



Como construir com terra



UNIVERSIDADE
METODISTA PIRACICABA

COMO CONSTRUIR COM TERRA
COMO CONSTRUIR
693 3 C764

26/01
V. O T. O
Ex. 1



3830001997

MISCELANEA RECEVO SANTA-BARBARA

Escola Nacional Florestan Fernandes

Como construir com terra

mlc

Universidade Metodista de Piracicaba	
Biblioteca S.B.O.	
N.º de	698.43
Chamada	C 764
Tombo	26101

Sumário

Introdução	3
Construir com a terra.....	7
Terra compactada	8
Blocos de terra crua	9
Tijolos prensados com terra estabilizada (BTC).....	9
Características físicas dos tijolos de solocimento	10
As camadas do solo	11
O que são análises preliminares?	12
O que são ensaios de campo?	13
1-Ensaio de sedimentação	13
2-Ensaio de retratação	14
3-Ensaio de resistência a seco	16
Dosagens da terra com estabilizantes químicos	17
1- A cal	17
2-O cimento	18
Práticas de canteiro	19
Escola Nacional Florestan Fernandes	
Sistemas construtivos - Refeitório	24

NOSSA ESCOLA SERÁ DE TERRA

Estamos propondo o uso da terra como matéria prima básica para a construção da **Escola Nacional Florestan Fernandes**.

Pretendemos transformar a *construção da escola numa escola de construção*, capacitando profissionais, para que esta técnica seja multiplicada na construção de moradias nos novos assentamentos. Deste modo, através do uso do material disponível - a terra - e da farta mão de obra dos companheiros e companheiras, poderemos alcançar uma melhor qualidade nas nossas edificações.

Um conjunto de justificativas nos conduziram a tomar esta decisão:

1. Tecnológica - gera emprego, conhecimento e **autonomia**.
2. Econômica - temos fartura de mão de obra e de material.
3. Ambiental - de baixíssimo consumo de energia não renovável, não gera entulho, o material é reciclável e resulta numa moradia mais saudável para o ser humano do que aquelas que se utilizam de materiais sintéticos que não respiram, etc.
4. Conforto - Esta técnica proporciona um excelente conforto térmico e acústico.
5. Cultural - resgata uma tradição quase esquecida.

Este conjunto de motivos sintetizam uma decisão: construir com terra é, acima de tudo, uma decisão política.

A construção com terra, em nosso país, é parte de nossa cultura e história. Tradicionalmente o saber desta técnica passava através das gerações, garantindo assim a autonomia para edificar.

Nossos monumentos históricos foram construídos com terra.

No entanto, a partir da década de 60, o governo brasileiro promoveu uma ampla campanha nacional associando esta tradição à doença de Chagas (provocada pelo 'barbeiro') criando assim um preconceito contra a utilização da terra na construção. Popularizou-se, intencionalmente, a associação da proliferação do "barbeiro" com as casas construídas com terra.

Esta manipulação tinha o objetivo servir à indústria do cimento. Foi quando se iniciava a construção maciça de moradias populares financiadas pelo BNH - um banco que por sua própria natureza visava alcançar lucro.

No entanto, sabemos que o 'barbeiro' vive em cavidades e a este inseto pouco importa se esta cavidade é de terra, de madeira ou de cimento. O que ele busca são condições ideais de temperatura e luminosidade. Por isso, a doença de Chagas continua existindo onde há miséria e moradias de baixa qualidade.

O uso da terra em construção é tão antigo quanto a cultura humana, especialmente onde não existiam outros materiais disponíveis tais como pedra ou madeira. Em todo o planeta, o uso deste material foi empregado e em alguns lugares com muito sucesso e sofisticação. Na China, por exemplo, até os dias presentes, a terra é amplamente utilizada como material básico de construção. Existem em, Tongding, edifícios de muitos andares, de 500 anos de idade.

As técnicas que empregam a terra como matéria prima básica são: a taipa, os tijolos de adobe (secos ao sol) e Blocos de Terra Comprimida (BTC), dentre outras.

Ainda pode-se considerar o uso de solo cimento, que é uma técnica que inclui uma pequena porcentagem de cimento na mistura, da ordem de 6% do volume total. Esta combinação pode ser aplicada em taipa (reduzindo assim a espessura das paredes) e nos BTC. Sendo esta última combinação considerada a mais econômica ao longo do ciclo de vida de uma edificação. Este material consome 25% da energia necessária para produzir um tijolo de argila comum e 35% daquela necessária para produzir um bloco de concreto. Quando de uma demolição, o material pode ser reciclado e reutilizado como material de construção. Sua resistência a cargas é comparável e mesmo superior aos blocos e tijolos de uso comum.

Existe ampla bibliografia sobre este assunto.

Vivemos, presentemente, uma revalorização da importância de utilizar essa técnica em nossas construções. Os arquitetos preocupados com o meio ambiente estão desenvolvendo aprimoramento tecnológico, aproveitando mecanizações e modernizando o método construtivo, de modo a torná-lo adequado a nossos tempos.

São muitos os centros de pesquisa e estudo. Para mencionar alguns exemplos, nos Estados Unidos, *The Earth Architecture Center*, ligado à Universidade do Novo México em Albuquerque; no oriente médio o legado do Arq. Hassan Fathy e, principalmente, na França o Instituto Craterre

associado à Escola de Arquitetura de Grenoble. Em São Paulo a Faculdade de Arquitetura da UNIMEP em Santa Bárbara D'Oeste onde existe um laboratório tecnológico, assim como também na USP de São Carlos, onde são realizados trabalhos e pesquisas.

Assim, é errônea a idéia de que a construção de terra significa uma simples volta ao passado e, mais especificamente, ao atraso. Pelo contrário, é o resgate de uma técnica, que não parou no tempo uma vez que incorporou avanços científicos. Uma técnica que foi, praticamente, sufocada pelos grupos econômicos que monopolizam a indústria da construção. Aliás, em vários outros aspectos da nossa vida o capitalismo sufocou tradições e costumes para impor seus métodos que, em última instância, visavam unicamente aumentar seus lucros e, conseqüentemente, concentrar riqueza e poder nas mãos da burguesia.

Portanto, acreditamos que na própria construção da nossa Escola estamos colocando em prática os ensinamentos do mestre Florestan Fernandes quando nos alertava de que a classe trabalhadora não pode se deixar cooptar e nem esmagar pela burguesia. E sim, obter conquistas. Estamos conquistando. E nossa Escola, certamente, nos ajudará a potencializar nossa luta para derrubar a cerca do latifúndio, da ignorância e do capital.

Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra - MST
São Paulo, abril de 2000.

UNIMEP
BIBLIOTECA S. B. O.



março/2000

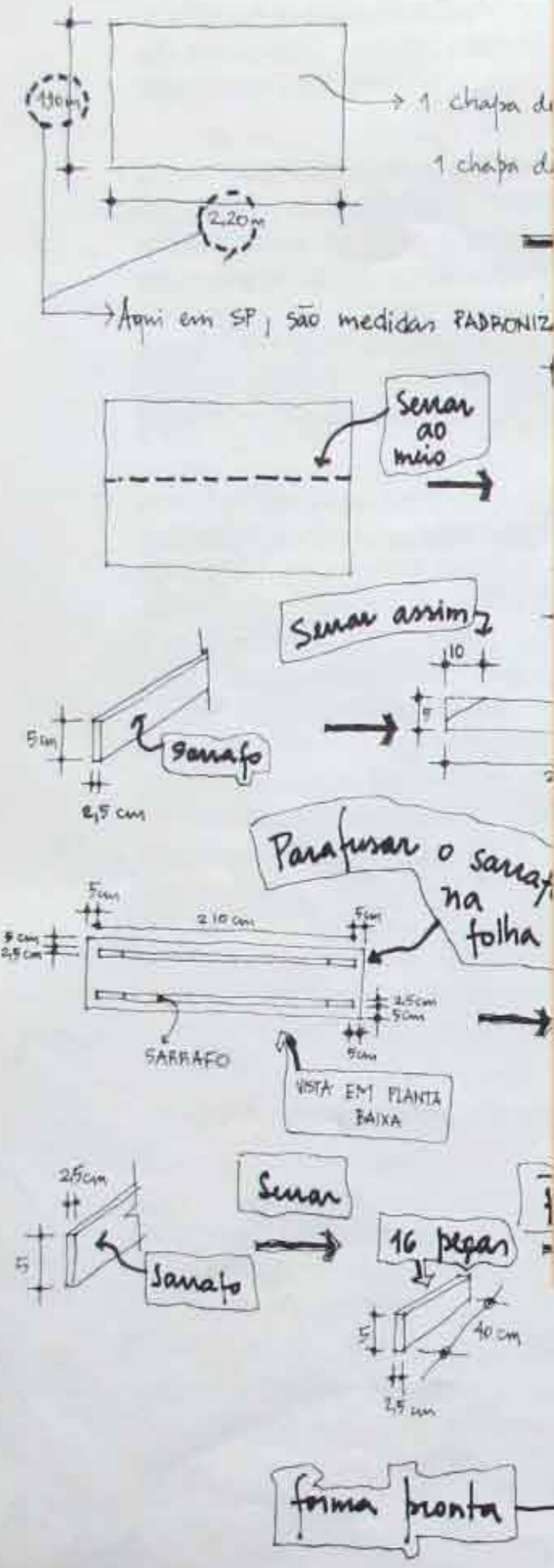
Este caderno apresenta uma proposta para desenvolver conhecimentos básicos para construir com Terra.

Trata-se do primeiro passo de aprendizado dos pedreiros do MST para a construção do Refeitório, o primeiro edifício da Escola Nacional Florestan Fernandes em Guararema/SP.

Acredito que o "saber-fazer" é uma chave que nos abre para o conhecimento tecnológico e assim nos permite disseminar esses saberes para que todos possam edificar os espaços necessários para ser feliz.

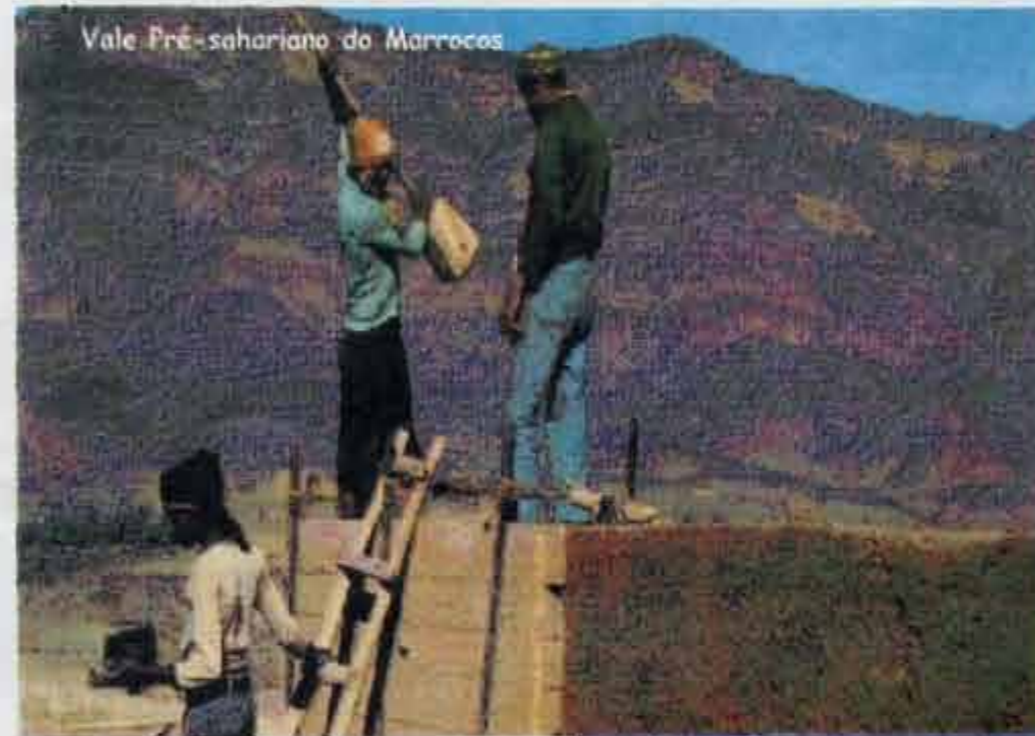
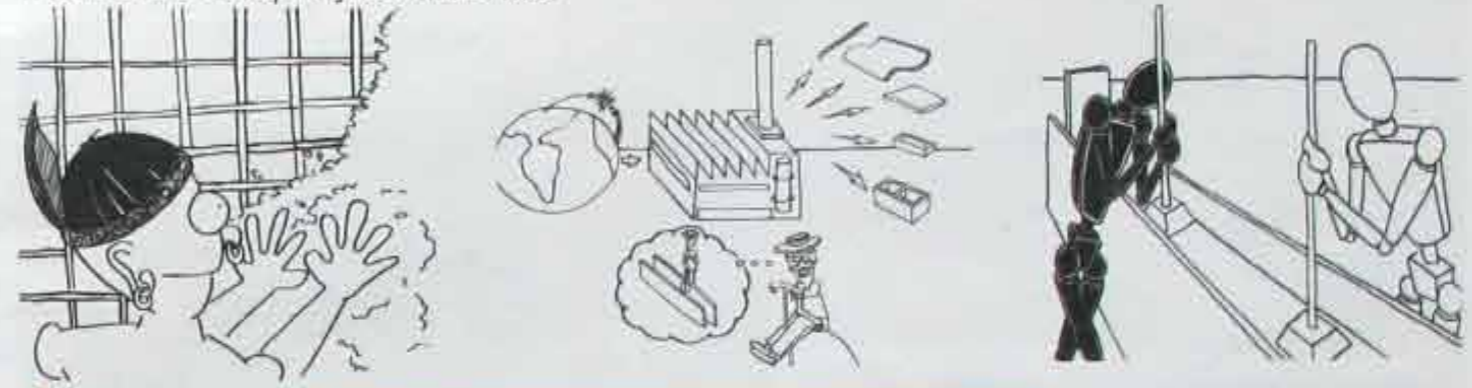
O centro de gravidade da nossa proposta de construir com terra, gira em torno de uma preocupação em manter uma linha consciente para o uso adequado dos materiais da natureza. Consciente no sentido de ser responsável com a Terra, com seus recursos materiais, suas energias e suas possibilidades estéticas. Conscientes também, no sentido de buscar um relacionamento mais afetivo com nossos antepassados e descendentes, assim como com todas as espécies orgânicas e inorgânicas das quais dependemos para nosso equilíbrio aqui na Terra.

arquiteto Eduardo Salmar



construir com a terra...

Desde a antiguidade, diversas civilizações usaram a terra como material de construção. Mas as tradições de erguer arquiteturas de terra crua (taipa), acumuladas ao longo de dez mil anos, caíram no esquecimento a partir da primeira guerra mundial(1914-1918), quando os métodos construtivos artesanais foram substituídos por novos sistemas e por produtos industrializados. Meio século depois dessa fase de otimismo tecnológico, a crise econômica e energética dos anos 70 favoreceu o renascimento das construções com terra, procurando agora aliar as virtudes dessas culturas tradicionais às aquisições modernas.



Vale Pré-sahariano do Marrocos

Ao apresentarmos este curso, pretendemos profissionalizar um conhecimento através da teoria e da prática, para que os construtores possam resolver problemas conceituais, projetuais e construtivos no canteiro de obras que empregam a terra.



Terra estabilizada em muros monolíticos David Easton - Califórnia



TERRA COMPACTADA

F - Pisé stabilisé à la chaux, D - Stampemh, E - Rammed earth-lime, P - Taipa fina de solo-cimento ou solo-cal

Este sistema construtivo - terra compactada - é um sistema portante que tem a característica de ser um sistema moldado na obra. A terra em um estado úmido é compactada dentro de formas moduladas. A terra deve ser arenosa e pode melhorar em resistência quando estabilizada com cimento ou cal. Os produtos de terra compactada são painéis monolíticos (taipas) e também componentes em blocos para alvenaria simples ou armada.

PROCESSO CONSTRUTIVO:

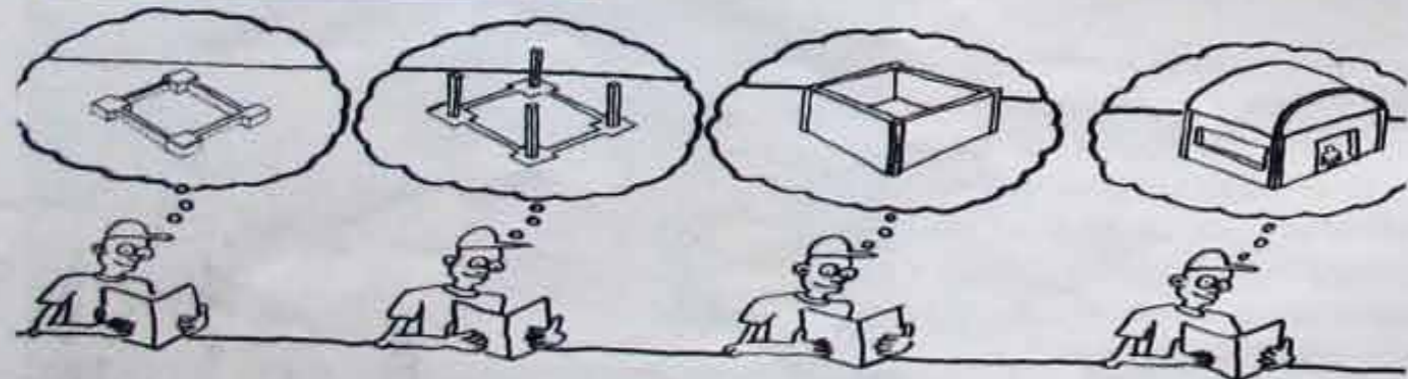
- 1 - Colocação da forma
- 2 - Preparação da terra
- 3 - Compactação
- 4 - Desmoldar e acabamentos
- 5 - Organização da obra



Campinas/SP-1991



Campinas/SP-1990



"Lógica construtiva" é uma qualidade que se adquire através do exercício de "saber-fazer". A construção em si é um conjunto de ações constituídas por etapas, processos, gestos, etc., a lógica construtiva é a maneira que estas etapas são planejadas e executadas para produzir uma estrutura destinada a abrigar.



BLOCOS DE TERRA CRUA

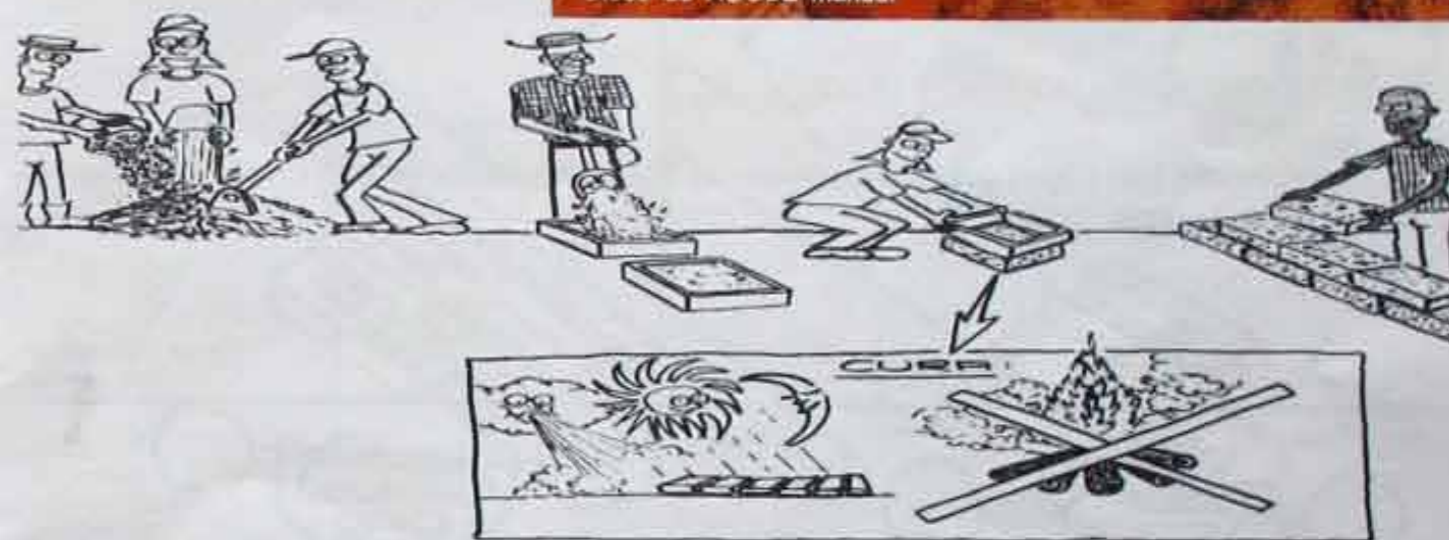
F - Maçonnerie avec blocs de terre crue, E - Earth blocks masonry, P - Adobe

TIJOLOS DE ADOBE

Este sistema construtivo utilizado por populações antigas de todo o mundo é do tipo portante e os blocos são moldados quando a massa está em estado plástico, bem misturada e curada pela ação do vento e do sol. Os blocos são melhorados em sua resistência com o uso de palha e fibras vegetais na etapa da mistura da massa.



Bloco de ADOBE manual



TIJOLOS PRENSADOS COM TERRA ESTABILIZADA (BTC)

Se a obtenção de Adobes é uma tradição milenar, o mesmo não se pode dizer dos tijolos prensados de terra crua.

Exigindo a prensagem esforços elevados (2 Mpa), só por volta dos anos 50 foi desenvolvida a primeira prensa manual conhecida pelo nome de Cinva-Ram, idealizada na Colômbia. Ela deu origem a inúmeras outras espalhadas por todo o mundo, conforme veremos neste curso.

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO

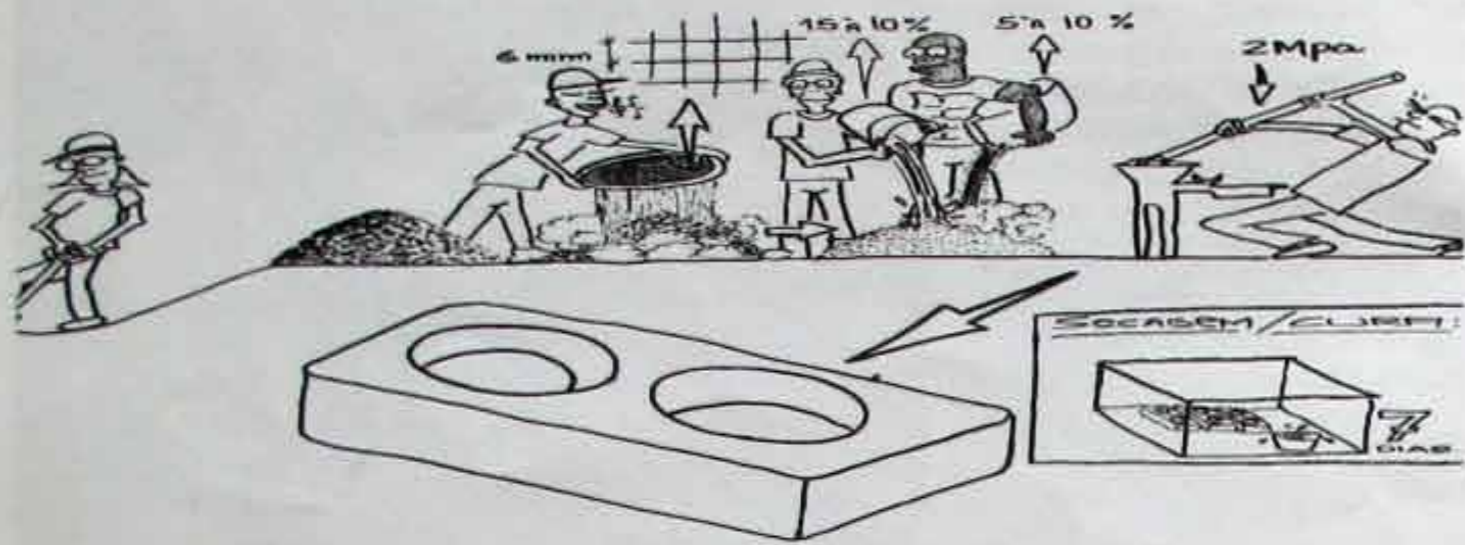
- 1 - Depósito de solo (jazida)
- 2 - Peneiramento (rejeitar: granulometria maior que 6mm, pedregulhos e raízes)
- 3 - Mistura (homogeneizar: solo + 5 a 10% cimento + 10 a 15% de água)
- 4 - Prensagem
- 5 - Cura (7 dias em câmara úmida)



Vinhedo/SP-1998
Tijolo de Solocimento

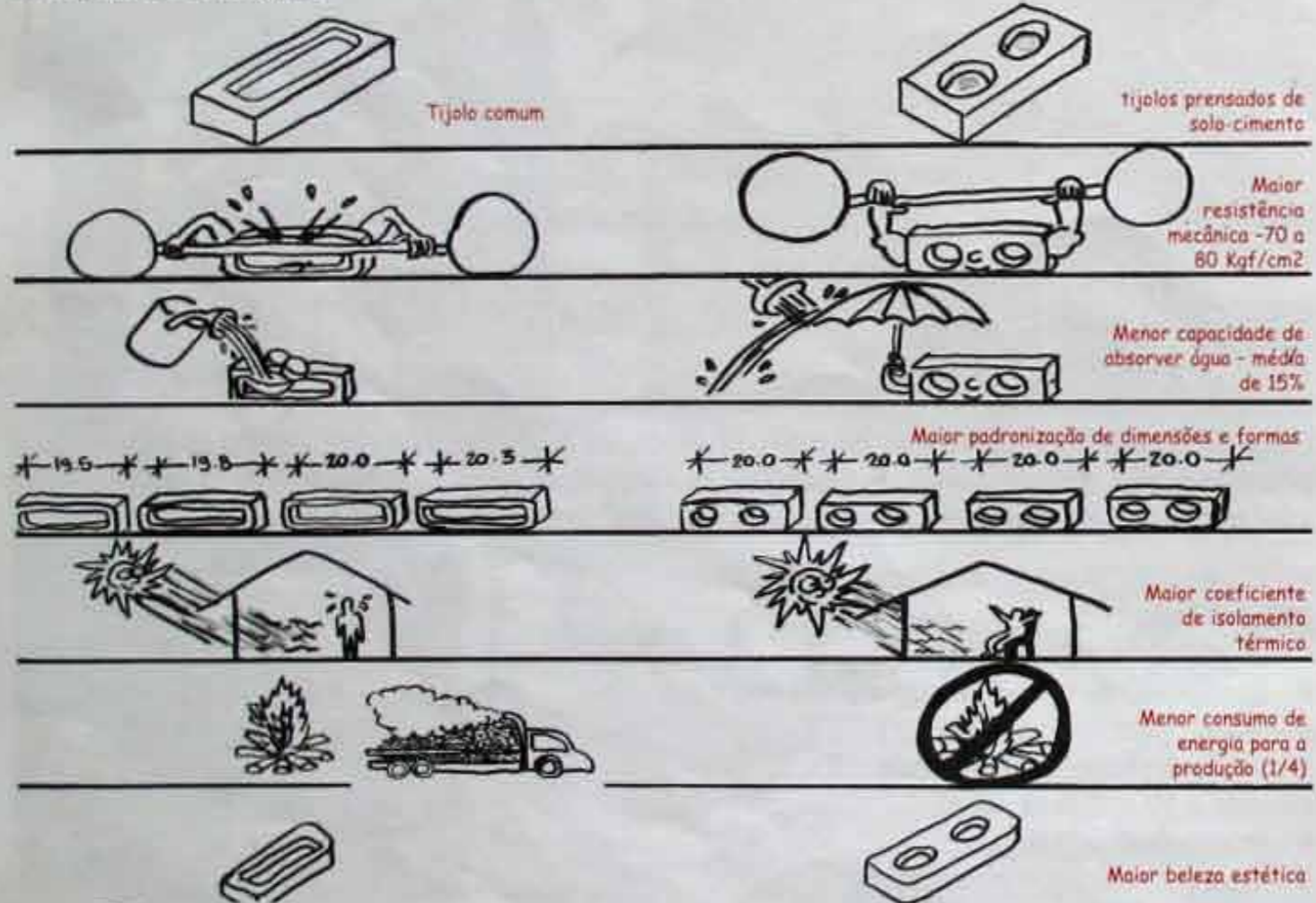
OBSERVAÇÃO IMPORTANTE:

Para se obter tijolos prensados de boa qualidade com uma determinada terra, é necessário estabelecer 2 aspectos: 1- qual a porcentagem IDEAL de água na mistura
2- qual a quantidade de mistura a ser colocada no molde da prensa

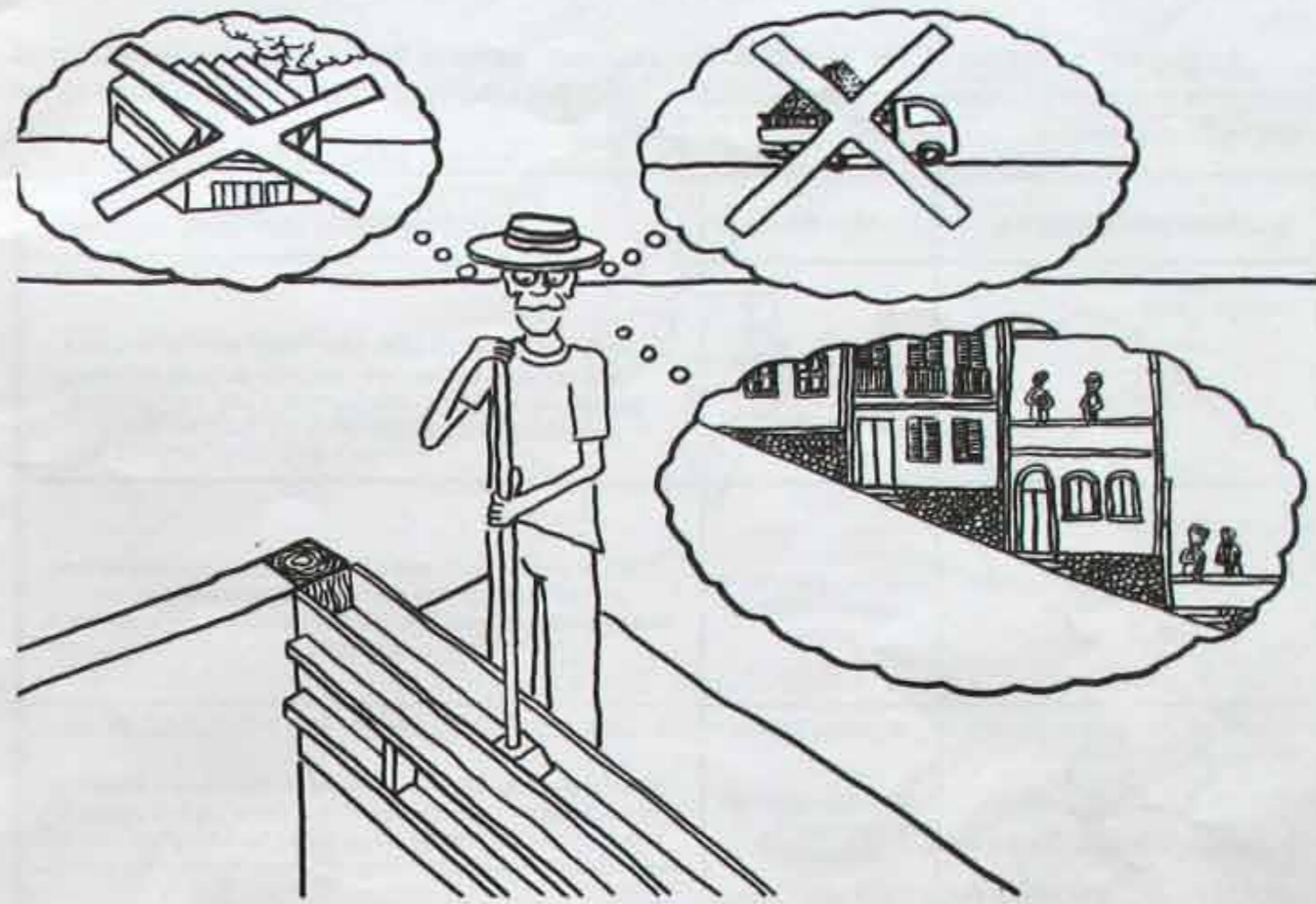


CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO

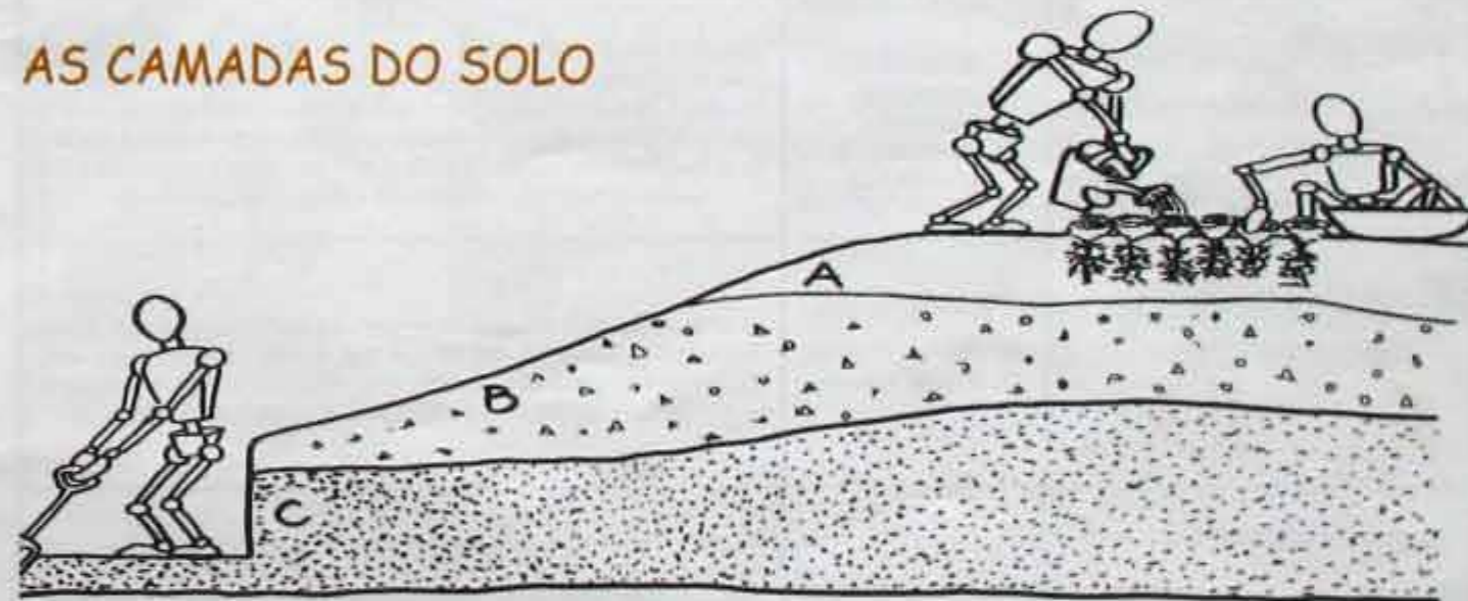
Quando comparados com tijolos de barro queimado, os tijolos prensados de solo-cimento apresentam as seguintes vantagens:



Além de preservar a cultura de um povo, acreditamos que é de vital importância minimizar o consumo de energia tanto na produção de materiais construtivos quanto no transporte e utilizar materiais locais, adaptados ao clima para criar ambientes com regulação térmica e acústica natural.



AS CAMADAS DO SOLO









- A - Solo Orgânico
- B - Solo Argiloso/Arenoso
- C - Solo Arenoso



O QUE SÃO ANÁLISES PRELIMINARES ?

Devemos usar os nossos SENTIDOS para recolher as primeiras informações de uma amostra de TERRA, como um TREINAMENTO que pode economizar tempo para as decisões no canteiro da obra.

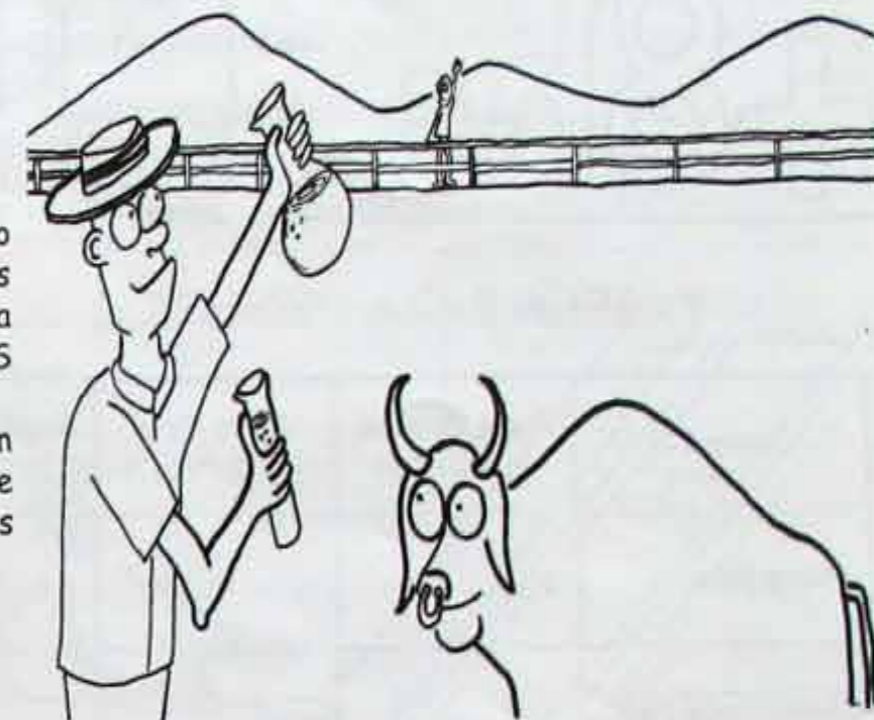
As análises preliminares são fáceis de se fazer com material básico encontrado na própria obra, entretanto para se chegar a uma maior precisão é necessário confirmar os resultados com a repetição dos ensaios.

análises preliminares	objetivos	procedimentos práticos
	Observar a cor e a composição da amostra (o tamanho dos grãos).	Examinar uma amostra em estado seco e observar os componentes a uma vista simples para apreciar seus componentes arenosos e argilosos. Nesse exame a fração fina (argilas e limo) que é composta por partículas inferiores a 0,08mm, não é perceptível a olho nu.
	Detectar a presença de material orgânico na amostra.	Cheirar a amostra. A amostra contém elementos orgânicos se tiver um odor de humus. Este odor se amplifica se aquecemos ou umedecemos a amostra. Este tipo de terra não é conveniente para a construção.
	Identificar o grão de maior proporção na amostra.	Morder uma pitada da amostra entre os dentes. A terra é arenosa se provoca uma sensação desagradável, abrasiva entre os dentes. A terra é argilosa se sentimos uma sensação lisa e farinhosa entre os dentes. atenção : devemos cuidar da qualidade higiênica das amostras.
	Identificar a composição granulométrica do material (a fração fina).	Titular a amostra entre os dedos e a palma da mão. A terra é arenosa se temos uma sensação de rugosidade e não se observa nenhuma coesão. A terra é limosa se temos uma ligeira impressão de rugosidade e a amostra úmida apresenta uma plasticidade média. A terra é argilosa se em estado seco apresenta torrões que resistem a compressão e em estado úmido se convertem em massa plástica e colante.
	Identificar a proporção de linos na amostra.	Lavar as mãos após esfregá-las com a terra ligeiramente úmida. A terra é arenosa se o enxágue das mãos é fácil. A terra é limosa se parecer polvilhenta e as mãos não são difíceis de enxaguar. A terra é argilosa se parecer esponjosa e é muito difícil de enxaguar as mãos.
	Observar a quantidade de argila na amostra.	Toma-se uma bolota de terra úmida que não se adere aos dedos e se corta com uma espátula. A terra é bem argilosa se a espátula penetra facilmente e a terra se adere na espátula. A terra é medianamente argilosa se a espátula penetra sem grande dificuldade e a terra se adere quando retiramos a espátula. A terra é pouco argilosa se a espátula penetra e se retira com facilidade mesmo quando manchado pela terra.

O QUE SÃO OS ENSAIOS DE CAMPO ?

Os ensaios de campo tem como finalidade obter uma leitura mais precisa das características da amostra observadas nas ANÁLISES PRELIMINARES.

Estes ensaios se aplicam também com equipamentos simples e os resultados devem ser confirmados com a repetição dos ensaios.



1- ENSAIO DE SEDIMENTAÇÃO

Objetivo: Observar a quantidade de cada um dos componentes (areia, argila e limo) presentes na amostra.



- Em um vidro transparente cilíndrico e de fundo plano colocar 1/3 de amostra de terra seca
- Completar com água limpa até 2/3 do volume total do vidro
- Colocar uma pitada de sal. O sal densifica a água e faz com que as partículas de ARGILA se dispersem e decantem mais lentamente.
- Fechar o vidro e agitar vigorosamente o material.
- Deixar descansar para a decantação sobre uma superfície horizontal durante 15 minutos.

• Agitar novamente o vidro e deixar decantar novamente.

• Depois de 45 minutos fazer a medição das areias que se depositaram no fundo do vidro; logo sobre a areia uma capa de limo e sobre ela, uma capa de argila. Flutuando na água podemos observar colóides muito finos e restos orgânicos.



UNIMEP
BIBLIOTECAS. B. O.

+8hs.



• Depois de 8 horas voltamos a fazer a medição da altura total da amostra (100%), sem levar em conta a água limpa mas apenas as distintas camadas de material.

TABELA PARA REGISTRO DOS RESULTADOS

Terra T-1	Areia Grossa ($0,2 <^* < 2,0$)	Areia Fina ($0,02 <^* < 0,2$)	Argila e Limo (* $< 0,02$)	Total	Qualificação da amostra
Altura (mm)					
Quantidade (%)					

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES:

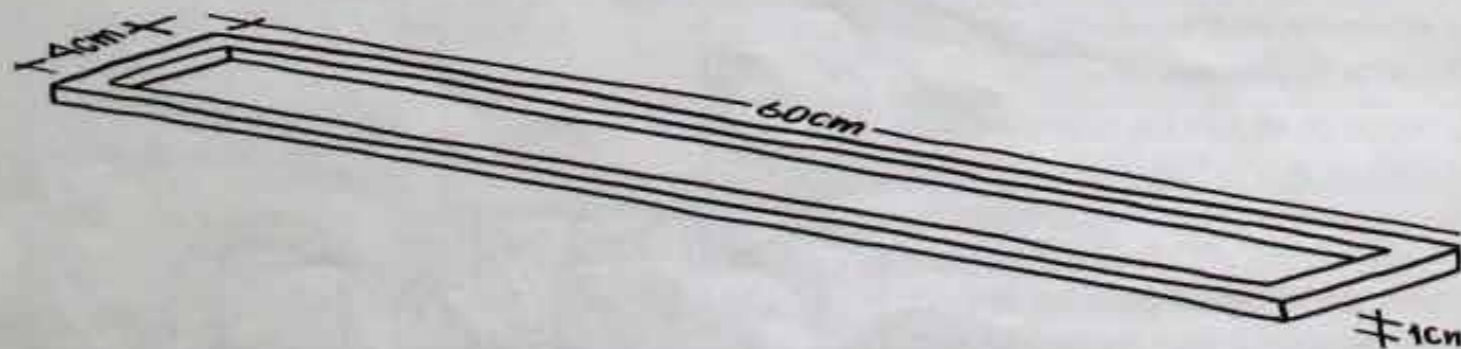
- 1- A diferença entre ARGILA E LIMO é muito difícil de reconhecer a olho nu, por isso medimos os dois juntos
- 2- A QUALIFICAÇÃO pode ser dada a partir da definição do material de acordo com as porcentagens encontradas na amostra. Por ex. ARGILOSA; ARGILO-ARENOSA; ARENOSA etc.

2- ENSAIO DE RETRAÇÃO

Objetivo: Observar o comportamento de retração da amostra e também determinar a quantidade de ARGILA presente. Este ENSAIO DE CAMPO permite diferenciar a parte ARGILOSA da parte LIMOSA da amostra, pois o LIMO não se retrai, complementando assim a informação obtida no ensaio de sedimentação.

O ensaio de retração linear ou teste de Alcock, se realiza com uma caixa de madeira com as medidas internas: 60 cm de comprimento, 4 cm na largura e 1 cm de profundidade.

Procedimento:



- Lubrificar com óleo desmoldante as faces internas da caixa
- Peneirar uma quantidade de amostra (~7 L)
- Adicionar água até o Conteúdo de Umidade Ótimo (C.H.O)
- Preencher a caixa com a mistura (terra e água) com a ajuda de uma pequena colher de pedreiro
- Colocar a caixa para secar ao sol durante 3 dias ou na sombra durante 7 dias
- Durante este tempo, o material se desliga dos extremos permitindo a medição linear da retração da amostra



TABELA PARA REGISTRO DOS RESULTADOS

Amostra	Largura inicial (em mm)	Largura final (em mm)	Total de retração (em mm)	Qualificação
T1	600			
T2	600			
T3	600			

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES:

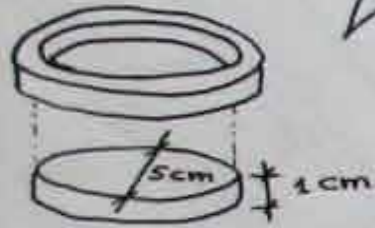
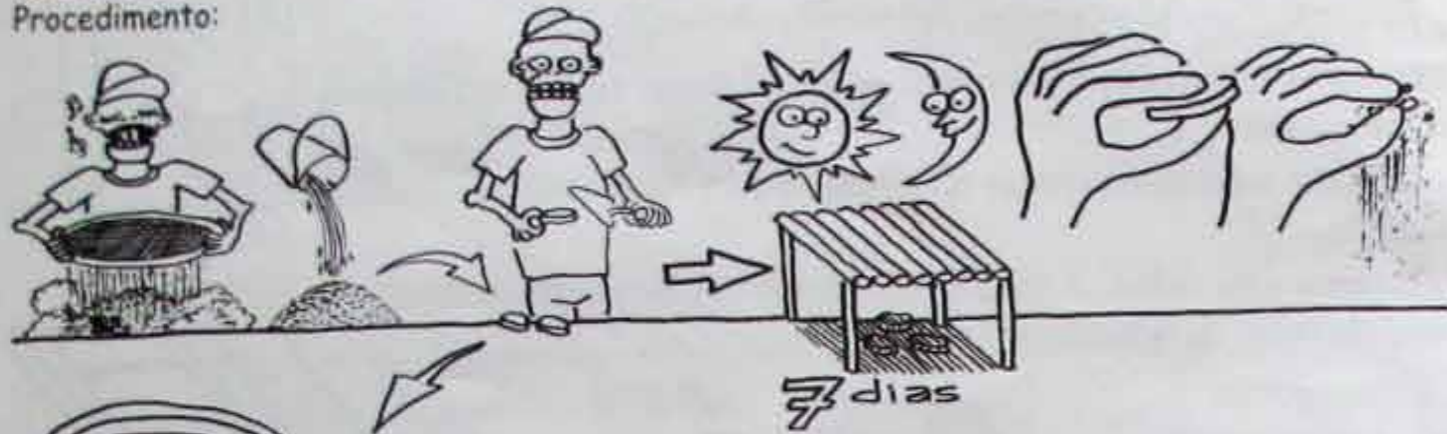
- 1- A qualificação será dada por comparação entre os diferentes tipos de terras (T1, T2 e T3)
- 2- CONTEÚDO DE UMIDADE ÓTIMO: Realizamos este procedimento para unificar e eliminar a variável quantidade de água na análise dos solos. Peneirar a terra até obter um grão menor que 2 mm de diâmetro. Umedecer a amostra até o ponto de pega na colher de pedreiro.



3- Ensaio de resistência a seco

Objetivo: Observar a resistência do material no estado seco e a quantidade de argila fina presente na amostra.

Procedimento:



- Peneirar uma quantidade de amostra (~ 2l). Com a terra úmida, preparar 3 pastilhas com 5cm de Diâmetro e 1cm de altura
- Secar durante 7 dias as pastilhas na sombra
- Romper as pastilhas pressionando-as entre os dedos polegar e indicador até reduzi-las a pó

Avaliar a resistência das pastilhas seguindo a tabela abaixo:

Resistência	Parâmetros	Qualificação
Alta	A pastilha não se rompe com uma mão, se necessita as duas mãos. Se rompe com um som seco. É muito difícil reduzi-la a pó, restando fragmentos sólidos.	Material altamente argiloso
Média	A pastilha não se rompe com facilidade, se necessita das duas mãos. Se rompe com um som surdo. Se reduz a pó com esforço.	Material mediamente argiloso
Baixa	A pastilha se rompe com dificuldade com uma mão. Não emite som ao quebrar-se. Se reduz facilmente a pó.	Material com baixo conteúdo de argila

Observações importantes

- 1 - Qualificar a resistência a torção de fácil a difícil.
- 2 - Para qualificar a resistência a imersão introduzir a pastilha em uma bandeja com água por três minutos e observar:
 - Alta: A pastilha fica parcialmente seca
 - Média: A pastilha fica completamente úmida e mantém sua forma
 - Baixa: A pastilha se dissolve na água.



DOSAGENS DA TERRA COM ESTABILIZANTES QUÍMICOS

Vamos adquirir conhecimentos básicos em estabilização de componentes construídos com terra. Estabilizar um solo significa a ele misturar produtos que melhorem suas propriedades, inclusive sob a ação da água. Um dos melhores estabilizantes conhecidos é o cimento. Este trabalha reagindo quimicamente não só com a água, formando agentes cimentícios, mas também com as partículas finas do solo como vimos neste curso.

Teremos ferramentas para controlar a qualidade dos componentes construídos em linha de produção na própria obra.

A CAL

INFLUÊNCIAS DA CAL EM ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE TERRA

A cal se utiliza em SOLOS ARGILOSOS com alta umidade na mistura.

Atua enlaçando quimicamente as partículas de ARGILA e não com as areias e pedregulhos, por isso é ideal utilizar a cal em solos que contenham de 20 a 40% ou mais de ARGILA.

Para estabilização se recomenda uma porcentagem de 6 a 12%, conseguindo também uma maior plasticidade da terra.

TABELA PARA DOSAGEM PARA TAIPA DE PILÃO E BTC

UNIMEP
BIBLIOTECA S. B. O.

Solo	Procedimentos
Argiloso 20 a 40%	<ul style="list-style-type: none"> - esmigalhamento e peneiramento do solo (# 12mm) - adicionar de 20 a 30% de areia - estabilizar com 6 a 12% só com cal - combinação com cimento e cal nas proporções de 2% e 5% respectivamente



O CIMENTO

INFLUÊNCIAS DO CIMENTO EM ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE TERRA

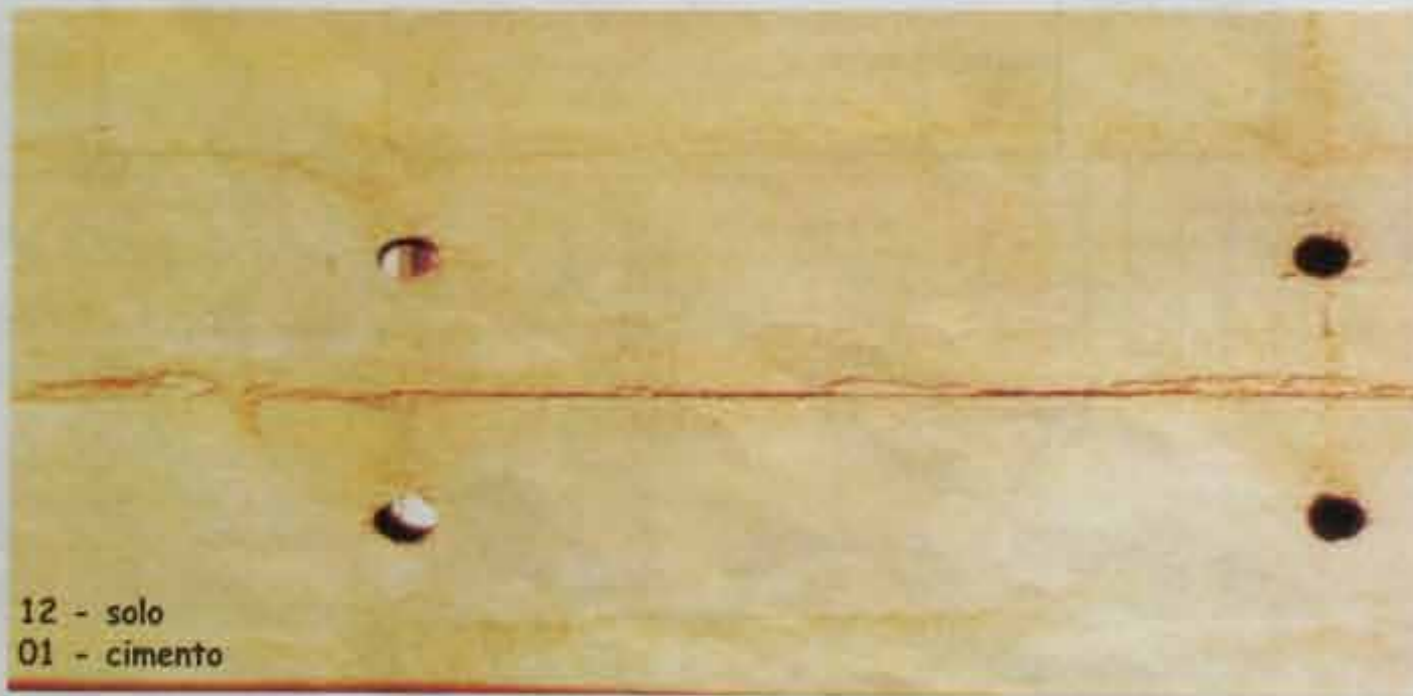
O cimento é utilizado normalmente em combinação com a compactação do solo, sendo por isso perfeitamente indicado para estruturas em Taipa de Pilão e em blocos de terra comprimidos (BTC).

O uso do cimento nos Blocos de Adobe melhora sua resistência aos esforços de Compressão, evita o retraimento brusco evitando rachaduras e melhorando a resistência à erosão por ação das águas de chuvas.

O cimento atua como agente da união entre as partículas de areia e pedregulhos, preenchendo os espaços vazios destes materiais. É recomendável usar solos com pouco conteúdo de ARGILA (máx.20%).

TABELA PARA DOSAGEM PARA TAIPA DE PILÃO E BTC

CIMENTO Uni.	SOLO Unid.	ÁGUA Unid.	% CIMENTO Vol.	SOLO ARENOSO Teor
1	10	1	10	>45%
1	12	1.5	8	>50%
1	15	2	6	>55%
1	20	2	5	>60%



12 - solo
01 - cimento

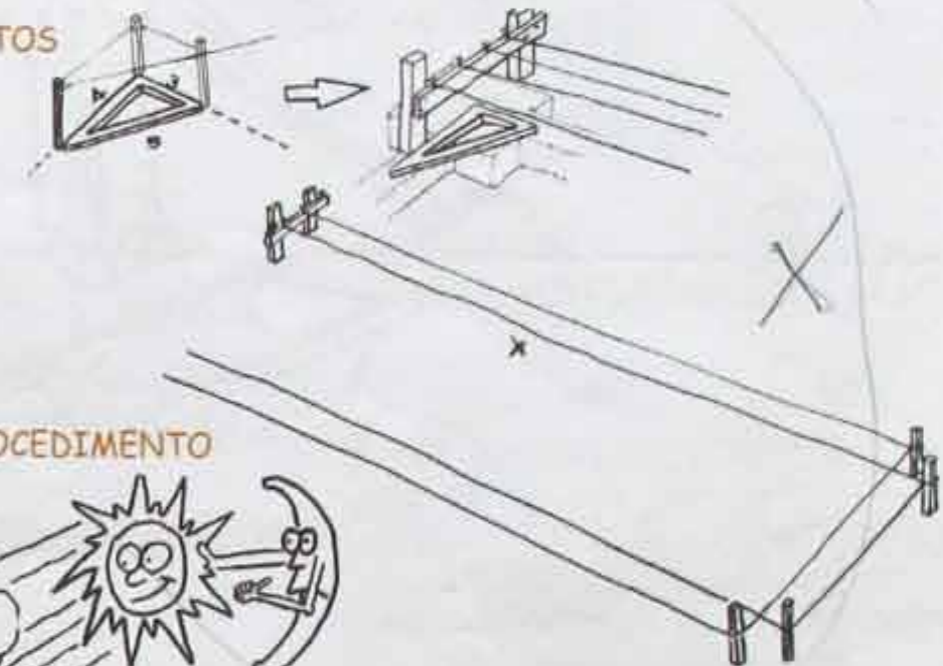
PRÁTICAS DE CANTEIRO

Neste momento vamos mostrar as principais operações básicas para a construção em terra. Acreditamos que esses conhecimentos irão permitir a todos a formulação de novos critérios que permitem desenvolver e melhorar o desempenho dos sistemas construtivos em terra.

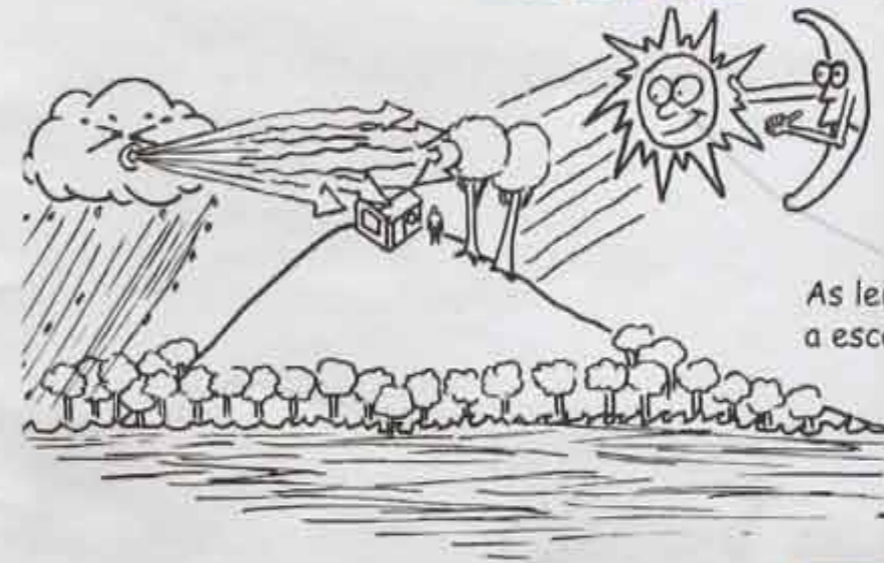
OPERAÇÃO 1 - MARCAÇÃO DA OBRA NO TERRENO - EIXOS

FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

- Esquadro de madeira
- Esquadro de pedreiro
- Trena com 20m
- Escala métrica (metro)
- Linha de pedreiro



PROCEDIMENTO



As leis naturais são muito importantes para a escolha da área.

OPERAÇÃO 2 - NIVELAMENTO

FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

- Nível de mão
- Mangueira de nível
- Prumo



LAHABITAT
Alfenos/MG - 1994

PROCEDIMENTO



OPERAÇÃO 3 - MEDIÇÃO E DOSAGEM DOS MATERIAIS (TRAÇOS)

FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

- Lata 18L
- Caixaote de medição



OPERAÇÃO 4 - MISTURAR ATÉ HOMOGENIZAR OS COMPONENTES

FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

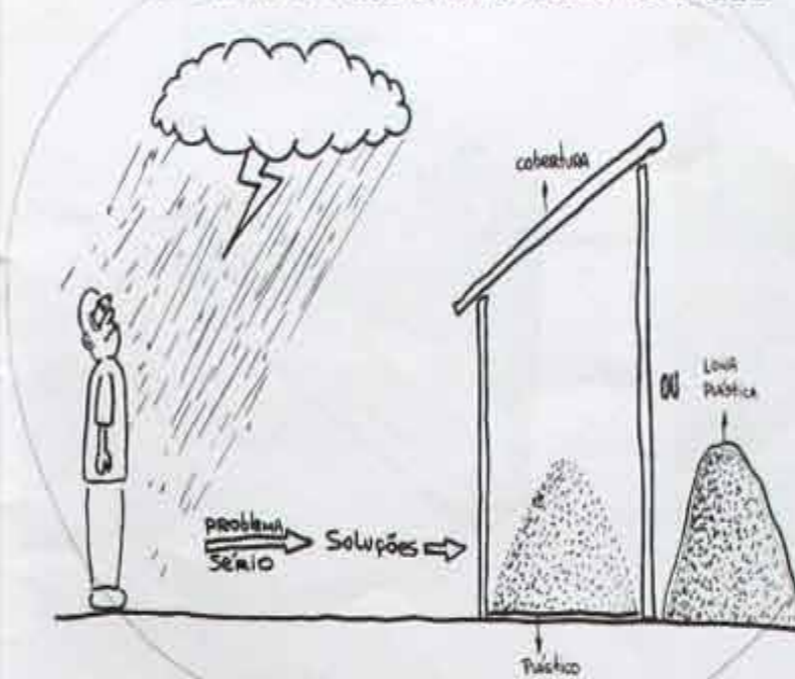
- Misturador planetário
- Destorroador
- Carrinho de mão
- Enxada
- Pá
- Peneira de # 6mm - de café



OPERAÇÃO 5 - CONTROLAR A UMIDADE

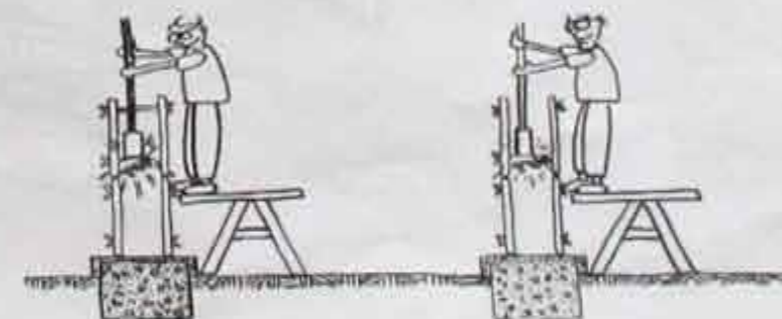
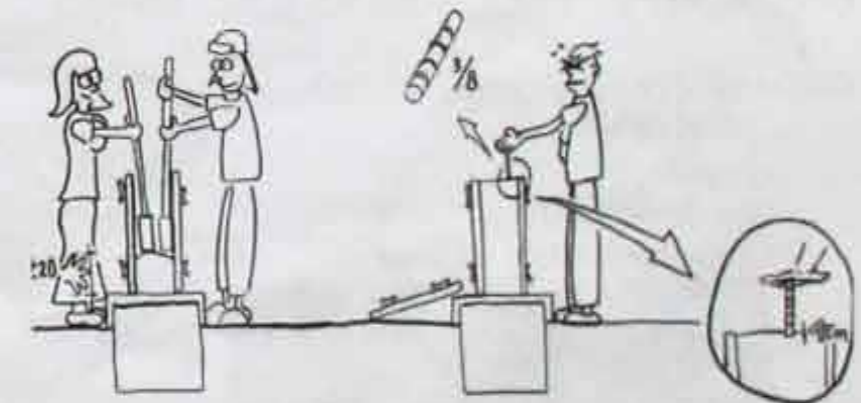
FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

- O ensaio de laboratório chama-se SPEED



FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

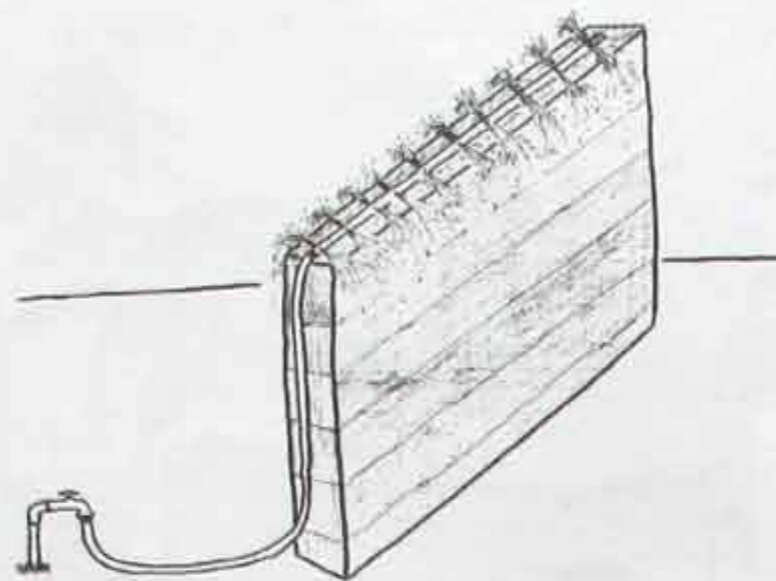
- Soquete pneumático
- Pilões de acabamento
- Pilões de massa
- "sapo mecânico" - CP 70
- Prensa hidráulica - Tecmor
- Prensa manual - Sahara



OPERAÇÃO 7 - CURA

FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

- Sistemas para pulverização com água



PROCEDIMENTO

OPERAÇÃO 8 - ARREMATES

FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

- Colher de pedreiro
- Desempenadeiras
- Soquete de ponta



Ribeirão Preto/SP - 1992



FAU - UNIMEP/SP - 1999

OPERAÇÃO 9 - ESQUADRIAS E BATENTES

FERRAMENTAS E EQUIPAMENTO

- Nível da mão
- Prumo
- Furadeira elétrica
- Desempenadeira elétrica



PROCEDIMENTO



Campinas/SP - 1998

OPERAÇÃO 10 - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS

FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

- Prumo
- Furadeira elétrica
- Chave de fenda



Vinhedo/SP - 1998
Instalações Embutidas no Alvenaria

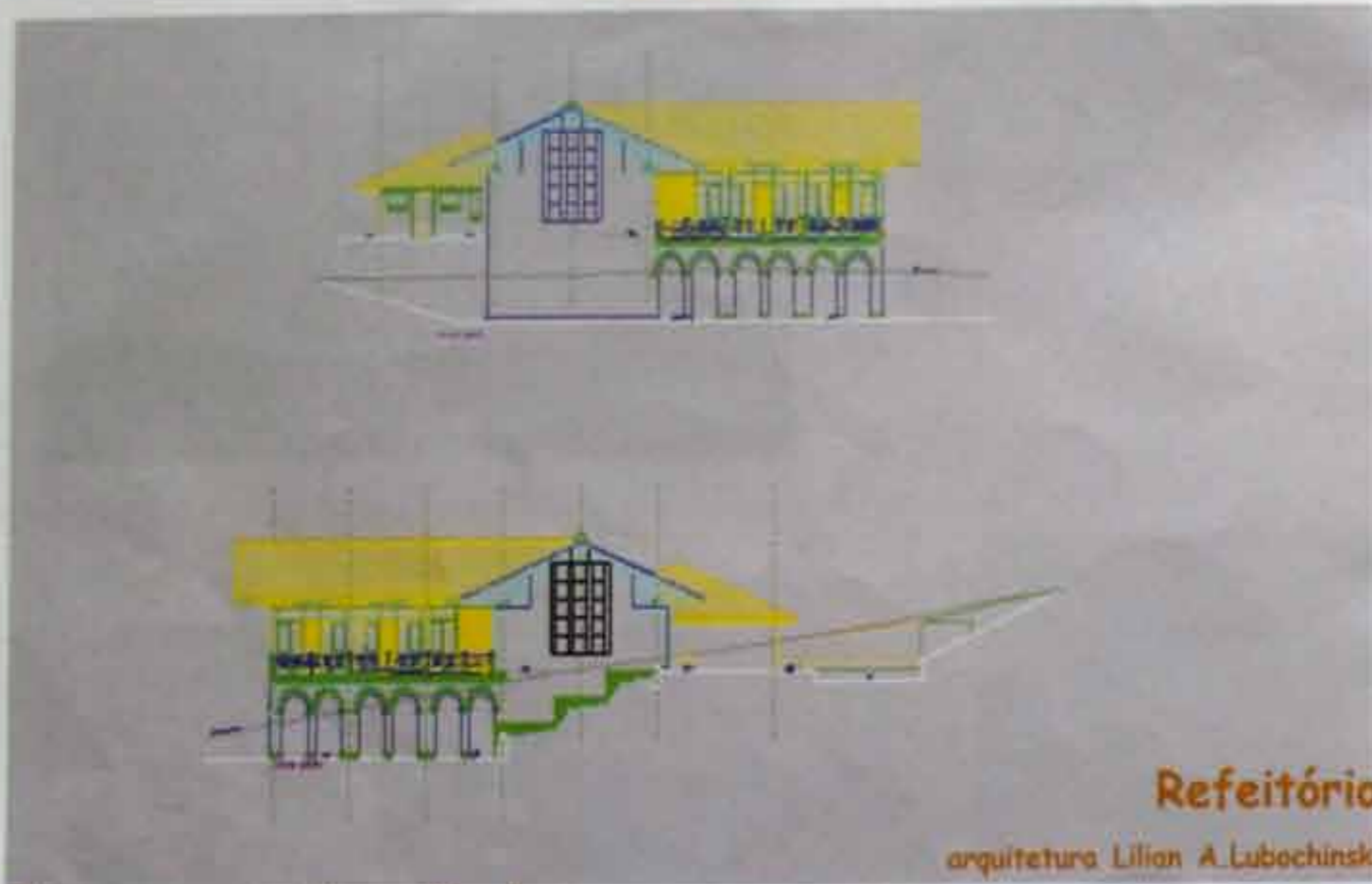


Instalações hidráulicas aparentes

UNIMEP
BIBLIOTECA S. B. Q.



ESCOLA NACIONAL FLORESTAN FERNANDES ITERRA



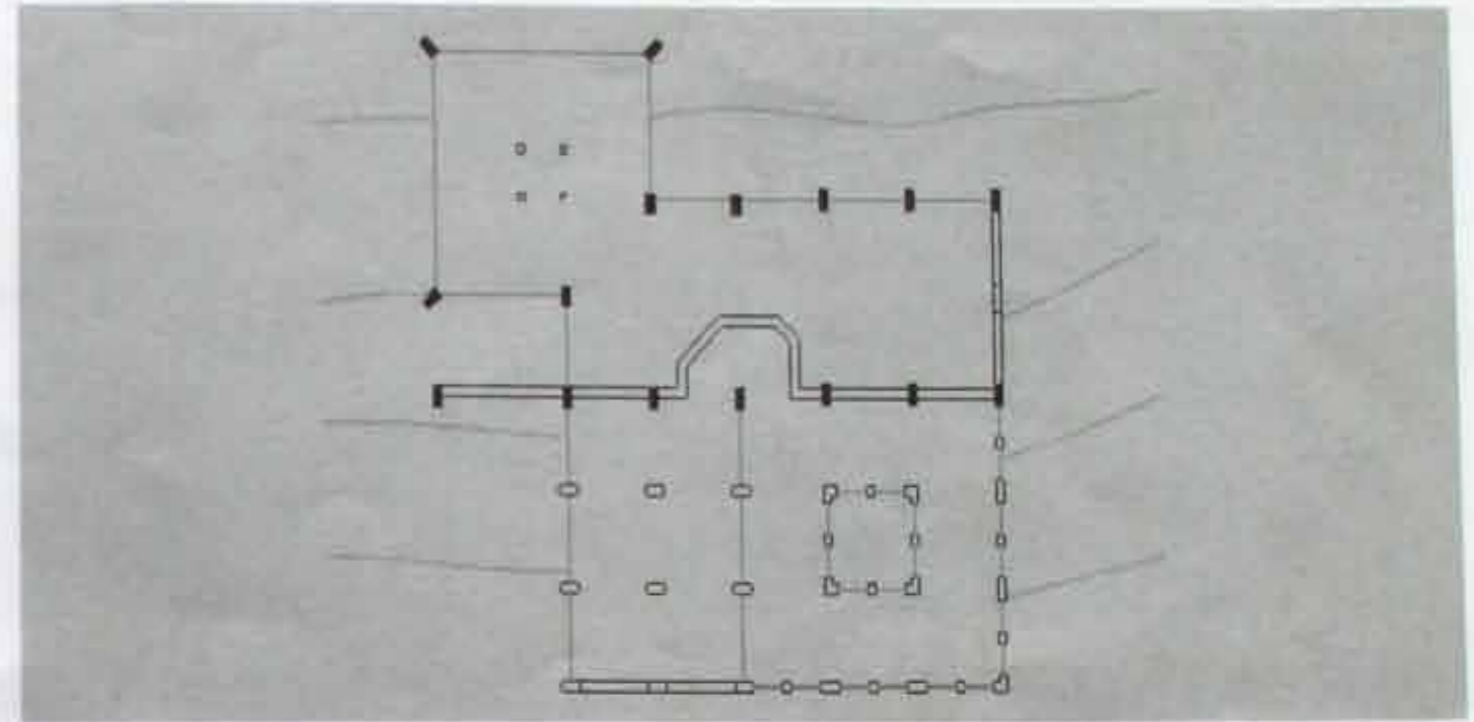
Refeitório

arquitetura Lilian A. Lubochinski

Sistemas construtivos utilizados:

- Arrimos em concreto ciclópico
- Sapatas em solo cimento monolítico
- Sapatas em concreto ciclópico
- Viga baldrame em concreto armado
- Pilares em solo cimento monolítico
- Paredes em solo cimento monilítico
- Paredes em tijolos de solo cimento
- Arcos em tijolos de solo cimento
- Bandeiras em solo cimento pré-moldado
- Lajes treliçadas Lajebrás
- Contrapiso em Radier

Sapatas em Concreto Ciclópico

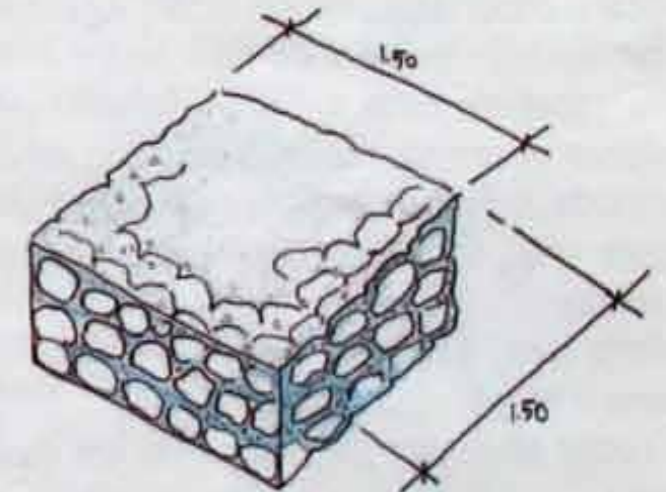


Ao usarmos essas " fundações diretas" em pedras rústicas (granito ou gnaiss) e argamassa rica em cimento (2:1 em areia e cimento), buscamos atender 2 aspectos básicos da obra Refeitório:

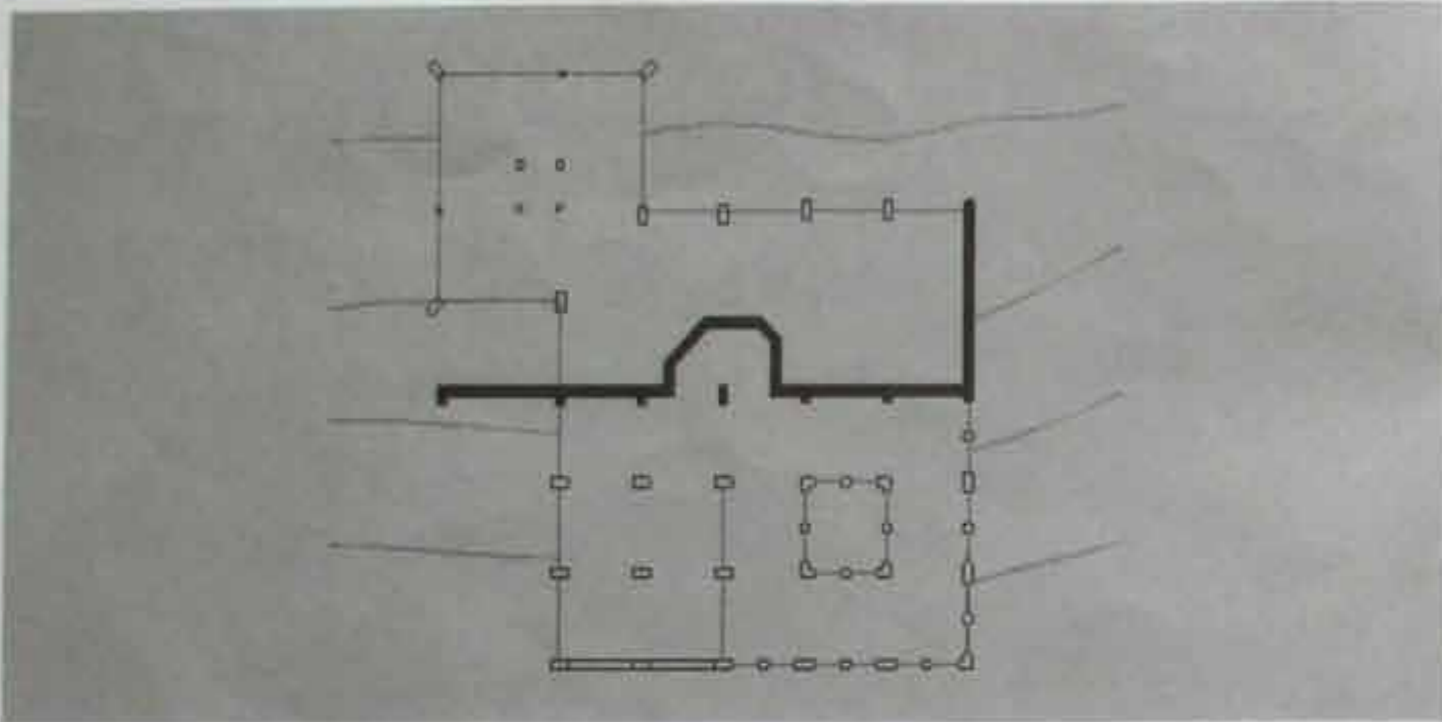
- segurança
- economia (principalmente pela facilidade de obtenção de pedras na região da obra-Guararema)

Tais fundações se constituem de "camadas" de pedras cujos centros de gravidade estão situados proximamente no mesmo plano horizontal.

Para estabelecer a ligação necessária à resistência aos esforços, será preciso dispor, tanto na camada inferior como na superior, pedras que estejam ligadas por atrito com as 2 primeiras, evitando-se assim os esforços que tendem a desagregar as pedras (força do empuxo das terras).



Arrimo em Concreto Ciclóptico



Para o paredão do arrimo e seus pilares usaremos o mesmo processo construtivo das sapatas, descrito anteriormente.

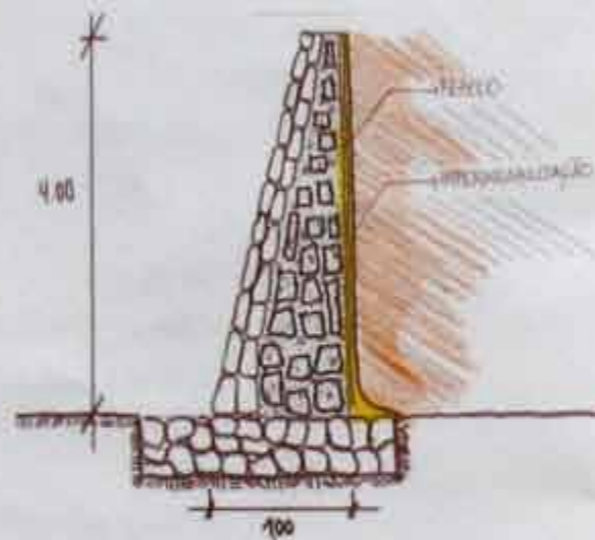
Nessa "alvenaria de pedra com argamassa de cimento" para o arrimo do Refeitório, com $h=4$ m e espessura $=0,50$ m, encontraremos segundo a fórmula de Rös, os seguintes valores:

- resistência da alvenaria = 596 Kgf/cm^2
- tensão admissível = 88 Kgf/cm^2

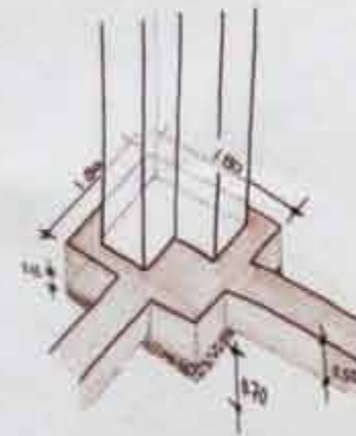
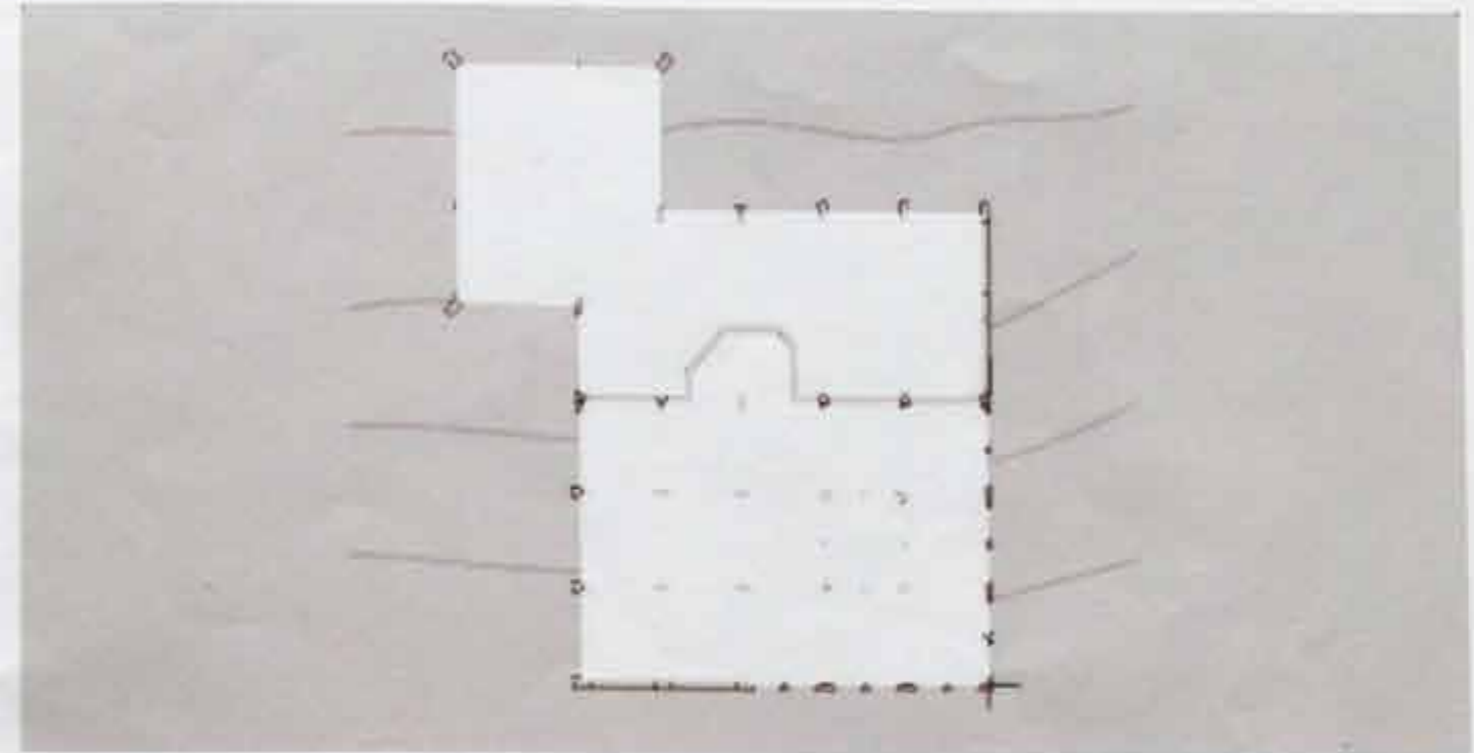
No topo(ver cota em projeto executivo) dos pilares do arrimo teremos uma viga em concreto armado, criando condições de engaste entre as lajes treliçadas e os contrapisos do pavimento térreo.

Visto isso, podemos anunciar alguns cuidados para a construção do muro:

- . Todas as juntas de argamassa em qualquer sentido (vertical/horizontal), devem ser cobertas por pedras da camada imediatamente superior,
- . As resistências de atrito desenvolvidas no muro, serão tanto maiores, quanto maiores forem as superfícies horizontais de contato entre as camadas sucessivas,
- . As pedras devem ter dimensões aproximadamente iguais,
- . As pedras de cobertura do arrimo(topo) não devem se afastar dos eixos verticais, traçados pelo centro de cada uma das pedras da camada coberta.

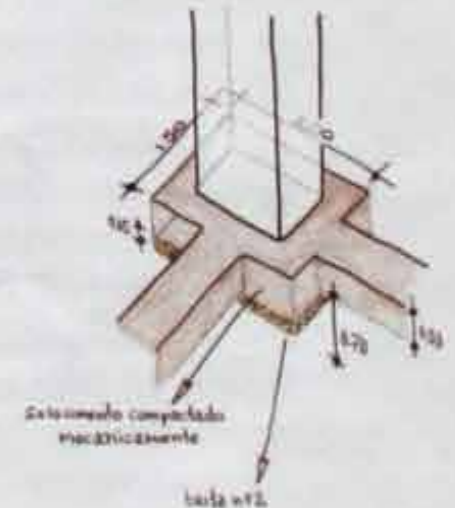


Sapatas em Solo Cimento

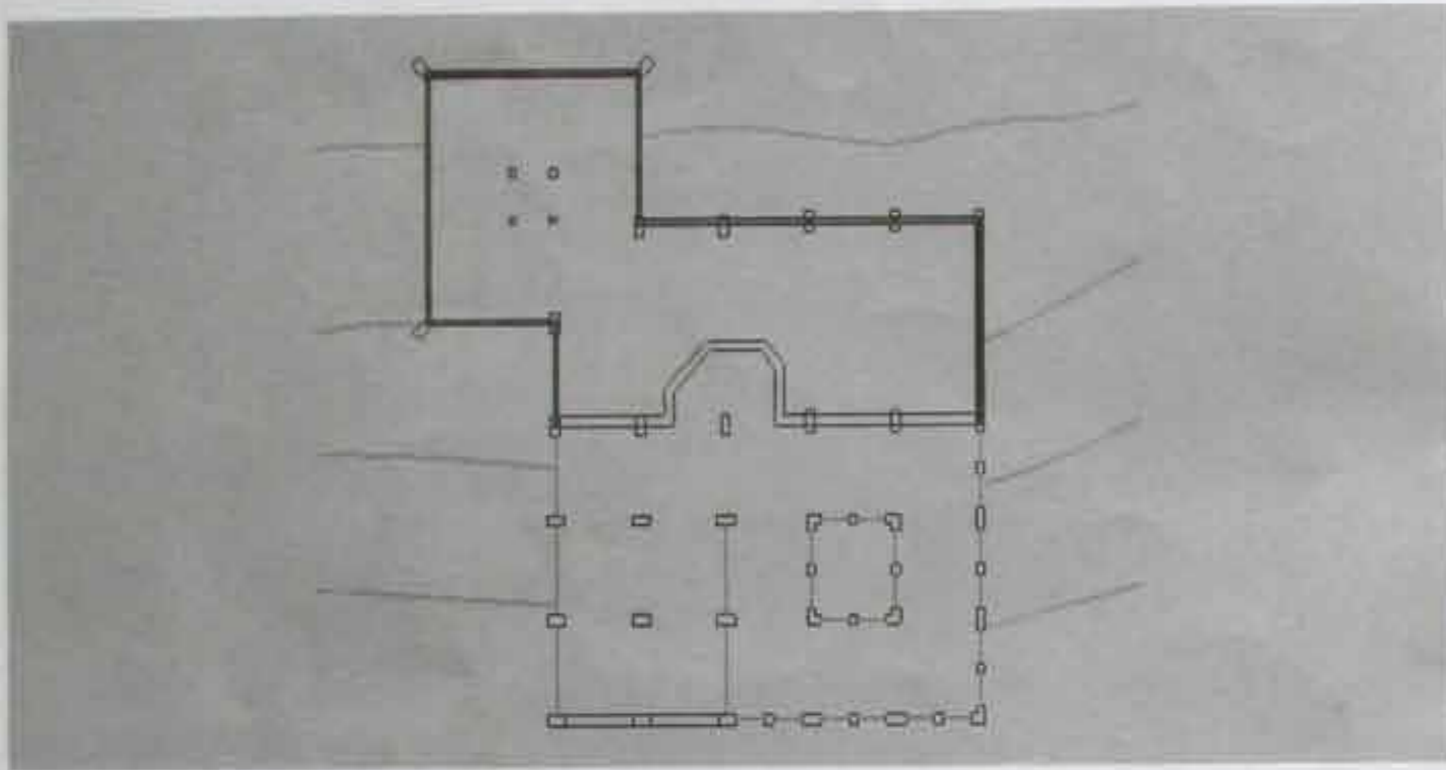


Ao dimensionarmos as fundações do pavimento inferior em Solo Cimento, aplicamos critérios de desempenho equivalente às alvenarias de pedras usuais, pois o solo aqui é arenoso compacto devido ao corte do terreno proposto no projeto de arquitetura. A largura das sapatas da ordem de 1 m, admite tensões de apoio de 1 kg/cm^2 . A profundidade de embutimento de 50 cm é suficiente para preservar as erosões superficiais.

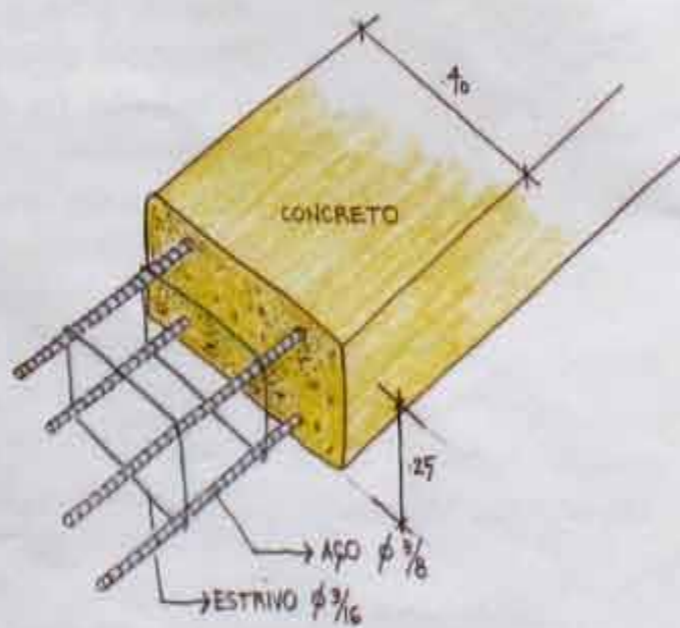
Quanto à dosagem da mistura solo-cimento para as sapatas, usaremos cerca de 4% superior à que será empregada nas paredes.



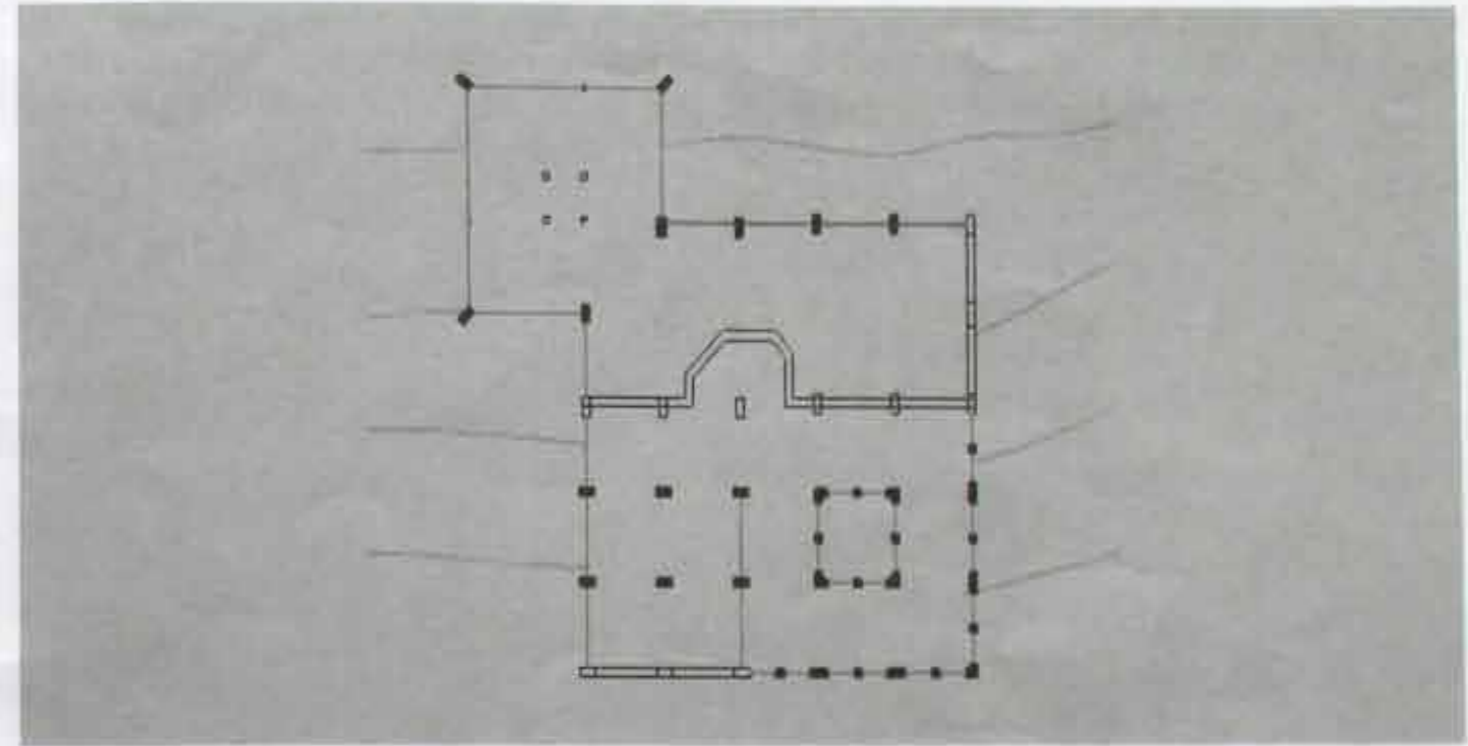
Viga em Concreto Armado



No perímetro de todo o pavimento térreo, onde teremos aterros na área da obra e entorno, tendo-se aí portanto solos com tendência a recalques, devido a isso devemos portanto preservar as paredes de BTC de possíveis deformações. Aqui então, as fundações são convencionais, com vigas de concreto armado de 0,25 x 0,40 m e f_{ck} 150, tendo ainda 4 brocas em cada sapata de pilar neste pavimento térreo.

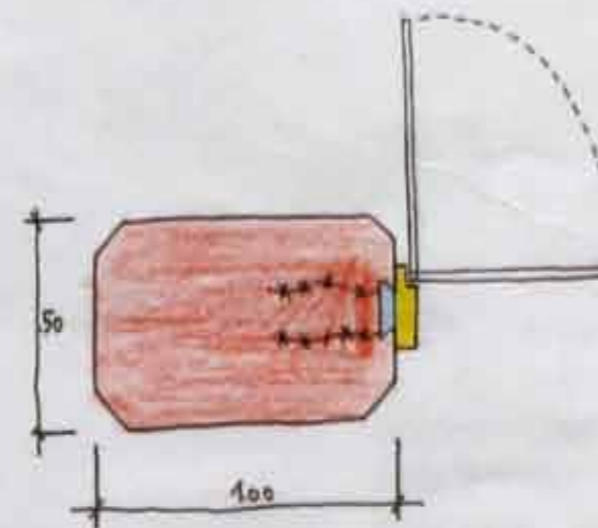


Pilares em Solo Cimento

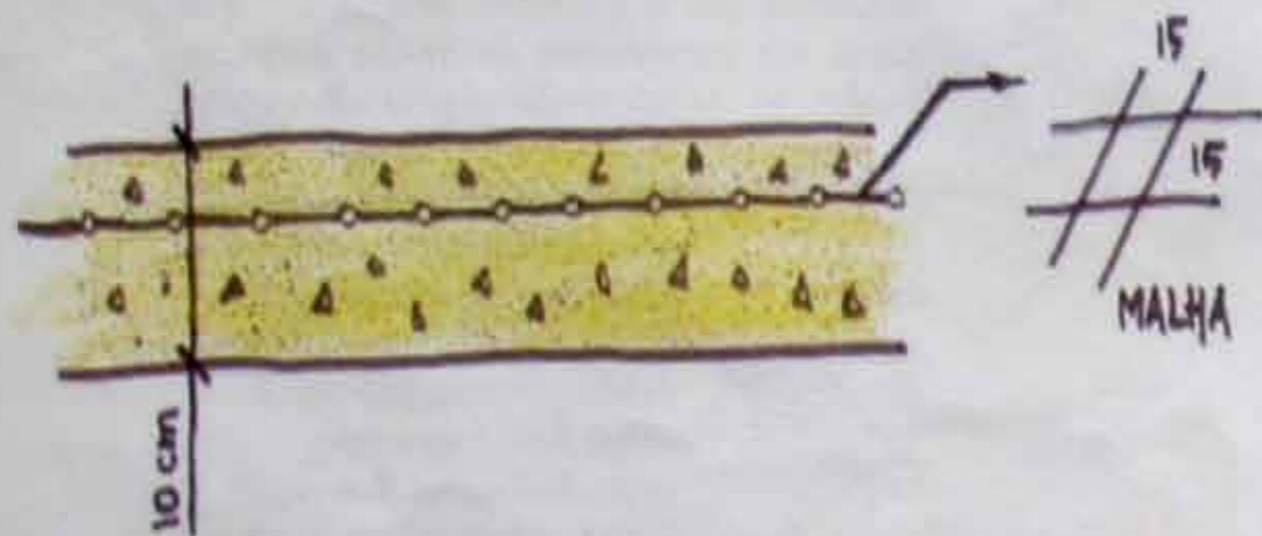
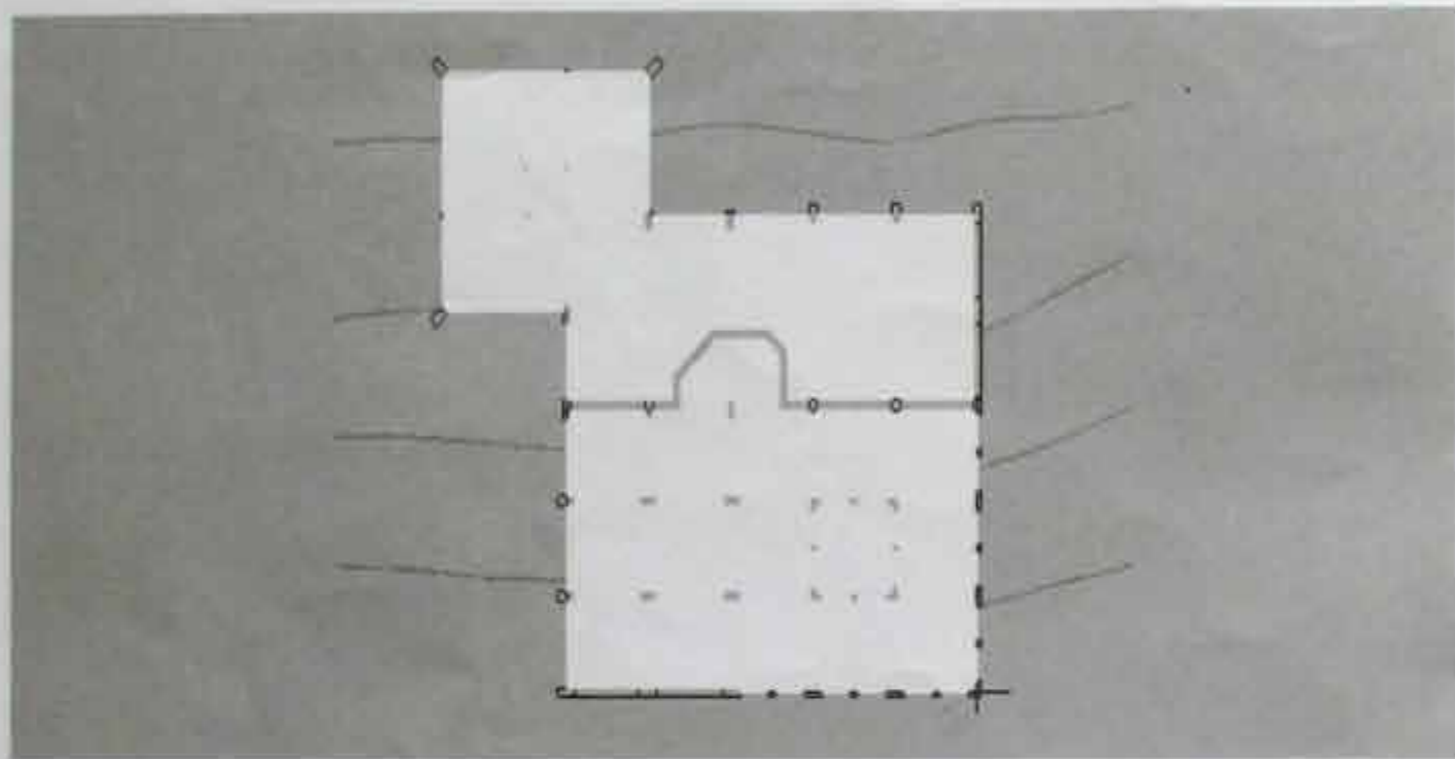


As características de monolitismo dos pilares e paredes de solo cimento dispensam qualquer estruturação.

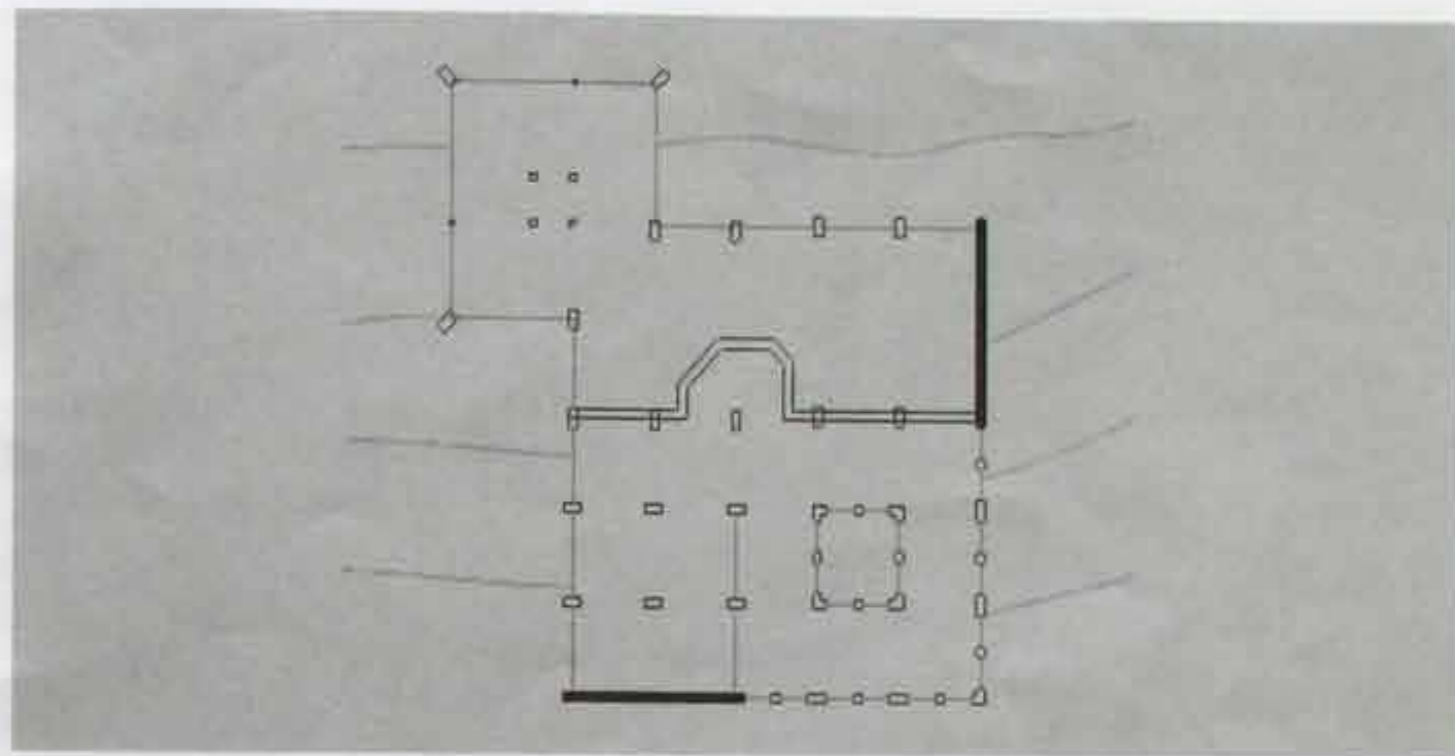
Sabemos que é bastante pronunciado em estruturas de terra o fenômeno da ascensão capilar de água através das fundações e chegando a umedecer em alturas até 50 cm acima do piso. Diante disso, "calçamos" todos os pilares com uma "bota" de concreto ciclópico. Para evitar quebras e quinas vivas agressivas, desenhamos os pilares com chanfro de 45 graus.



Contrapiso em Radier



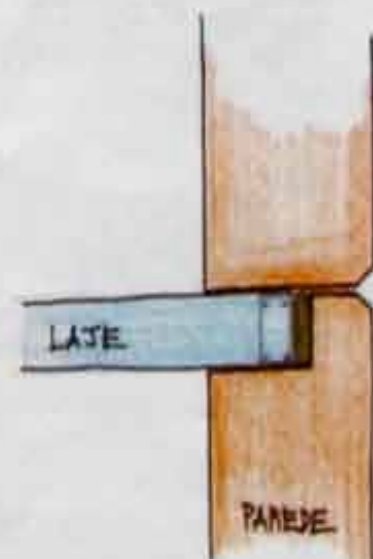
Paredes em Solo Cimento



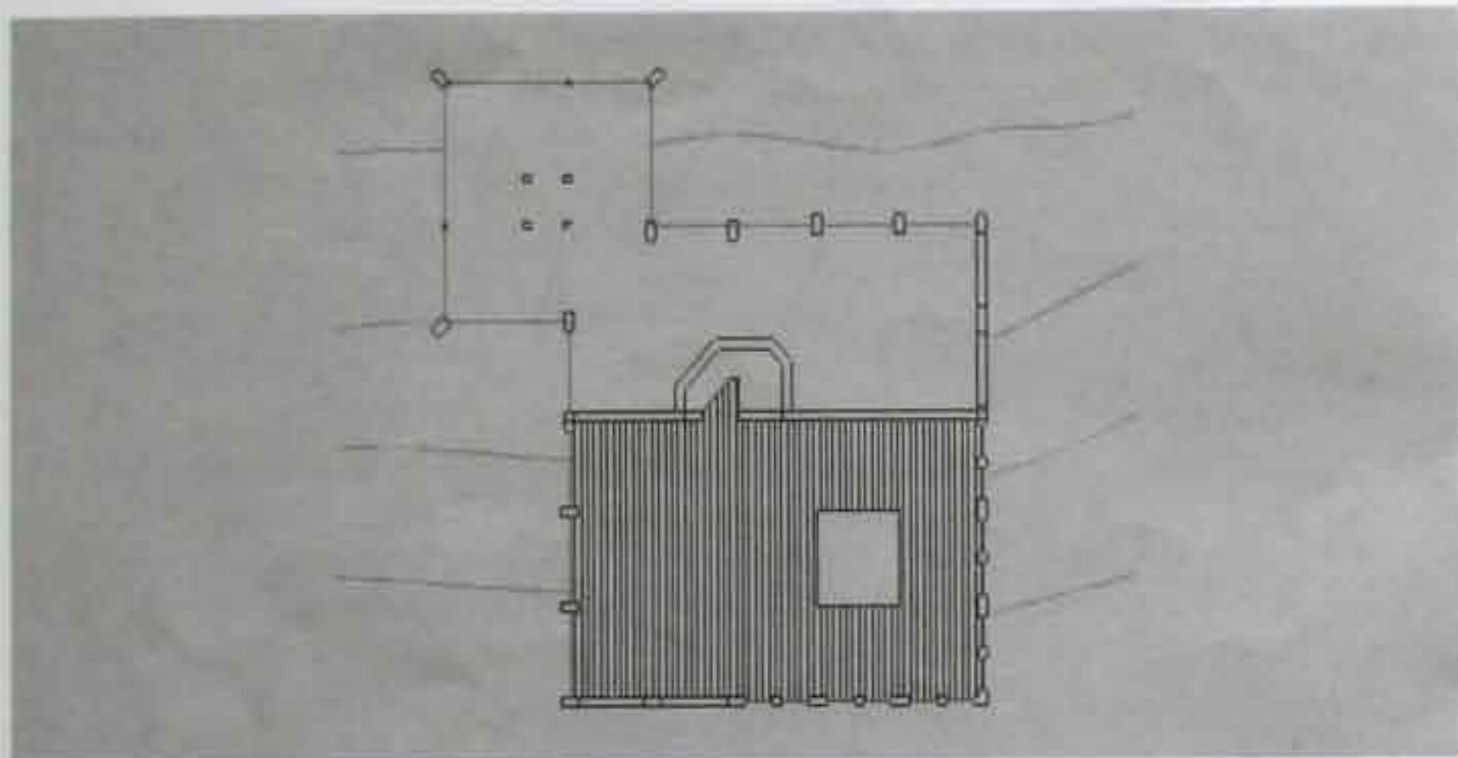
Nossa atitude de empregar a terra para essa obra, apresenta um salto para um nível superior de tecnologia: uma tentativa de produção em série com pessoal não especializado em construção civil, com menores custos operacionais e buscando empregar materiais facilmente encontrados na região da obra.

As paredes construídas em solo cimento compactado no local, apresentam características surpreendentes de monolitismo, dispensando normalmente qualquer estruturação, principalmente nesta obra com a espessura de 50 cm para as paredes estruturais.

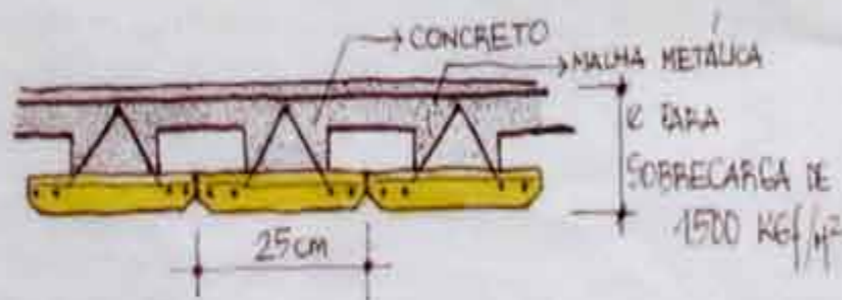
UNIMEP
BIBLIOTECA S. B. O.



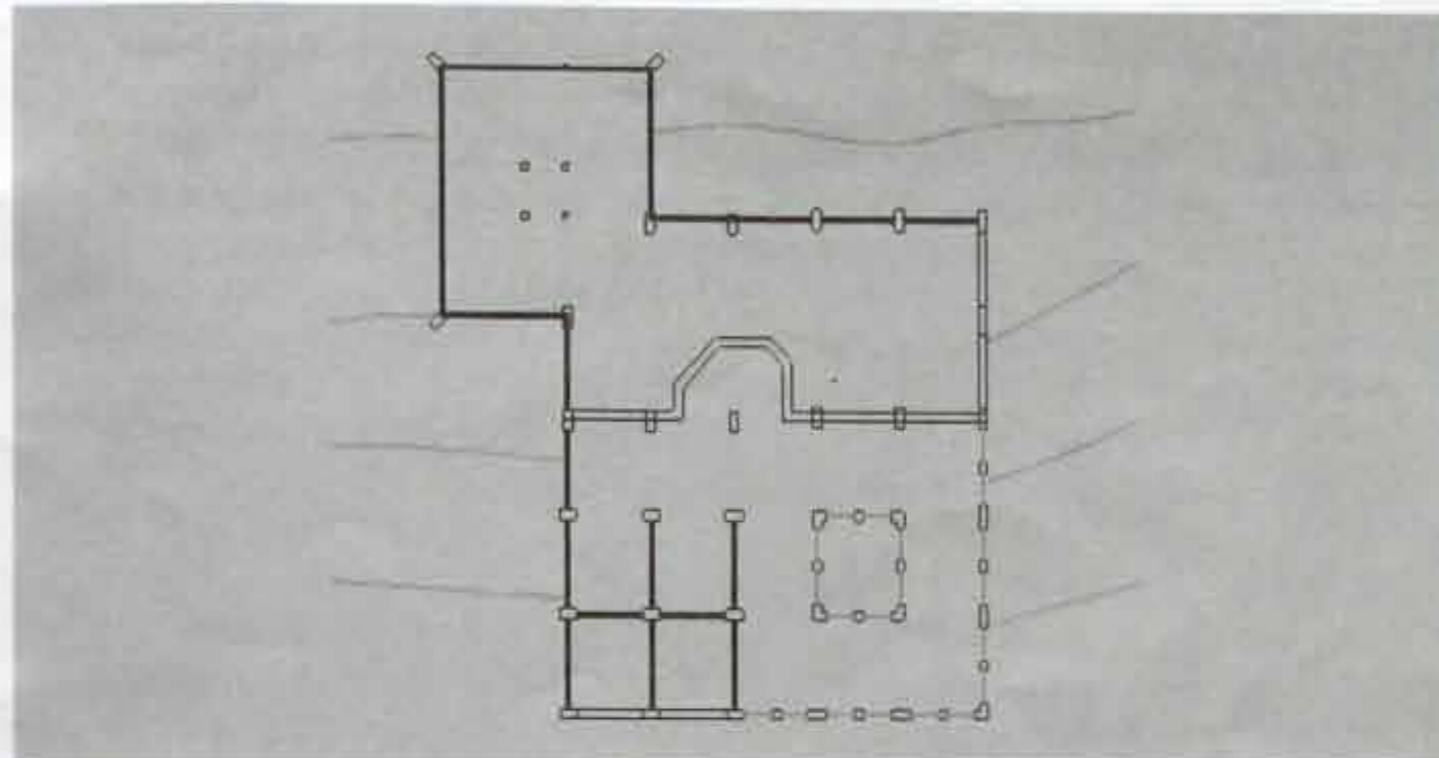
Lajes Trelaçadas



O projeto de arquitetura modulou em 4,80 x 4,80 m, os vãos livres entre pilares onde empregaremos a laje treliçada Lajebrás. A opção pela pré laje lajebrás atende à uma solicitação de sobrecarga de 1500 kgf/m² para o pateo; à economia com escoramentos e ao perfeito acabamento interno desta laje, dispensando chapiscos e rebocos.



Paredes em Tijolo de Solo Cimento

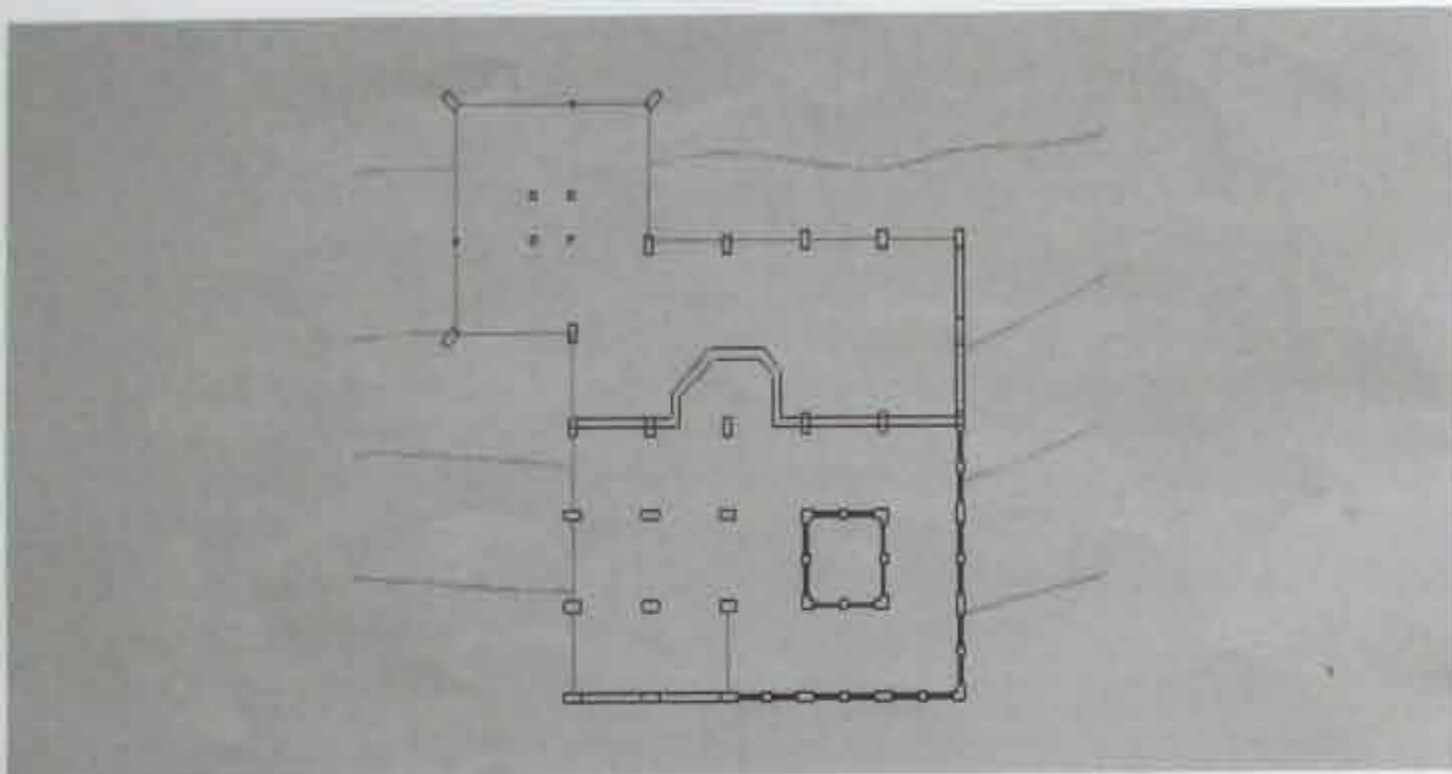


Os tijolos compactados ou prensados são fabricados utilizando-se misturas de solo e cimento, compactados ou prensados na umidade ótima. Em prensas manuais, a pressão de moldagem é de 20 a 40 kg/cm², mas em prensas hidráulicas, essa pressão pode alcançar 100 kg/cm². Neste projeto, a opção pelo emprego do BTC, atende justamente à proposta de produzir em série no canteiro de obras e também difundir essa tecnologia para tijolos, sem dúvida nenhuma, superiores aos convencionais.

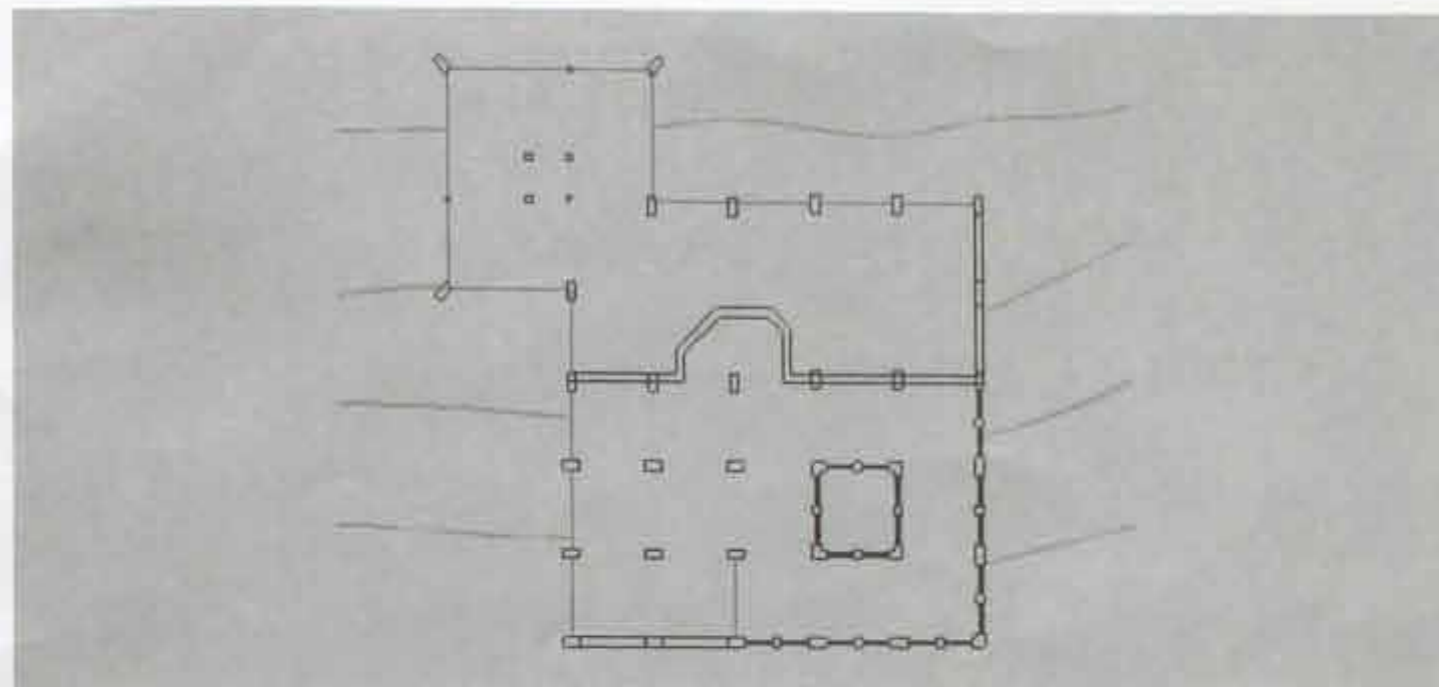


UNIMEP - Pascal Ocul - 1996

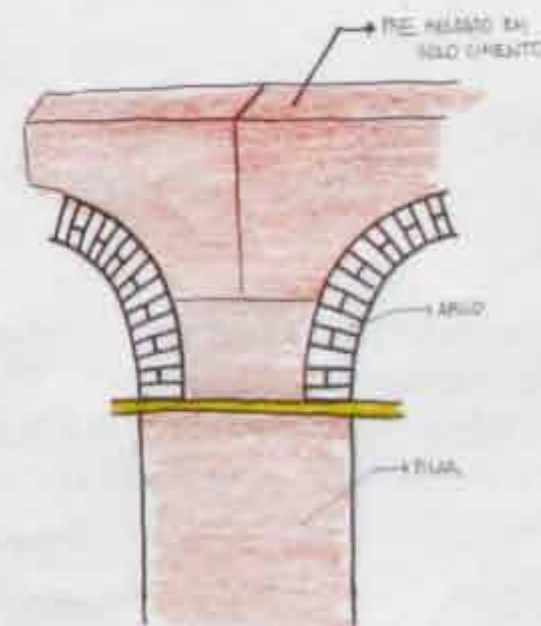
Arcos em Tijolos de Solo Cimento



Bandeiras dos Arcos em Solo Cimento Pré-moldado



A pré moldagem e a produção em série de componentes construtivos para a obra refeitório, faz parte de uma proposta pedagógica para a construção deste grande projeto: pessoas não especializadas em construção civil que irão aprendendo ao mesmo tempo em que constroem uma escola.



110308	50017		
110308	50017		
110308	50017		
110308	50017		
110308	50017		
110308	50017		



Este caderno foi produzido no escritório Arquiterria em um trabalho de equipe, onde colaboraram os Arquitetos Márcio Hoffmann, André Heise, o estudante Sérgio Parizotto Filho da FAU-UNIMEP com a animação em desenhos e o Romeu Marchese Neto com a editoração final.

Arquiterria
esalmar@correionet.com.br

Apoio: Cese



Movimento dos Trabalhadores Sem Terra - MST
Alameda Barão de Limeira, 1232
01202-002 - São Paulo - SP