QUALIDADE DA COMPRESSÃO

Apoiar o polegar no centro do bloco:

* Se a impressão é muito visível e a compressão foi muito fácil: precisa-se colocar mais terra no molde.

* Se a impressão é muito visível e a compressão foi muito difícil: a terra está muito úmida.

* Se a impressão não é muito visível: a compressão é correta.



COMPRESSÃO: VERIFICAR A POSIÇÃO CORRETA DAS PLACAS DE COMPRESSÃO DA PRENSA

Se a altura do bloco muda de um extremo ao outro, é necessário verificar se as placas de compressão da prensa estão paralelas.

CURA SECA

Objetivo: Armazenar os blocos num ambiente úmido e realizar molhagens sucessivas após 6 horas de moldados e por pelo menos 7 dias. Para reagir corretamente na mistura, o cimento precisa ser hidratado pela água. A quantidade de água utilizada para a produção do bloco é muito reduzida.

Por isso é indispensável manter os blocos em ambiente úmido e impedir ao máximo a

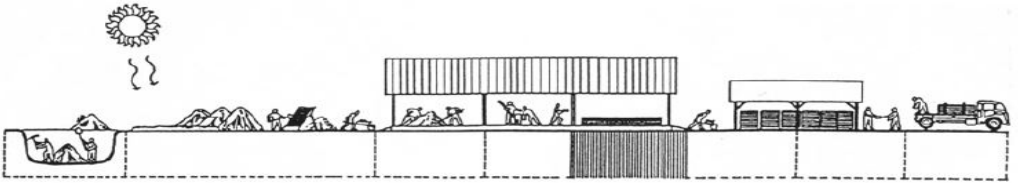
evaporação da água dos blocos.

Questões importantes a considerar para armazenar os blocos:

- Empilhar os blocos de tal maneira que seja fácil contá-los;
- Fazer pilhas com o equivalente a um dia de produção;
- Marcar claramente a data de produção para controlar o tempo de cura úmida.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

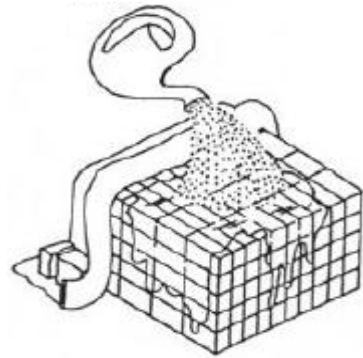
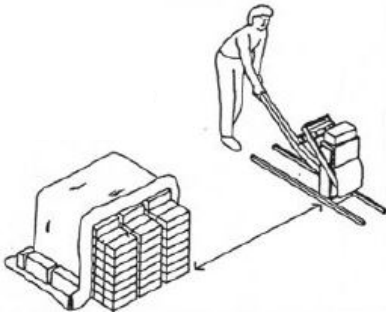


5ª ETAPA:

CURA ÚMIDA

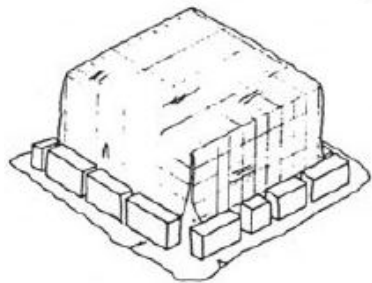
Colocar os blocos “frescos” e mais perto o possível da prensa.

Cobrí-los imediatamente com plástico e desenrolá-lo à medida que a pilha de blocos avança.



Assegurar-se que não tenha infiltração de ar, colar bem o plástico contra os blocos.

Se o clima é muito seco, molhar os blocos de vez em quando e cobrí-los imediatamente depois.

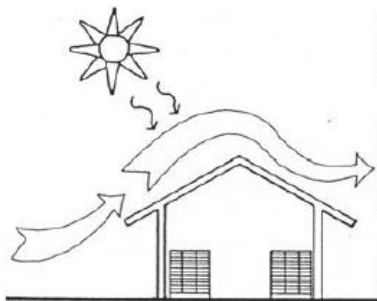


CURA ÚMIDA

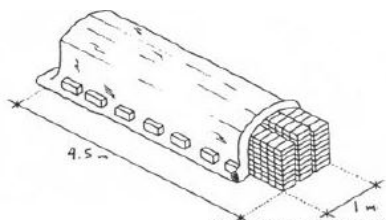
Os blocos devem estar ao abrigo do sol e vento.

Depois do terceiro dia, eles podem ser transportados.

A cura umida deve continuar por mais 7 dias.



Com um plástico de 3m x 6m pode-se armazenar a produção de um dia com 800 blocos.



CURA SECA

Objetivo: Armazenar os blocos em ambiente seco por pelo menos 2 semanas.

Os blocos estabilizados com cimento, requerem 28 DIAS para uma CURA COMPLETA.

É preferível utilizar os blocos depois deste período.

Este tipo de armazenamento tem a vantagem de que os blocos podem transportar-se facilmente sobre paletts de madeira.

As paletas de madeira devem ser muito sólidas.

É conveniente verificar a qualidade dos blocos antes e depois da sua cura completa, com o fim de obter resultados comparativos.

5 de cada 100 blocos devem ser submetidos às provas de controle.

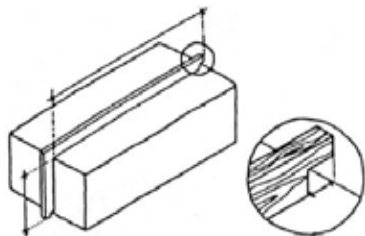


Fotografia: Equipe Projeto FAE.

Para tanto, verifica-se os seguintes parâmetros:

1- PESO, APARÊNCIA E DIMENSÕES.

Fazer esta prova aos blocos recém saídos da prensa e também aos blocos depois da sua cura completa. Para verificar as mudanças de peso, dimensão e aparência em ambos os procedimentos. A dimensão não deve variar mais de 3 mm. Para facilitar a prova, pode-se fabricar uma guia ortogonal em madeira assinalando nos extremos das dimensões toleradas.



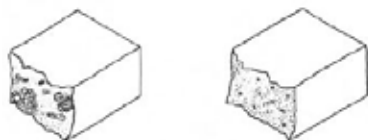
2- PROVA DE RESISTÊNCIA

Com esta prova se obtém a resistência do bloco à tração e a compressão.

3 - TEXTURA INTERNA

Objetivo: Verificar se a mistura foi corretamente efetuada.

A textura interna do bloco deve ser **homôgenea**⁴, em caso de que haja concentrações de cascalho ou cimento, precisa-se verificar que a mistura seja feita de forma correta.

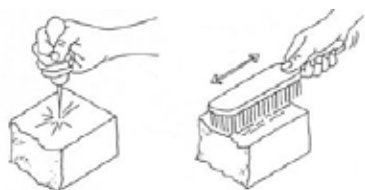


4 - PROVA DE DUREZA

Objetivo: Controlar a dureza na superfície do bloco.

Dividir o bloco em duas peças para passarem pelas seguintes provas:

- Escovar o bloco com uma escova de arame (com a mesma força, o mesmo número de vezes)



- Picar o bloco.

Os limites de tolerância devem ser estabelecidos em função do futuro uso do bloco.

Homôgenea⁴: De mesma natureza que outro; Igual; Que tem elementos uniformes.

5 - PROVA DE IMERSÃO

Objetivo: Verificar a resistência do bloco na água.

Utilizar uma das metades de bloco que foram submetidas à prova de dureza.

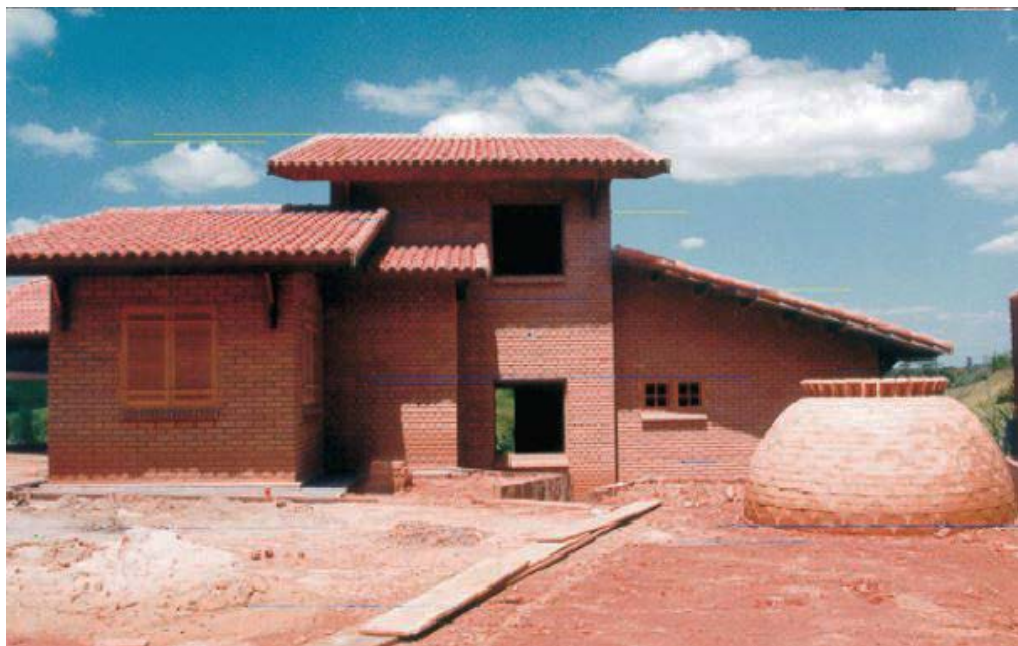
Deixá-la dentro na água por 6 horas, passado esse tempo, deixá-la secar por 42 horas.

Para verificar a qualidade da estabilização, deve-se utilizar um bloco inteiro, o deixando por 6 horas dentro da água, retirá-lo e aplicar a prova de resistência.



MARCAR OS BLOCOS

Uma vez que os blocos passaram por estas provas, precisa-se marcar todo o lote pondo a data e a classificação dos blocos. A marca tem que se distinguir em ambientes úmidos.



Fotografia: Arquivo Eduardo Salmar.

Residência Márcio Hoffman
Souzas - SP



Fotografia: Arquivo UNIMEP.

Centro Acadêmico do Curso de Arquitetura e Urbanismo - UNIMEP
Santa Bárbara d'Oeste - SP



Fotografia: Arquivo UNIMEP.

Protótipo Experimental UNIMEP
Santa Bárbara d'Oeste - SP

EMPREGO NA CONSTRUÇÃO



Fotografia: Equipe Projeto FAE.

Aula Prática Projeto FAE 15/12 - UNIMEP
Santa Bárbara d'Oeste - SP

TIPOS DE PRENSAS

CARACTERÍSTICAS DA PRENSA

Qualquer tipo de prensa pode ter uma energia de transmissão mecânica ou hidráulica.

A resistência dos blocos não depende do tamanho da prensa.

A diferença essencial entre elas está no manejo e a manutenção.

As dimensões do tijolo variam de acordo com o fabricante e o modelo da máquina empregada.

Também podem variar utilizando outras fôrmas ou matrizes metálicas a serem adaptadas na prensa.

MANUAL MECÂNICA



Imagem ilustrativa de uma Prensa Manual Mecânica.

CARACTERÍSTICAS DO BLOCO

Dimensão do Bloco:
29,5 x 14 x 9

CARACTERÍSTICAS DA PRENSA

Densidade: 1,8 a 2,1 g/cm³

Peso: 7 a 8 kg.

Resistência:

40 - 120 Kg/cm

Força de compressão:

8 toneladas

Rendimento: 100 blocos/h

Produção mensal:

20000 unidades

Instalações Básicas:

- Galpão com área construída de aproximadamente 100 m²;

- água

- energia (110V/220V)

- maquinários e ferramentas;

Mão de obra:

01 encarregado na produção e 04 serventes.

MOTORIZADA MECÂNICA



Imagem ilustrativa de uma Prensa Motorizada Mecânica.

CARACTERÍSTICAS DO BLOCO:

Dimensão do Bloco:

29,5x14x9

Densidade do bloco:

1,8 a 2,1 toneladas

Peso: 7 a 8 Kg.

Resistência: 40 - 120 Kg/cm.

A PRENSA

CARACTERÍSTICAS DA PRENSA

Força de compressão:
15 toneladas

Rendimento: 200 blocos/h
(em relação à prensa manual)

MÓVEL MOTORIZADA HIDRÁULICA CARACTERÍSTICAS DO BLOCO



Imagem ilustrativa de uma Prensa Motorizada Hidráulica.

Dimensão dos Blocos:
30x20x10

Densidade do bloco:
2,3 a 2,4 toneladas

Peso: 12 a 14 Kg.

Resistência:

40 - 120 Kg/cm

Produção mensal:

160000 unidades;

Força de compressão:
60 toneladas

Rendimento: 240 blocos/h
(em relação à prensa manual)

Instalações básicas:

Galpão com área construída de aproximadamente 400m² água energia (110V/220V) maquinários e ferramentas;

Mão de Obra:

01 Encarregado de Produção, 01 operador de pá carregadeira, 01 operador de prensa hidráulica e 06 serventes.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Curso intensivo de solocimento. São Paulo, 1979. p. ilustr.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Curso intensivo de solo-cimento normas de dosagem e métodos de ensaio. São Paulo, 1979. p. ilustr.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Solo cimento na habitação popular. 2ed.. São Paulo, 1987. 12 p. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Estudo Técnico 53 Dosagem de Solo Melhorado com Cimento. PITTA, Márcio Rocha, Engenheiro Civil. São Paulo, 1983.

BANCO NACIONAL DA HABITAÇÃO/ CEPEA. Tijolos maciços de solo-cimento: fabricação e utilização. Rio de Janeiro, 1985. 20 p. ilustr.

CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO. Manual de Construção com Solo-Cimento. THABA, Camaçari, 1984.

O SOLO-CIMENTO NO CAMPO E NA CIDADE . Eduardo Salmar Nogueira e Taveira. Editora Ícone. São Paulo, 1986. Site: www.sahara.com.br

PUBLICAÇÕES

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Evolução das Pesquisas de Laboratório de Solo-Cimento. PINTO, Carlos de Souza. São Paulo, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Boletim Técnico 109. Aplicação de Solo-Cimento em Pequenas Áreas Urbanas. TEIXEIRA, Fernando José. São Paulo, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Boletim Técnico 112 - Fabricação de Tijolos e Blocos de Solo-Cimento com a utilização de Prensas Manuais. São Paulo, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Estudo Técnico 35 Dosagem das Misturas de Solo-Cimento - Normas de Dosagem. São Paulo, 1986.

FARIA, O. B.; NEVES, C. Técnicas de Construção com Terra. Disponível em: <http://redproterra.org/images/stories/pub_pdf/tecnicas_de_construcao_com_terra.pdf> Acesso em: 13 jun. 2014.

NEVES, C. M. M. ; et al. Seleção de Solos e Métodos de Controle na Construção com Terra - Práticas de Campo. Disponível em: <http://redproterra.org/images/stories/pub_pdf/Seleccao_de_solos_10.pdf> Acesso em: 10 abr. 2014.

NORMAS PARA CONSULTA

NBR 6457: Preparação de amostra de solo para ensaio de compactação e ensaios de caracterização físico-mecânica.

NBR 6508 : Determinação da massa específica dos grãos de solo.

NBR 7180 : determinação do limite de plasticidade do solo.

NBR 7181 : Análise granulométrica de solos.



Fotografia: Equipe Projeto FAE.





UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FEAU - FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
FCH - FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS
FACOM – FACULDADE DE COMUNICAÇÃO
NEPEP – NÚCLEO DE ESTUDOS E PROGRAMAS EM EDUCAÇÃO POPULAR

