

Série Produtor Rural



A D O B E :
COMO PRODUZIR O TIJOLO SEM QUEIMA
REFORÇADO COM FIBRA DE BANANEIRA
SÉRIE PRODUTOR RURAL - Nº 11

Universidade de São Paulo/USP
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ESALQ
Divisão de Biblioteca e Documentação/DIBD





ISSN 1414-4530

Universidade de São Paulo – **USP**
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - **ESALQ**
Divisão de Biblioteca e Documentação - **DIBD**

Adriana Maria Nolasco
Arnaldo César Nolasco
Maria de Lourdes A. P. Soffner
José Orodino da Silva

ADOBE:
como produzir o tijolo sem queima reforçado
com fibra de bananeira
Série Produtor Rural – nº 11

Piracicaba
1998

Série Produtor Rural, nº 11

Divisão de Biblioteca e Documentação - DIBD

Av. Pádua Dias, 11 – Caixa Postal 9

Cep: 13418-900 - Piracicaba - SP

E-mail: biblio@carpa.ciagri.usp.br

http://dibd.esalq.usp.br

Revisão e Edição:

Niice T.Puga Nass

Eliana Maria Garcia Sabino

Editoreção Eletrônica:

Diretoria de Serviço de Produção Gráfica - PCLQ

Fotos:

Centre Georgia Pompeidou. Centre de Criacion Industrielle. Arquitetura de terra: O futuro de uma tradição milenária. Rio de Janeiro, Editora Avenir, 1984. 208 p.

Ilustrações:

Professora Adriana Maria Nolasco (HOUBEN, H.; HUBERT, G. *Traité de construction en terre*. Marseille: Editions Parenthèses, 1989. 355p.)

Tiragem:

500 exemplares

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Divisão de Biblioteca e Documentação - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Adobe : como produzir o tijolo sem queima reforçado com fibra de bananeira / Adriana Maria Nolasco...[et al.]. -- Piracicaba : ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação, 1998.

24 p. : il. -- (Série Produtor Rural, 11)

Bibliografia.

1. Adobe 2. Fibra vegetal 3. Fibra de bananeira 4. Materiais de construção 5. Resíduo agrícola I. Nolasco, Adriana Maria II. Nolasco, Arnaldo César III. Soffner, Maria de Lourdes A.P. IV. Silva, José Orodino da V. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Divisão de Biblioteca e Documentação VI. Título VII. Série

CDD 691.4

Adriana Maria Nolasco¹
Arnaldo César Nolasco²
Maria de Lourdes A. P. Soffner³
José Orodino da Silva⁴

- ¹ Profa. Assistente - Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição - ESALQ/USP
^{2,3,4} Projeto: Aproveitamento dos Resíduos da Agroindústria da Banana do Vale do Ribeira, SP
² Engenheiro Civil
³ Economista Doméstica
⁴ Técnico de Laboratório

ADOBE:
como produzir o tijolo sem queima reforçado
com fibra de bananeira

Série Produtor Rural – nº 11

Piracicaba
1998

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	07
2. CONSTRUIR COM TERRA	07
3. O ADOBE	09
4. COMO PRODUIR ADOBE COM FIBRA DE BANANEIRA ..	11
4.1 Por que adicionar fibra de bananeira no adobe?	11
4.2 Materiais necessários para a produção do adobe	11
4.3 Local de produção	14
4.4 Ferramentas	15
4.5 Formas	15
4.6 O traço (quantidade de cada material)	17
4.7 Preparo da mistura	17
4.8 Moldagem	20
4.9 Secagem	21
4.10 Produtividade	21
4.11 O custo	21
4.12 Características do adobe reforçado com fibra de bananeira	22
5. SISTEMA CONSTRUTIVO	22
6. AGRADECIMENTOS	23
7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	24

1. APRESENTAÇÃO

Esta cartilha é resultado de um projeto temático de pesquisa desenvolvido pela ESALQ/USP, com financiamento da Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, visando o aproveitamento dos resíduos da agroindústria da banana do Vale do Ribeira - SP.

Com o objetivo de dar um destino adequado a materiais fibrosos como o pseudocaule, a folha e o engaço, que são tratados como resíduos após a colheita da fruta, e de diversificar o setor, gerando novas possibilidades de emprego e renda, foram desenvolvidos uma série de produtos e técnicas como fibras têxteis, artesanato, cultivo de cogumelo e materiais de construção.

Nesta cartilha é apresentada, numa linguagem acessível e de fácil compreensão, a técnica de produção do adobe, um componente para a construção com a forma de tijolo ou bloco maciço, feito à base de terra, água e fibra de bananeira, que pode ser produzido pela própria população, com baixo custo e com o uso de recursos disponíveis na região. É uma técnica muito antiga que foi resgatada e melhorada cientificamente, garantindo a segurança e o bem-estar do usuário.

2. CONSTRUIR COM TERRA

Antigamente as pessoas construíam sua própria casa, cultivavam seu alimento e produziam seus utensílios. Todos os conhecimentos necessários eram transmitidos de geração para geração, de um mestre para um aprendiz.

Com a industrialização e a migração para as cidades, essa sabedoria se marginalizou e grande parte dela se perdeu.

Somente recentemente tem sido feito um esforço para entender e resgatar formas de construção mais adaptadas a cada região, satisfazendo

as necessidades da população de forma realista e autônoma, usando recursos regionalizados e de baixo custo e, garantindo sua segurança e conforto.

A terra é o material de construção mais abundante que se conhece e tem sido utilizado para fazer casas desde a antigüidade mais remota.

Existem registros do uso da terra em quase todas as civilizações, com formas bastante diferentes de se construir. Estas diferenças de técnicas, foram estabelecidas ao longo do tempo pelo uso das casas, pela sua adequação ao ambiente e pelos hábitos sociais e culturais de cada povo. Algumas dessas técnicas são:

Terra escavada: esta é uma das primeiras formas de se construir com terra, e se baseia em escavar buracos ou túneis nas encostas das montanhas ou abaixo do nível do solo, que são usados como moradia. Existem ainda hoje cidades inteiras construídas desta maneira.

Terra cortada: blocos da superfície do solo, muito compactados, são cortados e usados em alvenaria. Pode ser vistos nas casas dos colonos ingleses do período da colonização dos Estados Unidos e também em muitas construções africanas.

Terra comprimida: técnica onde o solo úmido é comprimido em formas para que a sua densidade seja aumentada, como por exemplo, nas paredes de **taipa de pilão** das casas bandeirantes paulistas. Pode ser adicionado à terra materiais aglutinantes para melhorar sua resistência à ação da água.

Terra armada: a terra em mistura com água e algum estabilizante como palha ou estrume animal preenche uma estrutura feita com uma trama de madeira, bambu ou cipó, como nas casas de **pau-a-pique** dos nossos sertanejos, chamada também de **taipa de sopo**.

Terra moldada: técnica muito antiga de construção, onde a terra em estado plástico é moldada em formas de madeira e depois seca ao sol. É simbolizada pelo **adobe**, do árabe **thobe** - tijolo de barro seco ao sol.

Todas essas formas de se construir com terra foram vastamente utilizadas até o desenvolvimento das facilidades de transporte e o surgimento de novos materiais de construção, quando foram sendo marginalizadas das grandes obras públicas ou particulares.

Ainda assim, atualmente cerca de 30% da população do mundo vive em casas de terra, porque este material oferece diversas vantagens em vários aspectos:

Econômico: é uma matéria prima abundante e de custo muito baixo;

Energético: pode ser produzido no próprio local, eliminando o custo de transporte e a necessidade de transformação industrial;

Ecológico: como não existe necessidade de queima do material, evitando o uso de combustíveis como petróleo ou madeira;

Sócio-cultural: devido aos baixos custos e a valorização do conhecimento tradicional de construção com terra, o acesso à moradia se estende a muitas pessoas, resgatando e melhorando, através de pesquisa, as formas de construção que já eram conhecidas pelas populações.

3. O ADOBE

Existem evidências do uso do adobe na construção desde o final do Período Neolítico. Esta técnica foi difundida em parte da Europa como a França, Alemanha e Península Ibérica, pelos romanos que na época da expansão do Império Romano, aprenderam a produzir este material com os egípcios, babilônios e assírios.

Foi trazido para a América durante o período da colonização pelos espanhóis e introduzido no México, Sudoeste dos Estados Unidos e Peru e, pelos portugueses no Brasil.

O adobe consiste de uma mistura plástica de terra e água, sendo eventualmente adicionado algum material estabilizante para melhorar o desempenho mecânico e as propriedades físicas do tijolo ou bloco. O estabilizante pode ser o cimento (em pequena quantidade), a cal, o asfalto ou fibras naturais (gramíneas, palhas de milho, trigo ou arroz, etc.) e estrume animal, entre outros.

Feita a mistura, o material é colocado em formas simples de madeira ou ferro, para dar o formato de bloco ou tijolo, sendo imediatamente

desenformada e posta para secar por no mínimo 15 dias, inicialmente à sombra e depois ao sol.

É um material de fácil produção, que permite a execução de grande variedade de formas arquitetônicas (abóbodas, arcos, obras de plano circular ou irregular) e com grande rapidez.

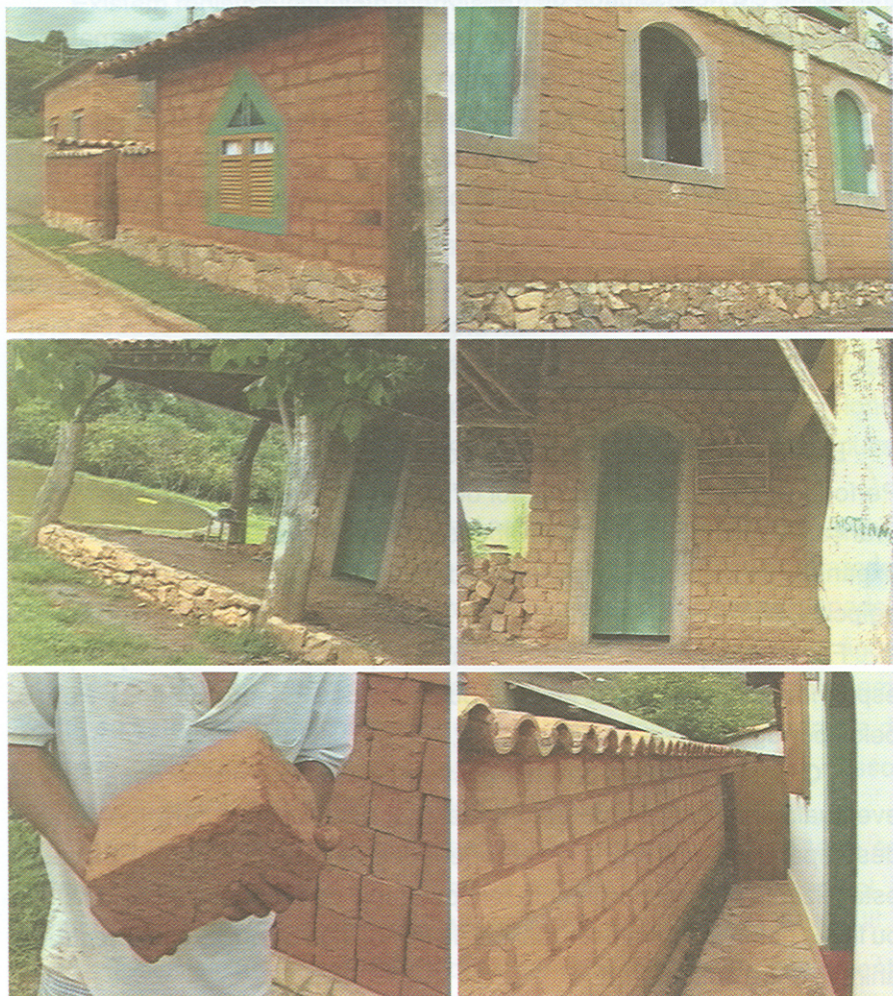


Figura 1. Construções com adobe.

4. COMO PRODUZIR ADOBE COM FIBRA DE BANANEIRA

4.1 Por que adicionar a fibra de bananeira no adobe?

O adobe quando reforçado com fibra de bananeira tem uma resistência à compressão similar ao tijolo maciço comum e um preço menor por milheiro.

A fibra melhora, também, a resistência do material à ação da água. Tanto da ação direta da chuva, como da umidade passada por capilaridade do solo para a fundação e, finalmente, para a parede.

Nas regiões produtoras de banana é uma alternativa de material econômico, tecnicamente viável e ambientalmente correto para a construção de casas e instalações rurais.

4.2 Materiais necessários para a produção do adobe

A) Terra

A terra adequada para produção do adobe deve estar seca (não deve ser coletado solo em dias de chuva), não deve conter grandes quantidades de matéria orgânica, o que comprometeria a coesão das partículas da mistura e deve estar livre de raízes, torrões, pedras ou outros materiais estranhos.

Outra característica muito importante é a granulometria do solo a ser utilizado. O solo adequado para o adobe deve ter aproximadamente 60% de areia e 40% de argila. Para se determinar essas quantidades, podem ser feitas análises em laboratório ou ensaio de campo, conhecido como “ensaio do pote de vidro”.

Este ensaio consiste em se encher a metade de um pote de vidro (do tipo usado em conservas) com o solo a ser analisado e completar o restante com água limpa. Em seguida, o vidro é agitado até que a mistura se torne homogênea. Deixa-se a mistura assentar, até que a terra se separe em camadas. No fundo ficará a areia, no centro a argila e em cima a água.

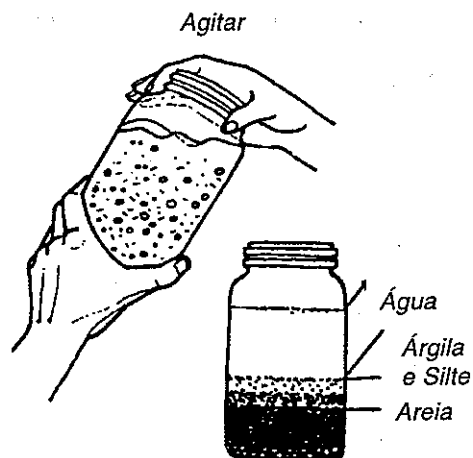


Figura 2. Ensaio do pote de vidro.

Caso o solo não apresente a granulometria adequada, ele poderá ser corrigido, adicionando-se mais areia ou argila.

Uma vez escolhido o solo, este deverá ser peneirado e estocado em local seco e protegido da chuva (no próprio galpão onde se fará o adobe ou coberto com lona ou plástico).

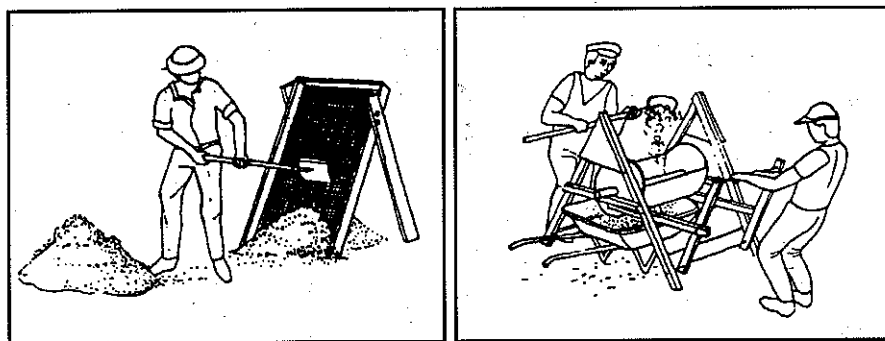


Figura 3. Formas de peneirar o solo.

B) Fibra de bananeira

A fibra de bananeira usada no reforço do solo é extraída do pseudocaule ou "tronco" da bananeira, através de uma máquina adaptada de desfibragem do rami, chamada "Periquito".

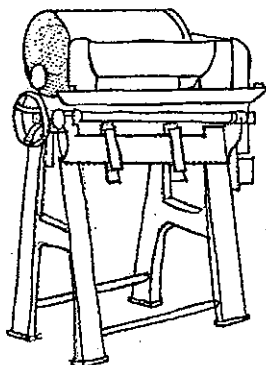


Figura 4. *Periquito, máquina para desfibragem.*

A desfibragem consiste das seguintes etapas: primeiro retirar manualmente as bainhas foliares do pseudocaule e em seguida passar cada bainha pela "Periquito", onde serão retiradas a mucilagem (parte gelatinosa do pseudocaule) que une as fibras e parte da água.

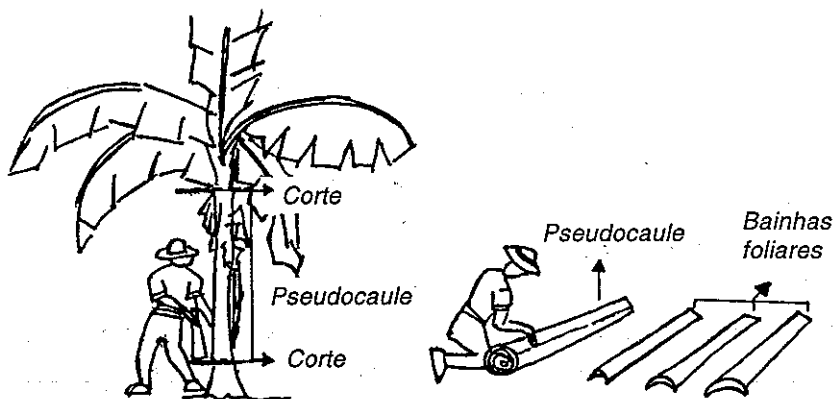


Figura 5. *Separação das bainhas do pseudocaule para desfibragem.*

A fibra obtida é longa, do comprimento do pseudocaule, e apresenta restos de mucilagem. Para ser incorporada no adobe ela deverá ser lavada, para se retirar o restante de mucilagem, posta para secar ao sol pendurada em varais e, depois de seca, picada com aproximadamente 2 cm de comprimento, para que a mistura com a terra e a água fique mais fácil e, para que ela fique bem distribuída no material.

Este corte poderá ser feito através de uma picadora de cana simples, tipo "Colono".

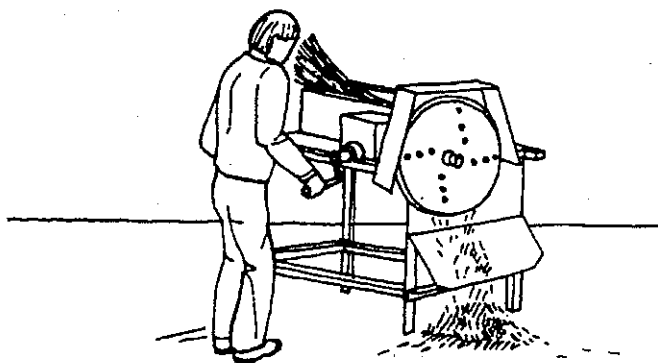


Figura 6. Picadora tipo "Colono".

Após estas etapas, a fibra deverá ser armazenada em local seco, de preferência dentro de sacos plásticos.

4.3 Local de produção

O local a ser utilizado na produção de adobe deverá ser um galpão coberto, não havendo necessidade de paredes laterais. Essa cobertura é importante pois o adobe deverá ficar protegido da chuva nos primeiros dias de secagem.

Neste local pode também ser feita a estocagem da terra e da fibra .

O piso deverá estar nivelado e limpo, podendo ser feito em terra batida ou concreto.

Um local descoberto próximo ao galpão será usado para a secagem final do adobe, ao sol. Para a proteção do adobe contra a chuva nessa etapa, devem ser utilizados estrados de madeira e lonas.

4.4 Ferramentas

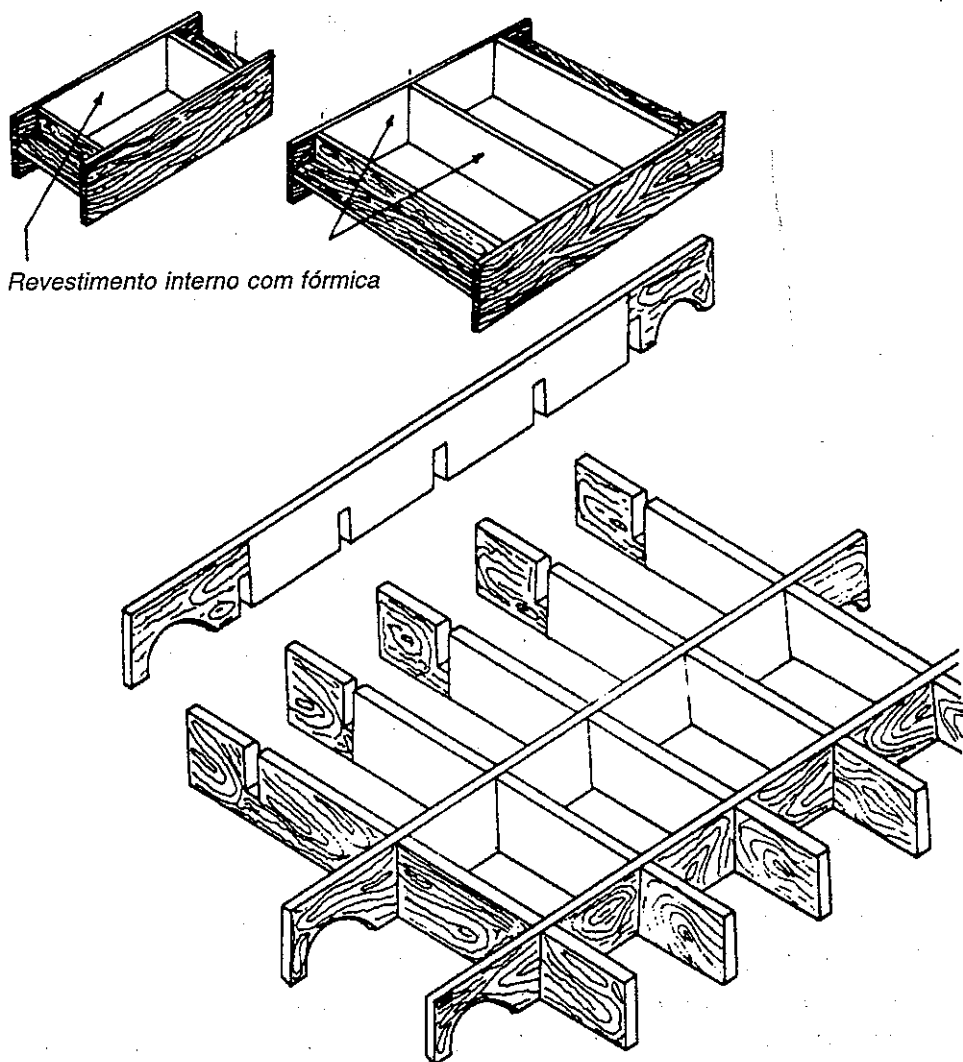
As ferramentas utilizadas na produção são extremamente simples, consistindo basicamente de :

- Enxada
- Pá
- Colher de pedreiro
- Peneira
- Latas, baldes ou caixas de madeira
- Regador
- Balança

4.5 Formas

As formas para moldagem do material são muito fáceis de serem feitas. Tradicionalmente elas são feitas de madeira—de-lei, mais densas e resistentes. Porém devido a escassez e ao alto preço deste tipo de madeira, podem ser substituídas por madeiras usadas em caixotes de frutas ou outras disponíveis, mas terão durabilidade menor.

Estas formas podem ser feitas para um bloco apenas ou para múltiplos.



Revestimento interno com fórmica

Figura 7. Modelos de forma para produção manual do adobe.

Para melhor acabamento dos blocos recomenda-se o uso de formas de ferro, com custo menor que as de madeira-de-lei e grande durabilidade.

O tamanho dos blocos varia de região para região, de 30x30x30cm até a 60x30x20cm. Na ESALQ foi adotado o tamanho de 25x12x10cm, dimensão mais próxima dos materiais convencionais. Assim, as medidas internas das formas deverão ter este tamanho.

4.6 O traço (quantidade de cada material)

A quantidade de fibra adicionada ao solo corresponde a 0,5% em peso em relação ao peso seco de solo. Assim, para a produção de mil tijolos de adobe na dimensão 25x12x10cm são necessários 3 metros cúbicos de solo peneirado e seco e 27 kg de fibra de bananeira picada. A água será adicionada aos poucos, até a obtenção da consistência ideal, que será explicada a seguir.

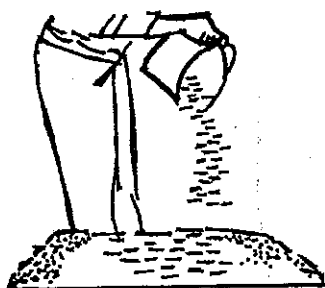
4.7 Preparo da mistura

A mistura dos materiais será feita manualmente através de pás e enxadas, da seguinte maneira:

- a) Disponha o solo sobre o piso do galpão como se fosse preparar uma argamassa;
- b) Sobre o solo espalhe a fibra;
- c) Misture bem o solo e a fibra ainda secos;
- d) Em seguida adicione a água com um regador, aos poucos e, misture até conseguir a consistência ideal da mistura.



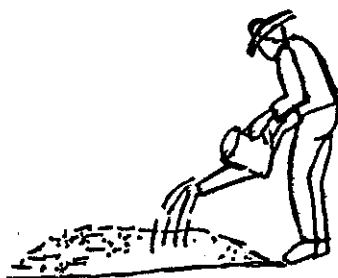
Espalhar a terra



Adicionar a fibra



Misturar



Molhar com regador



Misturar

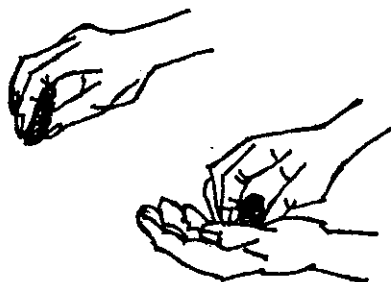


Testar consistência

Figura 8. Seqüência de execução da mistura.

Para determinar a consistência ideal, deve-se fazer o seguinte teste: pega-se um pouco da mistura e aperta-se na palma da mão. Se ficar com o formato dos dedos e não escorrer água, a mistura estará certa. Se escorrer água, a mistura está com excesso de água e se não manter o formato dos dedos, está faltando água.

O ideal é colocar a água aos poucos, pois é mais fácil acrescentar água se estiver faltando, que adicionar mais solo e fibras para corrigir o excesso.



1 - Pegue um pouco da mistura.



4 - Se escorrer água entre os dedos e a massa estiver muito mole, há excesso de água.



2 - Aperte na palma da mão



5 - Se a massa "esfarelar", não tiver coesão, está faltando água.



3 - Se ficar uma massa firme e com as marcas dos dedos a consistência está correta.

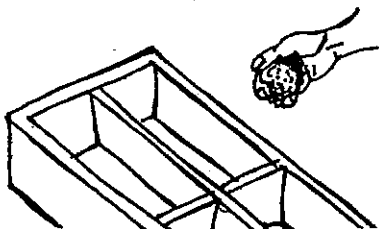
Figura 9. Teste de consistência.

4.8 Moldagem

Com a mistura preparada e na consistência ideal, lançar com as mãos pequenas quantidades no interior da forma, tendo o cuidado de preenchê-la completamente. No final, apertar levemente a superfície e dar acabamento com a colher de pedreiro.

A desmoldagem dos blocos é imediata.

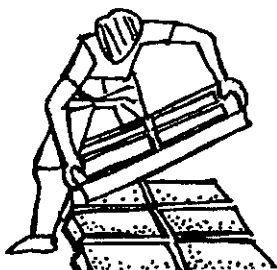
Nas formas de madeira, para facilitar a desmoldagem, é bom passar óleo lubrificante usado ou uma lama e areia na parte interna da forma. Para as de metal não há necessidade.



Preencher completamente a forma com a mistura de terra, fibra e água.



Nivelar a superfície com uma régua de madeira ou colher de pedreiro.



Fazer a desmoldagem retirando a forma com cuidado para não danificar os adobes.

Figura 10. Seqüência de moldagem do adobe.

4.9 Secagem

Após a desmoldagem, o adobe deverá permanecer no galpão coberto por aproximadamente 1 semana. Esta medida evita que haja uma perda rápida da água da mistura, que poderia provocar rachaduras e perda de resistência do material.

Depois desse período (quando já podem ser manuseados) a secagem se fará ao sol, sobre estrados e cobertos com lona quando chover, sendo que já estarão prontos para uso aos 20 ou 30 dias de idade.

4.10 Produtividade

Uma equipe de dois homens, com jornada de 8 horas/dia, pode produzir no mínimo 500 blocos por dia.

Os fatores limitantes da produção serão sempre o tempo da secagem e área disponível.

4.11 O custo

O custo calculado de um milheiro (mil) de tijolos de adobe, incluindo materiais, seu transporte, mão-de-obra (equipe de 2 trabalhadores) e encargos sociais, é aproximadamente 30% menor que o preço do tijolo comum.

Este custo pode diminuir radicalmente no caso de produção para uso próprio e com solo e fibra do próprio local da obra (evitando-se o transporte).

4.12 Características do adobe reforçado com fibra de bananeira

- Dimensões: 25X12X10 cm;
- Rendimento na construção: 80 unidades/m² para paredes externas de 25 cm de espessura e 40 unidades unidades/m² para paredes internas com 12 cm de espessura;
- Densidade: 1,45g/cm³;
- Produção média (equipe de 2 pessoas): 500 unidades/dia;
- Resistência à compressão simples: 1,2 MPa.

5. SISTEMA CONSTRUTIVO

Em toda construção com terra alguns cuidados devem ser tomados com relação à proteção da umidade. Estes cuidados resumem-se, principalmente, com uma execução adequada das fundações e da cobertura. As fundações devem ser erguidas acima do nível do solo, aproximadamente 20 cm, podendo ser feitas de pedra ou concreto.

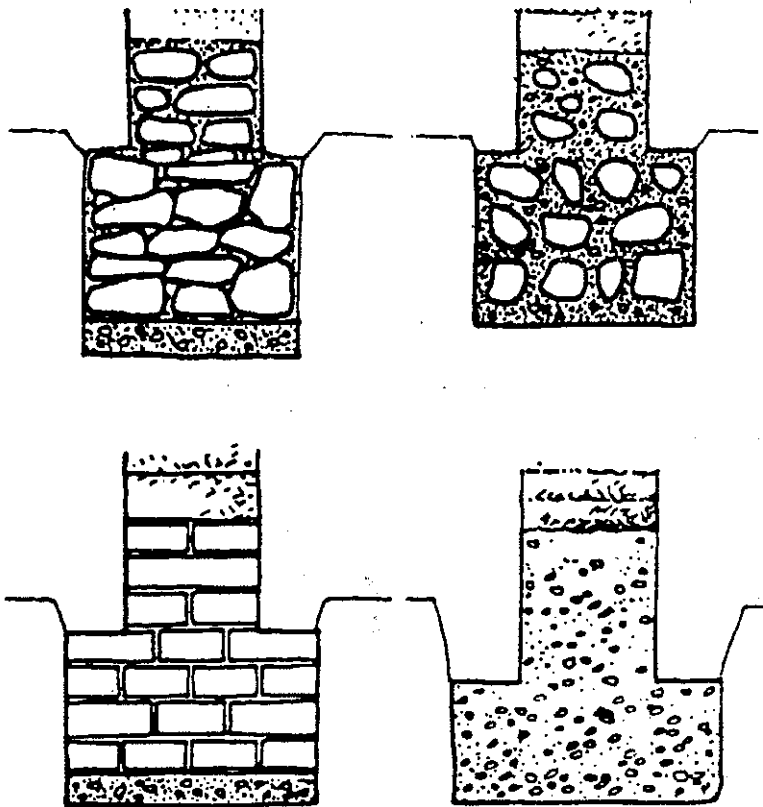


Figura 11. Fundação adequada para construções com adobe.

Já na cobertura, o uso de beirais largos e com boa caída irá desviar a água da ação direta sobre as paredes.

O revestimento das paredes também ajudará na proteção contra a umidade, podendo ser feito com a terra utilizada na produção do adobe, cal e areia.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio:

- Da Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, financiadora do projeto de pesquisa que deu origem a esta cartilha;
- Do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP, especialmente dos professores Luiz Antonio Balastreire e Marcos Milan, que durante todo o período de pesquisa, nos apoiaram com equipamentos, laboratórios e funcionários;
- Do Instituto Agronômico de Campinas, em especial do Doutor Romeu Benatti Jr., que cedeu equipamento para desfibragem da bananeira;
- Da empresa Bananas Magário, do Lar dos Velinhos de Piracicaba e do Departamento de Horticultura da ESALQ/USP, que cederam bananeiras para produção de fibra;
- Da Diretoria da ESALQ e da Prefeitura do Campus de Piracicaba.

7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BARDOU, P.; ARZOUMANIAN, V. **Arquitecturas de adobe**. México: 1986. 165 p.
- BARRIOS, G.L.; ALVAREZ, H. ; ARCOS, H.; MARCHANT, E.; ROSI, D. Comportamiento de los suelos para la confeccion de adobes. **Informes de la Construcción**, p. 43-49, 1986.
- CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO. **Cartilha para construção de paredes monolíticas de solo – cimento**. Rio de Janeiro, 1985. 39p.
- GALDIERI, E. Historical and modern earth architecture in Italy. **Informes de la Construcción**, p.51-53, 1986.
- GRIFFIN, M.S. Utilizacion de materias primas vegetales para la produccion de materiales de construccion: analisis critico. Caracas, 1994. 42p. Tese (Categoria de Agregado) – Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y NORMALIZACION DE LA VIVIENDA DE PERU. Construcciones en adobe - disposiciones especiales para diseño sismorresistente. **Informes de la Construcción**, p.81-91, 1986.
- MARUSSI, F. Bovedas a base de quincha en las edificaciones monumentales del virreinato del Peru. **Informes de la Construcción**, p.59-66, 1986.
- PEREIRA, H. Dos edificios publicos a base de tierra em Chile. **Informes de la Construcción**, p.23-31, 1986.
- ROMERAL, J.D.; GUINEA, M.J.; ROHMER, E.; SALAS, J. Primeros resultados del trabajos de investigacion sobre la tierra como material de construccion en el IETCC. **Informes de la Construcción**, p.8-9, 1986.

