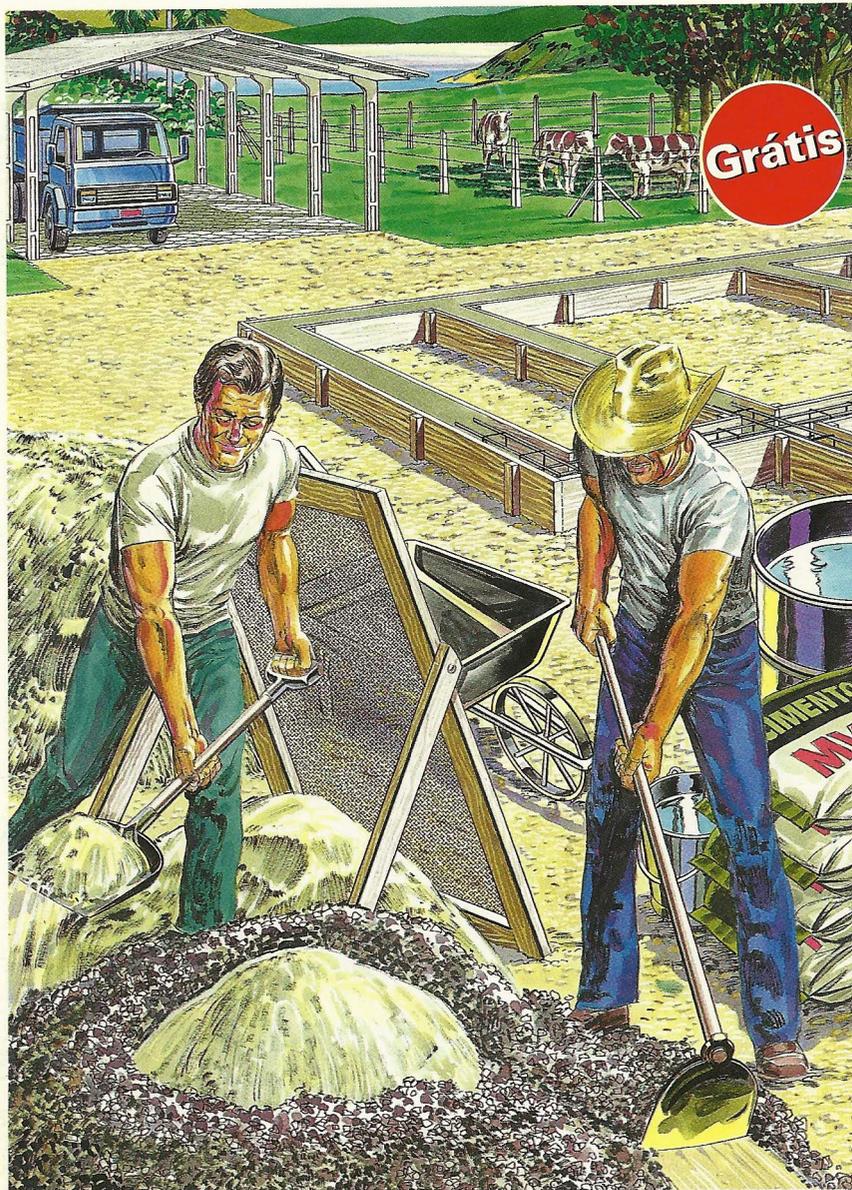


# Guia de Construções Rurais

à base de cimento

Grátis



COMO USAR OS MATERIAIS

2

# Guia de Construções Rurais

## à base de cimento

### APRESENTAÇÃO

Este é o segundo fascículo do “**Guia de Construções Rurais** à base de cimento”, um conjunto de publicações elaboradas pela ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland para oferecer ao produtor rural informações úteis sobre a construção de benfeitorias.

Cada fascículo do **Guia** aborda um tema diferente. Alguns tratam de assuntos de caráter geral: as benfeitorias que podem ser feitas em qualquer propriedade rural, o preparo dos materiais de construção e o uso de pré-moldados de concreto. Outros detalham benfeitorias próprias para atividades rurais específicas, como bovinocultura, suinocultura, avicultura, armazenamento e secagem de grãos.

O cimento e os demais materiais necessários à execução das benfeitorias descritas nos fascículos deste **Guia** são facilmente encontrados nas lojas de material de construção de todo o país. Além disso, há uma oferta crescente de pré-moldados de concreto para o meio rural.

O uso de todos os materiais, técnicas construtivas e benfeitorias indicados no “**Guia de Construções Rurais** à base de cimento” proporciona economia, durabilidade e aumento da produtividade. Seguindo essas orientações, o produtor rural também deixará de utilizar materiais que precisam ser preservados por motivos ecológicos.

## Fascículo **2**: COMO USAR OS MATERIAIS

Os materiais à base de cimento mais conhecidos são o **concreto** e as **argamassas**. Menos conhecidos, mas de grande utilidade em certos usos no meio rural são o **solo-cimento** e o **ferrocimento**.

Outro material de construção muito utilizado no meio rural é o fibrocimento ou cimento-amianto. Mas só pode ser produzido em grandes instalações industriais, que já fornecem componentes prontos, como telhas, caixas d'água, vasos.

Este fascículo explica como preparar e usar todos esses materiais à base de cimento em qualquer propriedade rural. Também orienta o proprietário a escolher o material adequado, o que é muito importante, porque isso tem grande influência sobre a qualidade, a durabilidade e o custo das benfeitorias.

# Guia de Construções Rurais

à base de cimento

Fascículo **2**: COMO USAR OS MATERIAIS

## ÍNDICE

<b>CONCRETO</b> .....	6
TIPOS DE CONCRETO .....	6
COMPONENTES DO CONCRETO .....	7
Cimento .....	7
Pedra .....	8
Areia .....	9
Água .....	9
Armadura .....	9
PREPARO DO CONCRETO .....	10
Dosagem do concreto .....	11
Cálculo estrutural .....	11
Execução das fôrmas .....	11
Execução da armadura .....	14
Mistura do concreto .....	16
Concretagem .....	19
Cura e desforma do concreto .....	19
<b>ARGAMASSAS</b> .....	20
COMPONENTES DAS ARGAMASSAS .....	20
Cimento, areia e água .....	21
Outros materiais .....	21
TIPOS DE ARGAMASSAS .....	21
Argamassas para assentamento .....	21
Argamassas para revestimento .....	21
DOSAGEM DAS ARGAMASSAS .....	22
MISTURA DAS ARGAMASSAS .....	24

<b>SOLO-CIMENTO</b> .....	26
MODOS DE UTILIZAÇÃO .....	26
COMPONENTES DO SOLO-CIMENTO .....	28
Cimento e água .....	28
Solo .....	28
PREPARO DO SOLO-CIMENTO .....	29
Dosagem do solo-cimento .....	29
Mistura do solo-cimento .....	30
Lançamento, compactação e cura do solo-cimento ..	31
Tijolos ou blocos de solo-cimento .....	31
Paredes maciças de solo-cimento .....	33
Pavimento de solo-cimento .....	39
Solo-cimento ensacado .....	42
<b>FERROCIMENTO</b> .....	46
DEFINIÇÃO .....	46
COMPONENTES DO FERROCIMENTO .....	46
Argamassa .....	46
Aramado .....	46
PREPARO E EXECUÇÃO DO FERROCIMENTO .....	46
Montagem do aramado .....	46
Dosagem da argamassa .....	48
Aplicação da argamassa .....	49
Cura .....	50
Consertos e reparos .....	50
EXEMPLOS DE APLICAÇÃO .....	50
Silos e reservatórios .....	50
Telhas e calhas .....	52
Peças planas .....	54

# CONCRETO

O concreto é uma mistura, em determinadas proporções, de quatro componentes básicos:

- cimento
- areia
- pedra
- água

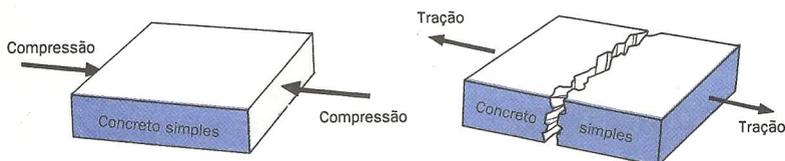
Nas primeiras horas após o preparo, quando ainda está mole, é possível dar a ele a forma desejada. Depois de algumas horas ele endurece, e com o passar dos dias ganha elevada resistência e durabilidade. Essa característica torna o concreto o material ideal para fazer fundações, pilares, vigas, lajes, pisos, postes, mourões, cochos, etc.

## TIPOS DE CONCRETO

Há vários tipos de concreto, mas aqueles que podem ser preparados sem maiores dificuldades na propriedade rural são apenas três:

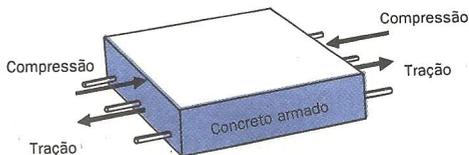
- concreto simples
- concreto armado
- concreto magro

O concreto simples é preparado com os quatro componentes básicos (cimento, pedra, areia e água) e tem grande resistência aos esforços de compressão, mas baixa resistência aos esforços de tração.



Já o concreto armado tem elevada resistência tanto aos esforços de tração como aos de compressão. Para isso, precisa de um quinto componente:

- armadura ou ferragem



O concreto magro é – na realidade – um concreto simples com menos cimento. Ele é mais econômico, mas só pode ser usado nas partes da construção que não exijam tanta resistência e impermeabilidade (contrapisos e bases de fundações e pavimentos). Outros tipos, como o concreto protendido e os concretos leves, exigem conhecimento técnico profundo para serem produzidos. Portanto, só devem ser empregados com a orientação de um profissional altamente especializado.

# COMPONENTES DO CONCRETO

## Cimento

Cimento é um pó fino que, em contato com a água, tem a propriedade de unir firmemente, como uma cola, diversos tipos de materiais de construção. Depois de endurecido, ele não se decompõe mais, mesmo que seja submetido novamente à ação da água. Por isso, as construções feitas com materiais à base de cimento são resistentes e duráveis.

Cimento é o nome popular do produto. O nome técnico é **cimento portland**, como foi batizado, há mais de 150 anos, pelo seu inventor, Joseph Aspdin, devido à semelhança da sua cor com as pedras da ilha de Portland (Inglaterra), muito usadas nas construções da época. Essa denominação oficial permanece até hoje.

As matérias-primas do cimento são calcário, argila, gesso e outros materiais denominados adições. A sua fabricação exige grandes e complexas instalações industriais, como um possante forno giratório que chega a atingir temperaturas próximas a 1500°C.

No mercado existem diversos tipos de cimento. A diferença entre eles está na composição, mas todos atendem às exigências das NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS. Cada tipo tem o nome e a sigla correspondente estampada na embalagem, para facilitar a identificação. Os tipos de cimento adequados aos usos gerais no meio rural são os seguintes:

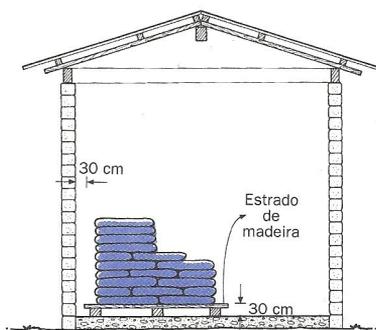
TIPOS DE CIMENTO	
Nome	Sigla (Estampada na Embalagem)
CIMENTO PORTLAND comum com adição	CP I-S-32
CIMENTO PORTLAND composto com escória	CP II-E-32
CIMENTO PORTLAND composto com pozolana	CP II-Z-32
CIMENTO PORTLAND composto com filler	CP II-F-32
CIMENTO PORTLAND de alto forno	CP III-32
CIMENTO PORTLAND pozolânico	CP IV-32

NOTA: O número 32 refere-se à resistência mínima que o cimento alcança, 28 dias após a sua utilização.

Existem ainda outros tipos de cimento, para usos específicos (CIMENTO PORTLAND branco, CIMENTO PORTLAND resistente a sulfatos) e para aplicações mais especializadas (CIMENTO PORTLAND de alta resistência inicial, que leva a sigla CP V-ARI, e alguns tipos fabricados com resistência maior, como o CP II-E-40, o CP II-F-40 e o CP III-40).

O cimento passa por um rigoroso controle de qualidade em seu processo de fabricação. Sua qualidade final é aferida pela ABCP, que verifica se ele atende às exigências das NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS.

Em sua embalagem original – sacos de 50 kg – o cimento pode ser armazenado por cerca de 3 meses, desde que o local seja fechado, coberto e seco. Além disso, o cimento deve ser estocado sobre estrados de madeira, em pilhas de 10 sacos, no máximo.



## Pedra

A pedra utilizada no concreto pode ser de dois tipos:

- **seixo rolado** de rios, cascalho ou pedregulho
- pedra britada (ou **brita**)

Os seixos rolados são encontrados na natureza. A pedra britada é obtida pela britagem mecânica de determinadas rochas duras.

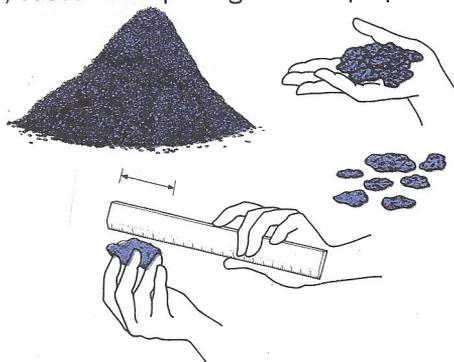
Independentemente da origem, o tamanho das pedras varia muito e tem grande influência na qualidade do concreto. Por isso, as pedras são classificadas por tamanhos, medidos em peneiras (pela abertura da malha). As NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS estabelecem 6 tamanhos:

TAMANHOS DAS PEDRAS	
pedra zero (ou pedrisco)	4,8mm a 9,5mm
pedra 1	9,5mm a 19mm
pedra 2	19mm a 25mm
pedra 3	25mm a 38mm
pedra 4	38mm a 76mm
pedra-de-mão	acima de 76mm

O concreto das benfeitorias rurais pode ser feito com pedras 1 ou 2, as mais encontradas no comércio de materiais de construção.

Se forem utilizados seixos rolados, cascalho ou pedregulho das propriedades, convém classificar esse material antes do seu uso.

A forma mais simples, porém menos precisa, de fazer isso é apanhar um punhado de pedras do monte a ser usado e medir a maior dimensão de cada uma com uma régua milimetrada. A maioria das pedras medidas deverá se enquadrar na faixa de pedra 1 (9,5mm a 19mm) e pedra 2 (19mm a 25mm).



Caso o material disponível não esteja de acordo com essas medidas, consulte um profissional especializado a respeito

Tanto os seixos rolados como a pedra britada devem estar limpos antes do seu uso. O pó da britagem, o barro da jazida, galhos, folhas, raízes devem ser retirados à mão ou por lavagem.

## Areia

A areia utilizada no concreto é obtida em leitos e margens de rios, ou em portos e bancos de areia. Nunca use areia do mar.

A areia deve ter grãos duros. E, assim como a pedra, ela também precisa estar limpa e livre de torrões de barro, galhos, folhas e raízes, antes de ser usada.

As NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS classificam a areia, segundo o tamanho de seus grãos, em:

- muito fina
- fina
- média
- grossa

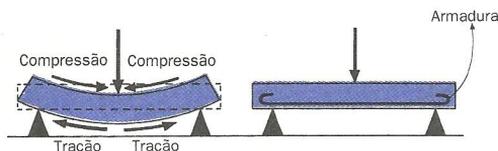
Mas isso só tem importância em obras de maior porte. Nesses casos, é necessário consultar um profissional especializado, pois essa classificação só pode ser feita, com precisão, em laboratório.

## Água

A água a ser utilizada no concreto deve ser limpa – sem barro, óleo, galhos, folhas e raízes. Em outras palavras, água boa para o concreto é água de beber. Nunca use água servida (de esgoto humano ou animal, de cozinha, de fábricas, etc.) no preparo do concreto.

## Armadura

A armadura é composta de barras de aço, também chamadas de ferro de construção ou **vergalhões**. Eles têm a propriedade de se integrar ao concreto e de apresentar elevada resistência à tração. Por isso, são colocados nas partes da peça de concreto que vão sofrer esse esforço. Por exemplo, numa viga apoiada nas extremidades, a parte de cima sofre compressão e a debaixo, tração. Nesse caso, os vergalhões devem ficar na parte debaixo das vigas.



Os vergalhões que compõem a armadura são amarrados uns aos outros com **arame recozido**.

Existem também armaduras pré-fabricadas, que já vêm com os vergalhões unidos entre si: são as **telas soldadas**, que servem de armadura para lajes e pisos.

A maioria dos vergalhões tem saliências (nervuras ou mossas) na superfície.

As **NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS** classificam os vergalhões para concreto de acordo com a sua resistência e padronizam as bitolas. Há 3 categorias no mercado:

- **aço CA 25**
- **aço CA 50**
- **aço CA 60**

Os números 25, 50 e 60 referem-se à resistência do aço: quanto maior o número, mais resistente será o vergalhão. A tabela abaixo mostra as principais bitolas dos vergalhões disponíveis no mercado e seus pesos por metro de comprimento.

BITOLA DOS VERGALHÕES										
	CA-25 e CA-50									
bitola (diâmetro) em mm	3,4	4,2	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25
bitola (diâmetro) em polegadas (valores aproximados)	1/8	5/32	3/16	1/4	5/16	3/8	1/2	5/8	3/4	1
peso por metro de comprimento em kg/m (valores aproximados)	0,063	0,100	0,160	0,250	0,400	0,630	1,000	1,600	2,500	4,000
CA-60										

**ATENÇÃO:** Em alguns locais, os vergalhões de aço CA-60 são também denominados de **arame de aço** para construção.

Os vergalhões são vendidos em barras retas ou dobradas, com 10m a 12m de comprimento. Eles são cortados e dobrados no formato necessário, no próprio local da obra. O uso de telas soldadas em lajes e pisos reduz a mão-de-obra e elimina as perdas do método de montagem da armadura no local da obra (pontas cortadas que sobram). Se houver necessidade, consulte um profissional especializado ou o IBTS – Instituto Brasileiro de Telas Soldadas.

Prefira marcas de vergalhões fabricados em usinas siderúrgicas que tenham um rigoroso controle de qualidade e que respeitem as exigências das **NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS**.

## PREPARO DO CONCRETO

A qualidade das benfeitorias executadas com concreto não depende apenas das características dos seus componentes. As sete etapas, explicadas a seguir, também contribuem muito para garantir a qualidade e a economia desejadas.

## Dosagem do concreto

Como já foi dito, o concreto é uma mistura de vários componentes, em determinadas proporções, chamada de dosagem ou **traço**, na linguagem da construção civil. O traço está para o concreto assim como a receita está para o bolo. Ele deve ser recomendado por um técnico no assunto ou por uma publicação especializada.

O traço varia de acordo com a finalidade de uso e com as condições de aplicação. A tabela seguinte apresenta os traços mais adequados para os principais usos no meio rural. Se nenhum deles se aplicar ao seu caso específico, consulte um profissional habilitado.

TRAÇOS DE CONCRETO		
Aplicação	Traço	Rendimento por saco de cimento de 50 kg
Para base de fundações e para contrapisos (concreto magro)	1 saco de cimento de 50 kg 8 ½ latas de areia 11½ latas de pedra 2 latas de água	14 latas ou 0,25m <sup>3</sup>
Concreto para fundações (alicerce)	1 saco de cimento de 50 kg 5 latas de areia 6 ½ latas de pedra 1 ½ lata de água	9 latas ou 0,16m <sup>3</sup>
Concreto para pisos	1 saco de cimento de 50 kg 4 latas de areia 6 latas de pedra 1 ½ lata de água	8 latas ou 0,14m <sup>3</sup>
Concreto para pilares, vigas, vergas, lajes e produção de pré-moldados em geral	1 saco de cimento de 50 kg 4 latas de areia 5 ½ latas de pedra 1 ¼ lata de água	8 latas ou 0,14m <sup>3</sup>

- ATENÇÃO : 1) A lata de medida deve ser de 18 litros.  
2) As pedras devem ser 1 ou 2.

## Cálculo estrutural

O traço define a proporção dos componentes do concreto simples. Caso seja utilizado o concreto armado, é preciso definir também a posição, o tipo, a bitola e a quantidade dos vergalhões que vão compor a armadura. Essa determinação chama-se **cálculo estrutural** (ou cálculo) e deve ser feita, obrigatoriamente, por um profissional habilitado.

## Execução das fôrmas

Como já foi dito, o concreto é moldável. Por isso, é preciso prever a montagem dos moldes – chamados de **fôrmas**, na linguagem da construção civil. As fôrmas devem ser muito bem feitas, travadas e escoradas, para que a estrutura de concreto tenha boa qualidade e não ocorram deformações (só para se ter uma idéia, o peso do concreto é duas vezes e meia maior que o da água).

As fôrmas também devem ser estanques (sem fendas ou buracos), para evitar o vazamento do concreto.

As fôrmas podem ser feitas com diversos materiais:

- madeira
- alumínio
- fibra de vidro
- aço
- plástico

Na construção de benfeitorias de pequeno porte (casas ou pequenos galpões, reforma e ampliação de edificações existentes), o mais comum é a utilização de fôrmas de madeira, com o aproveitamento inclusive de material disponível na propriedade, desde que não se contrarie a legislação vigente de proteção ambiental. O tipo e a qualidade da madeira empregada dependem do número de vezes que se pretende usar as fôrmas.

As fôrmas são compostas de 2 elementos:

- o **caixão** da fôrma, que contém o concreto e, portanto, fica em contato com ele;
- a **estruturação** da fôrma, que evita a deformação e resiste ao peso do concreto.

O caixão da fôrma é feito com chapas de **madeira compensada**. Na estruturação podem ser usadas peças de **madeira serrada** ou **madeira bruta**.

As chapas de madeira compensada usadas como fôrmas para concreto devem ser à prova d'água. Por isso, as lâminas que compõem as chapas precisam ser coladas com resinas que suportem a ação da água. Verifique esse detalhe ao comprar as chapas para a sua obra.

Quanto ao acabamento da superfície, existem dois tipos de chapas no mercado:

- **plastificadas**
- **resinadas**

O aproveitamento médio das plastificadas é de 15 vezes, enquanto o das resinadas é de 4 a 5 vezes.

As chapas de madeira compensada são encontradas no mercado nos seguintes tamanhos:

DIMENSÕES DAS CHAPAS DE MADEIRA COMPENSADA		
largura x comprimento (em m)	espessura (em mm)	
	resinadas	plastificadas
1,10 x 2,20 e 1,22 x 2,44	6, 10, 12, 14, 15, 17, 18, 20 e 21	6, 10, 12, 15, 18 e 21

As madeiras serradas mais utilizadas na construção das fôrmas são:

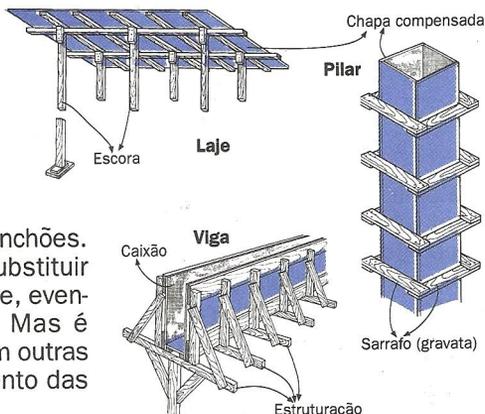
- pinho
- cedrinho
- pinus
- cambará

As bitolas mais usadas são as seguintes:

BITOLAS DE MADEIRA SERRADA		
Peças	Bitolas em cm	Bitolas em polegadas
Sarrafos	2,5 x 7,5	1 x 3
	2,5 x 10	1 x 4
	2,5 x 15	1 x 6
Caibros ou Pontaletes	7,5 x 7,5	3 x 3
Tábuas	2,5 x 30	1 x 12

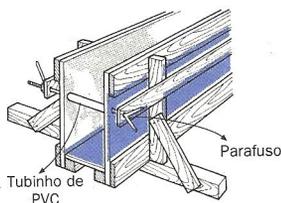
Nas pequenas obras podem ser utilizadas outras espécies de madeira serrada readily disponíveis na região, desde que não sejam muito duras, nem empenem com facilidade.

O travamento e o escoramento das fôrmas requerem muito cuidado. Dependendo do tamanho do vão ou do peso do concreto a ser suportado, é necessário usar peças mais robustas de madeira serrada, como tábuas, vigas ou até pranchões. As madeiras brutas podem substituir as serradas no escoramento e, eventualmente, no travamento. Mas é desaconselhável o seu uso em outras funções, como o encaibramento das lajes, por exemplo.



As peças de madeira que compõem as fôrmas são pregadas entre si com pregos de 17 x 21 e 18 x 27. Quanto menor a quantidade de pregos usadas na montagem, mais fácil será a desforma. Esse cuidado garante maior durabilidade e o reaproveitamento das fôrmas.

Quando se pretende reaproveitar as fôrmas um número maior de vezes, é recomendável o uso de parafusos no travamento. Onde o parafuso atravessar o concreto deve ser colocado um tubinho de PVC "vestindo" o parafuso. Isso permite a sua retirada para novos reaproveitamentos.



O travamento, o alinhamento, o prumo e o nivelamento das fôrmas devem ser conferidos antes da concretagem, para evitar deformações no concreto. É recomendável recorrer a um profissional experiente para orientar o preparo e a montagem das fôrmas.

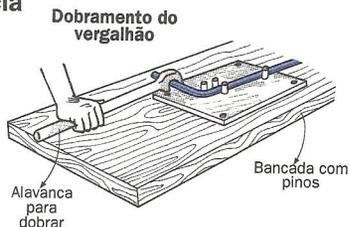
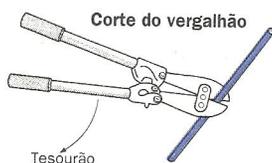
Existem no mercado empresas especializadas no tornecimento de fôrmas. Em obras de maior porte, vale a pena consultar essas empresas.

**Ferramentas necessárias à execução das fôrmas:**  
 Serrote, martelo de carpinteiro, prumo, linha, mangueira de nível e, eventualmente, uma bancada para "bater" as fôrmas.

## Execução da armadura

A execução da armadura compreende as seguintes operações:

- medição
- corte
- dobramento
- amarração
- posicionamento
- conferência

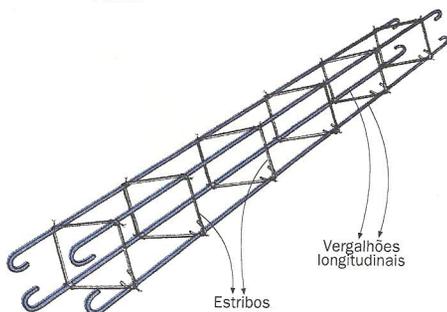
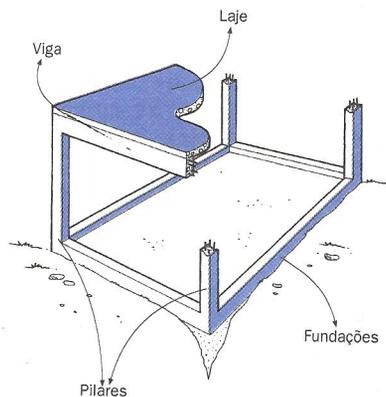


As principais peças de concreto armado das benfeitorias de pequeno porte (casas ou pequenos galpões, reforma e ampliação de edificações existentes, cercas, cochos, etc.) têm formato ou função de:

- fundações
- pilares
- vigas
- lajes

A armadura das fundações das obras de pequeno porte consiste, em geral, de dois ou três vergalhões.

Os pilares e as vigas têm uma armadura composta de vergalhões longitudinais e estribos. Estes mantêm os vergalhões longitudinais na posição correta (prevista no cálculo estrutural) e ajudam o conjunto a agüentar esforços de torção e flexão. As extremidades dos vergalhões longitudinais devem ser dobradas em forma de gancho, para garantir sua ancoragem ao concreto.

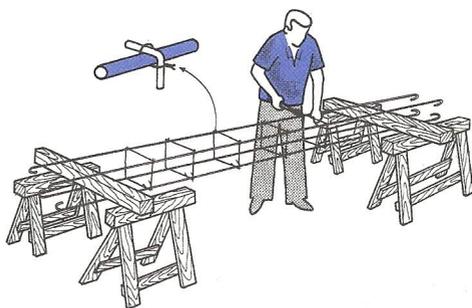


As lajes concretadas no local têm vergalhões nos sentidos do comprimento e da largura, formando uma tela.

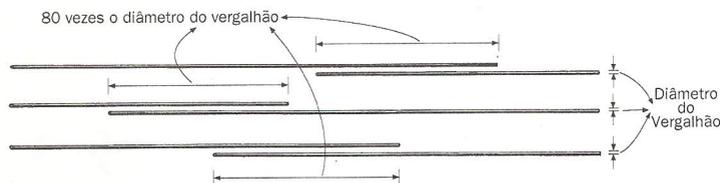


O conjunto de pilares, vigas e lajes é submetido ainda a outros esforços. Por isso, o cálculo estrutural determina também a colocação de uma armadura complementar, chamada de **ferro negativo**.

Em geral, as armaduras são montadas no local da obra, sobre cavaletes, onde os vergalhões são amarrados uns aos outros com arame recozido.



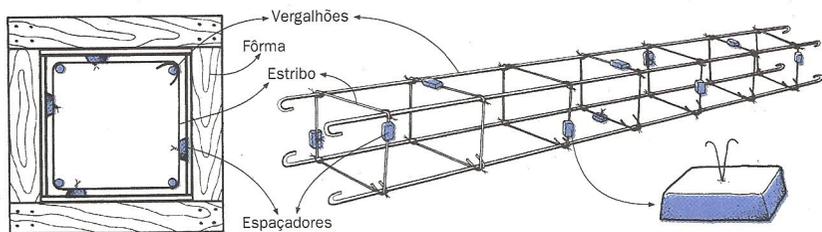
Emendas de vergalhões devem ser evitadas. Caso sejam necessárias, elas devem ficar desencontradas (ou desalinhadas). O transpasse (ou trespasse) da emenda deve ter um comprimento de 80 vezes o diâmetro do vergalhão.



Quando são usadas telas soldadas, uma tela deve cobrir 2 malhas da outra.

Tanto os vergalhões como as telas soldadas devem ser firmemente amarrados nas emendas. Em caso de dúvida, é sempre recomendável consultar um profissional qualificado.

O concreto resiste bem ao tempo, mas a armadura pode sofrer corrosão se não ficar bem protegida por uma camada de cobrimento de, no mínimo, 1cm de concreto. Para garantir que a armadura fique a essa distância mínima da superfície, são usados **espaçadores** (pequenas peças de argamassa de cimento e areia, fixadas na armadura).



**Ferramentas necessárias à execução das armaduras:**

Tesourão, serra de arco, torquês, alavanca para dobrar, bancada com pinos.

**Mistura do concreto**

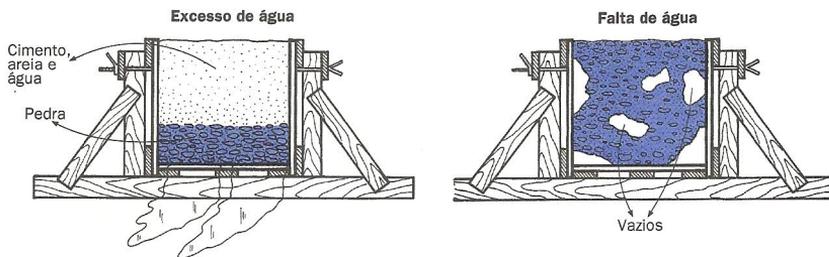
O concreto pode ser misturado de 3 modos:

- manualmente
- em betoneiras
- em usina (central de concreto ou concreteira)

**Mistura manual do concreto**



É muito importante que a quantidade de água da mistura esteja correta. Tanto o excesso como a falta são prejudiciais ao concreto. Se a mistura ficar com muita água, a resistência do concreto pode diminuir bastante, porque os componentes, em geral, se separam. Ao contrário, se a mistura ficar seca, ela será difícil de adensar. Além disso, a peça concretada ficará cheia de buracos, com aparência ruim e com baixa resistência.



A primeira mistura do concreto deve ser uma tentativa de acertar o traço a ser adotado nas misturas seguintes com o mesmo material. Sempre que a areia, a pedra ou o cimento mudar, será necessário ajustar o traço novamente.

Caso seja difícil saber, pela observação visual, se a quantidade de água da mistura está correta, a solução é alisar a superfície da mistura com uma colher de pedreiro para ver o que acontece:

- se a superfície alisada ficar úmida, mas não escorrer água, a quantidade de água está certa
- se escorrer, há excesso de água. Isso deve ser imediatamente corrigido: coloque mais um pouco de pedra e areia na mistura e mexa tudo de novo, até não escorrer mais água
- se a superfície alisada nem ficar úmida, é sinal de que falta água. Nesse caso, continue misturando a massa, pois, em geral, com mais algumas mexidas, o concreto costuma ficar mais mole. Se a mistura ainda ficar muito seca, adicione cimento e água, na proporção de 5 partes de cimento para 3 de água. Para isso, use um recipiente pequeno (por exemplo, uma lata limpa de óleo de cozinha). **NUNCA ADICIONE APENAS ÁGUA À MISTURA, POIS ISSO DIMINUI MUITO A RESISTÊNCIA DO CONCRETO.**

## Concreto misturado em betoneira

A betoneira é uma máquina que agiliza a mistura do concreto.

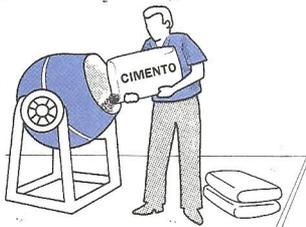
1. Coloque a pedra na betoneira.



2. Adicione metade da água e misture por um minuto.



3. Ponha o cimento.



4. Por último, ponha a areia e o resto da água.



A betoneira precisa estar limpa (livre de pó, água suja, restos da última utilização) antes de ser usada. Os materiais devem ser colocados com a betoneira girando e no menor espaço de tempo possível. Após a colocação de todos os componentes do concreto, a betoneira ainda deve girar, no mínimo, por mais 3 minutos.

Para verificar se a quantidade de água está correta, pode ser feito o mesmo teste da colher de pedreiro, já descrito na mistura manual do concreto. Se houver necessidade, o ajuste da quantidade de água deve ser feito da mesma forma.

Existem no mercado betoneiras com diferentes capacidades de produção de concreto. A maioria é movida a energia elétrica. Essas máquinas podem ser alugadas ou compradas dos seus fabricantes e distribuidores. Se houver interesse, consulte as páginas amarelas das listas telefônicas.

### Ferramentas necessárias à mistura do concreto:

Enxada, pá, carrinho de mão, betoneira, lata de 18 litros, colher de pedreiro.

## Concreto misturado em usina (central de concreto ou concreteira)

O concreto também pode ser comprado pronto, já misturado no traço desejado e entregue no local da obra por caminhões-betoneira. Esse tipo de fornecimento só é viável para quantidades acima de 3m<sup>3</sup> e para obras não muito distantes das usinas ou concreteiras, por questão de custo.

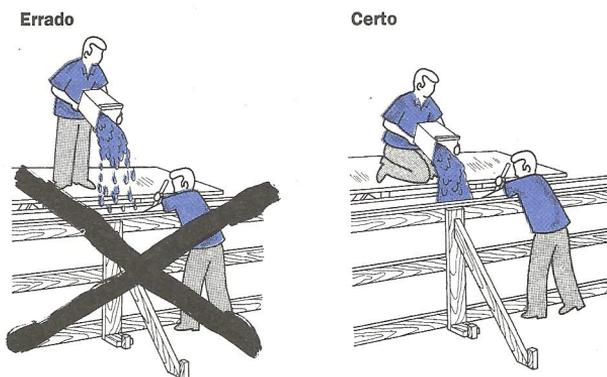


## Concretagem

A concretagem abrange o **transporte** do concreto recém-misturado, o seu **lançamento** nas fôrmas e o seu **adensamento** dentro delas. A concretagem deve ser feita no máximo uma hora após a mistura ficar pronta. Nessa etapa é importante a presença de um profissional experiente.

O transporte pode ser feito em latas ou carrinhos de mão, sem agitar muito a mistura, para evitar a separação dos componentes.

As fôrmas devem ser limpas antes da concretagem. Quaisquer buracos ou fendas que possam deixar o concreto vazar precisam ser fechados. Em seguida, as fôrmas têm de ser molhadas para que não absorvam a água do concreto. Este não deve ser lançado de grande altura, para evitar que os componentes se separem na queda. O certo é despejar o concreto da altura da borda da fôrma.



A concretagem nunca deve parar pela metade, para evitar emendas, que ficarão visíveis depois da desforma.

O concreto deve ser adensado em camadas, à medida que é lançado nas fôrmas. Isso pode ser feito manualmente, com um soquete (haste feita de madeira ou barra de aço) ou com ajuda de vibradores elétricos. O adensamento é necessário para que o concreto preencha toda a fôrma, sem deixar vazios ou bolhas. Quanto mais adensado (compactado) for o concreto, maior será a sua resistência e durabilidade.

### Ferramentas necessárias à concretagem:

Pá, enxada, carrinho de mão, lata de 18 litros, colher de pedreiro.

## Cura e desforma do concreto

Cura é a fase de secagem do concreto, na linguagem da construção civil. Ela é importantíssima: se não for feita de modo correto, o concreto não vai ter a resistência e a durabilidade desejadas.

Ao contrário do que se pensa, para uma boa cura não basta deixar o concreto simplesmente secar ao tempo. O sol e o vento secam o concreto depressa demais. Na verdade, ele deve ser mantido úmido por uma semana. Isso pode ser feito regando o concreto pelo menos uma vez por dia, ou cobrindo a sua superfície com sacaria ou capim molhados.

Mas cuidado: o concreto fresco não pode ficar encharcado nas primeiras 6 horas após a mistura, quando ainda está mole. Caso haja risco de cair uma chuva forte logo após o término da concretagem de uma peça de grande superfície (uma laje ou um piso), o concreto fresco deve ser imediatamente coberto com lona plástica.

A **desforma**, ou seja, a retirada das fôrmas, deve ser feita depois que o concreto atingir uma boa resistência, geralmente 3 dias após a concretagem.

Primeiro, são retiradas as peças laterais, com cuidado, evitando choques ou pancadas, para não estragar as fôrmas e para não transmitir esforços ou vibrações ao concreto. O escoramento das fôrmas das lajes e vigas só deve ser retirado 3 semanas após a concretagem.

**Ferramentas necessárias à desforma:**  
Martelo de carpinteiro, pé-de-cabra, serrote.

## ARGAMASSAS

As argamassas são uma mistura de cimento, areia, água e, em alguns casos, de um outro material (cal, saibro, barro, caulim, etc.). As argamassas, assim como o concreto, também são moles nas primeiras horas e endurecem com o tempo, ganhando elevada resistência e durabilidade.

As argamassas têm várias utilidades:

- assentar tijolos e blocos, azulejos, ladrilhos, cerâmicas e tacos
- impermeabilizar superfícies
- regularizar (tapar buracos, eliminar ondulações, nivelar e aprumar) paredes, pisos e tetos
- dar acabamento às superfícies (liso, áspero, rugoso, etc.).

## COMPONENTES DAS ARGAMASSAS

Os componentes das argamassas são:

- **cimento**
- **água**
- **areia**
- **outros materiais**

## Cimento, areia e água

Leia as informações e recomendações referentes ao uso desses componentes no capítulo **CONCRETO** (páginas 7 e 9) deste Fascículo 2. Elas também valem para o preparo das argamassas.

## Outros materiais

Quanto maior a plasticidade das argamassas na hora de uso, maior será a sua aderência, o que é uma grande vantagem em certas aplicações. Para aumentar essa plasticidade, é adicionado um quarto componente à mistura. Pode ser cal, saibro, barro, caulim ou outros, dependendo da região.

De todos esses materiais, chamados de **plastificantes**, o mais recomendável é a **cal**, também conhecida como cal hidratada, por 3 motivos:

- a sua obtenção e o seu uso são regidos pelas **NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS**
- o seu desempenho está comprovado por institutos de pesquisa oficiais
- a existência, no mercado, de marcas com selo de qualidade da ABPC – Associação Brasileira dos Produtores de Cal.

O saibro, o barro, o caulim e outros materiais locais podem ser usados de acordo com os procedimentos consagrados na região.

## TIPOS DE ARGAMASSAS

As argamassas são classificadas, segundo a sua finalidade, em:

- argamassas para assentamento
- argamassas para revestimento

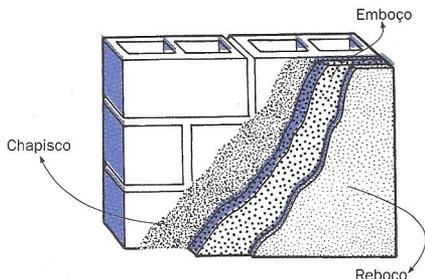
### Argamassas para assentamento

As argamassas para assentamento são usadas para unir blocos ou tijolos das alvenarias. Servem também para colocação de azulejos, tacos, ladrilhos e cerâmica.

### Argamassas para revestimento

As três primeiras fiadas de uma parede de blocos ou tijolos devem ser revestidas inicialmente com uma camada de **argamassa de impermeabilização**, que protege a parede contra a penetração de umidade.

Todas as paredes e tetos devem receber uma camada de **chapisco**, qualquer que seja o acabamento. Sem o chapisco, que é a base do revestimento, as outras camadas podem descolar e até cair. Em alguns casos, como em muros, esse pode ser o único revestimento.



Sobre o chapisco é aplicada uma camada de massa grossa ou **emboço**, para regularizar a superfície. Por último, vai a massa fina ou **reboco**, que dá o acabamento final. Em alguns casos não é usado o reboco, por motivo de economia.

Azulejos, ladrilhos e cerâmica são aplicados sobre o emboço. O acabamento de paredes mais econômico é o **cimentado liso**, aplicado diretamente sobre o chapisco.

O chapisco, o emboço e o reboco não são usados em pisos. O cimentado é o piso de argamassa mais econômico. Se a superfície for muito irregular, convém aplicar inicialmente uma argamassa de regularização ou nivelamento.

## DOSAGEM DAS ARGAMASSAS

A dosagem da quantidade de cada componente das argamassas também é chamada de **traço**, como no concreto. O traço das argamassas varia bastante, de acordo com a finalidade de aplicação.

As tabelas seguintes apresentam os traços mais usuais para o preparo de argamassas no local da obra.

TRAÇOS DAS ARGAMASSAS PARA ASSENTAMENTO			
Aplicação	Traço	Rendimento por lata de cimento	Instruções de uso
Regularização ou nivelamento	1 lata de cimento 3 latas de areia	variável	Essa argamassa não deve ser muito mole.
Fundação de blocos de concreto (baldrame)	1 lata de cimento ½ lata de cal 6 latas de areia	30m <sup>2</sup>	O bloco-canaleta é o mais indicado para esse tipo de fundação.
Paredes de blocos de concreto	1 lata de cimento ½ lata de cal 6 latas de areia	30m <sup>2</sup>	Os blocos devem estar secos quando forem assentados. Assente as 3 primeiras fiadas com a argamassa de impermeabilização da tabela de argamassas de revestimento.
Paredes de tijolos maciços de barro	1 lata de cimento 2 latas de cal 8 latas de areia	10m <sup>2</sup>	
Paredes de tijolos cerâmicos (6 ou 8 furos)		16m <sup>2</sup>	
Azulejos	1 lata de cimento 1 ½ lata de cal 4 latas de areia	7m <sup>2</sup>	Os azulejos devem pousar na água de um dia para o outro, no mínimo, antes de ser assentados. Para o rejuntamento dos azulejos, utilize uma pasta de cimento branco com alvaiade, mas aguarde 3 dias para a argamassa de assentamento secar.

(continua)

<b>TRAÇOS DAS ARGAMASSAS PARA ASSENTAMENTO</b> (continuação)			
<b>Aplicação</b>	<b>Traço</b>	<b>Rendimento por lata de cimento</b>	<b>Instruções de uso</b>
Tacos	1 lata de cimento 3 latas de areia	4m <sup>2</sup>	Lave a superfície sobre a qual vão ser assentados os tacos, ladrilhos ou cerâmica, para aumentar a aderência. Ladrilhos e cerâmica devem pousar na água de um dia para o outro, no mínimo, antes de ser assentados. Para rejuntar ladrilhos e cerâmica, utilize uma pasta de cimento, mas aguarde 1 dia para a argamassa de assentamento secar.
Ladrilhos e cerâmica	1 lata de cimento 1 ½ lata de cal 4 latas de areia	7m <sup>2</sup>	

ATENÇÃO: 1) A lata de medida deve ser de 18 litros.

2) A areia utilizada deve ser a média.

<b>TRAÇOS DAS ARGAMASSAS PARA REVESTIMENTO</b>			
<b>Aplicação</b>	<b>Traço</b>	<b>Rendimento por lata de cimento</b>	<b>Instruções de uso</b>
Impermeabilização	1 lata de cimento 3 latas de areia fina 1 kg de impermeabilizante	10 m lineares de fundação	Siga as recomendações do fabricante indicadas na lata do impermeabilizante.
Chapisco	1 lata de cimento 3 latas de areia fina	30m <sup>2</sup>	A camada de chapisco deve ser a mais fina possível.
Emboço (massa grossa)	1 lata de cimento 2 latas de cal 8 latas de areia média	17m <sup>2</sup>	A espessura deve ser de 1cm a 2,5cm
Reboco (massa fina)	1 lata de cimento 2 latas de cal 9 latas de areia fina peneirada	35m <sup>2</sup>	Esta camada deve ser a mais fina possível.
Regularização ou nivelamento	1 lata de cimento 3 latas de areia média	variável	Essa argamassa não deve ser muito mole.
Cimentado	1 lata de cimento 3 latas de areia média	4m <sup>2</sup> com uma espessura de 2,5cm	O cimentado pode ser queimado com pó de cimento para ter acabamento liso (cimentado liso). Alise a superfície com uma desempenadeira metálica.

ATENÇÃO: 1) A lata de medida deve ser de 18 litros.

A quantidade de água de todos esses traços depende de vários fatores: a finalidade, a qualidade dos componentes, a habilidade do pedreiro, etc. Em caso de dúvida, consulte um profissional habilitado.

Existem também **argamassas prontas**, para assentamento e revestimento (inclusive para rejuntamento), à venda nas lojas de material de construção. Essas argamassas, que vêm embaladas em sacos, devem ser misturadas com água, na quantidade recomendada pelo fabricante, em geral impressa na embalagem. Se nenhuma argamassa pronta ou indicada nas tabelas servir para o seu caso particular, procure um profissional especializado.

## MISTURA DAS ARGAMASSAS

A qualidade das argamassas depende tanto das características dos componentes, como do preparo correto e do manuseio adequado.

A mistura das argamassas no local da obra pode ser feita manualmente ou em betoneira. Nos dois casos, é recomendável misturar apenas a quantidade suficiente para 1 hora de aplicação. Esse cuidado evita que a argamassa endureça ou perca a plasticidade.

### Mistura manual das argamassas



1. Coloque primeiro a areia, formando uma camada de cerca de 15cm de altura.



2. Sobre essa camada, coloque o cimento (e a cal ou outros materiais locais, se for o caso).



3. Mexa até formar uma mistura uniforme.



4. Faça um monte com um buraco no meio (coroa). Agora adicione e misture a água aos poucos, evitando que escorra para fora.

## Mistura das argamassas em betoneiras

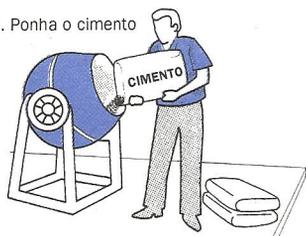
1. Coloque a areia na betoneira.



2. Adicione metade da água.



3. Ponha o cimento



4. Por último, adicione o resto da água.



**Ferramentas necessárias à produção das argamassas:**  
Pá, enxada, betoneira, carrinho de mão, lata de 18 litros,  
desempenadeira, colher de pedreiro.

### Argamassas misturadas em usina (central de concreto ou concreteira)

As argamassas também podem ser compradas prontas, como o concreto. Elas já vêm misturadas no traço desejado e são entregues na obra por caminhões-betoneira. Esse tipo de fornecimento também só é viável para aplicação de grandes quantidades de argamassa, em obras não muito distantes das usinas ou concreteiras.

# SOLO-CIMENTO

O solo-cimento é um material alternativo de baixo custo, obtido pela mistura de **solo**, **cimento** e um **pouco de água**. No início, essa mistura parece uma "farofa" úmida. Após ser compactada, ela endurece e com o tempo ganha resistência e durabilidade suficientes para diversas aplicações no meio rural. Uma das grandes vantagens do solo-cimento é que o solo, um material local, constitui justamente a maior parcela da mistura.

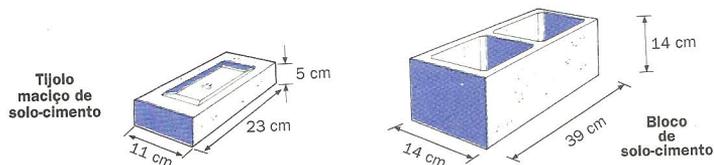
O solo-cimento é uma evolução de materiais de construção do passado, como o barro e a taipa. Só que as **colas** naturais, de características muito variáveis, foram substituídas por um produto industrializado e de qualidade controlada: o **cimento**.

## MODOS DE UTILIZAÇÃO

Há 4 modos de utilização do solo-cimento:

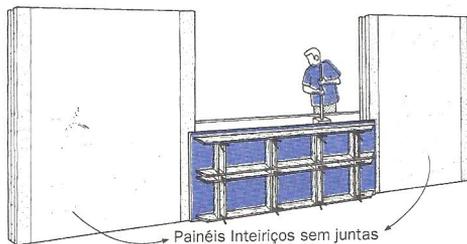
- tijolos ou blocos
- pavimento
- parede maciça
- ensacado

Os tijolos ou blocos de solo-cimento são produzidos em prensas, **dispensando a queima em fornos**. Eles só precisam ser umedecidos, para que se tornem resistentes. Além da grande resistência, outra vantagem desses tijolos ou blocos é o seu excelente aspecto.

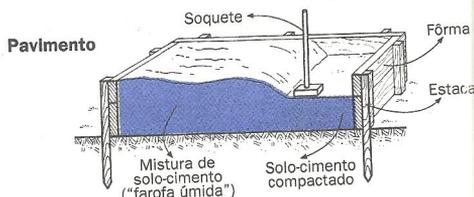


As paredes maciças são compactadas no próprio local, em camadas sucessivas, no sentido vertical, com o auxílio de fôrmas e guias. O processo de execução assemelha-se ao do antigo sistema de taipa de pilão, formando painéis inteiriços, sem juntas horizontais.

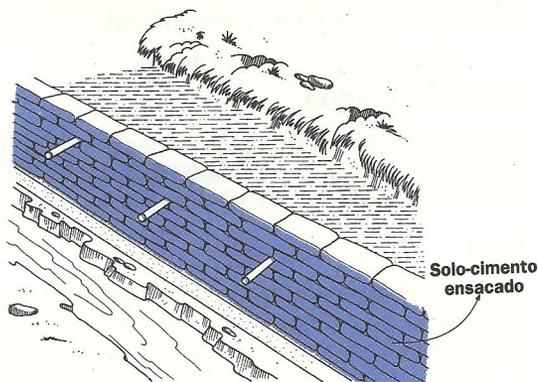
Parede maciça



Os pavimentos também são compactados no local, com o auxílio de fôrmas, mas em uma única camada. Eles constituem placas maciças, totalmente apoiadas no chão.



O solo-cimento ensacado resulta da colocação da "farofa" úmida em sacos, que funcionam como fôrmas. Depois de terem a sua boca costurada, esses sacos são colocados na posição de uso, onde são imediatamente compactados, um a um. O processo de execução assemelha-se à construção de muros de arrimo com matacões de pedra.



A tabela seguinte mostra as diversas benfeitorias que podem ser feitas com o solo-cimento:

APLICAÇÕES DO SOLO-CIMENTO		
Benfeitoria	Aplicação	Modo de Utilização
Edificações	Fundação (baldrame ou sapata corrida)	Parede maciça (a cava pode ser usada como fôrma)
	Alvenaria (parede)	Tijolos, blocos ou parede maciça
	Piso e contrapiso	Pavimento
Passeios ou calçadas	Piso e contrapiso	Pavimento
Pátios e terreiros	Piso e contrapiso	Pavimento
Ruas e estradas	Base e sub-base	Pavimento
Contenção de encostas	Muro de arrimo	Ensacado
Proteção contra a erosão	Muro de arrimo, revestimento de taludes e encostas	Ensacado
Silo-trincheira	Revestimento dos taludes	Ensacado ou parede maciça
Contenção de córregos e canais (para irrigação, abastecimento)	Revestimento dos taludes	Ensacado ou parede maciça
Pequenas barragens	Dique	Ensacado
Controle de voçorocas	Dique	Ensacado
Cabeceiras de pontes, pontilhões, bocas de galerias	Muro de arrimo	Ensacado

## COMPONENTES DO SOLO-CIMENTO

Os componentes do solo-cimento são:

- cimento
- água
- solo

### Cimento e água

Leia as informações e recomendações referentes ao uso desses componentes no capítulo **CONCRETO** (páginas 7 e 9) deste Fascículo 2. Elas também valem para o preparo do solo-cimento.

### Solo

Uma das grandes vantagens do solo-cimento, como já foi dito, é utilizar um material local: o próprio solo. Mas é preciso usar um solo adequado. O **solo arenoso**, que tem uma parte maior de areia e outra, menor, de argila, é um solo adequado.

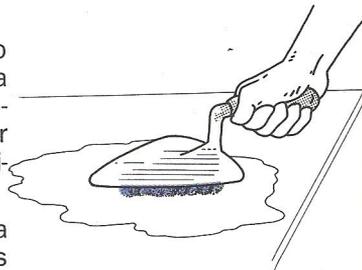
A areia não é um solo arenoso, porque não tem nenhuma quantidade de argila. Portanto, ela não é adequada para produzir solo-cimento.

O **solo argiloso**, que contém mais argila do que areia, também não é adequado. Ele requer uma quantidade maior de cimento, e é difícil de misturar e de compactar. Mas ele pode ser corrigido, com a adição de areia. Só que há limites econômicos e técnicos para isso. Nesse caso, é recomendável consultar um profissional especializado ou a própria ABCP.

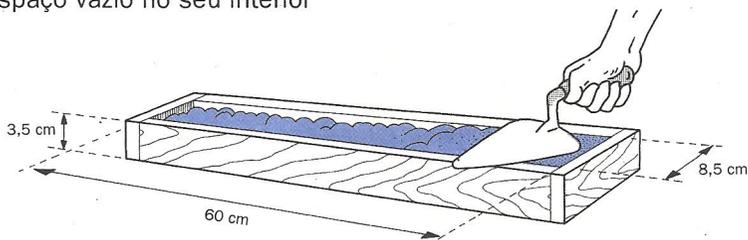
O solo adequado não deve conter pedaços de galhos, folhas, raízes ou qualquer outro tipo de material orgânico, que podem prejudicar a qualidade final do solo-cimento. Solos com muito material orgânico devem ser descartados para a produção de solo-cimento, pois a sua limpeza é muito difícil.

É fácil identificar a areia e o solo com impurezas, mas nem sempre é fácil diferenciar um solo arenoso de um argiloso. Por isso, deve ser feito sempre o **teste da caixa**, para saber se um solo é adequado para a produção de solo-cimento. O teste da caixa é muito simples:

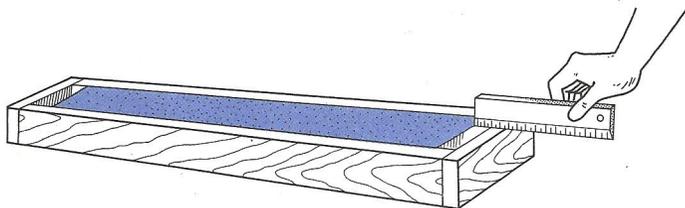
- retire uma amostra de aproximadamente 4kg do solo que vai ser avaliado, mas tome o cuidado de eliminar a camada superficial, que contém matéria orgânica
- passe a amostra de solo por uma peneira de malha (abertura) de 4mm a 6mm
- misture água aos poucos, até que o solo fique com a aparência de uma argamassa de assentamento de tijolos, ou seja, até que o solo, ao ser pressionado com uma colher de pedreiro, comece a grudar na sua lâmina
- coloque o solo umedecido em uma caixa de madeira com as dimensões internas indicadas na figura. A parte interna da caixa deve ser previamente untada com óleo.



- Encha a caixa até a borda, pressionando e alisando a superfície com a colher de pedreiro. Tome cuidado para que não fique nenhum espaço vazio no seu interior



- deixe a caixa guardada em ambiente fechado, protegida do sol e da chuva durante 7 dias. Após esse período, faça a leitura da retração (encolhimento) do solo, no sentido do comprimento da caixa, e some as medidas feitas nos dois lados da caixa. Se essa soma não ultrapassar 2cm e se não aparecerem trincas na amostra, o solo é adequado e pode ser utilizado na produção de solo-cimento.



O uso do solo do local da obra é sempre a solução mais econômica. Entretanto, se ele não servir, é preciso procurar um solo adequado em outro local, denominado jazida. Por questões econômicas, a **jazida** deve ficar o mais próximo possível da obra.

## PREPARO DO SOLO-CIMENTO

### Dosagem do solo-cimento

Nas obras de pequeno porte é usado um traço padrão, de **1 para 12** (1 parte de cimento para 12 partes de solo adequado, que é um solo arenoso aprovado no teste de caixa).



Esse traço padrão para pequenas obras será sempre o mesmo, qualquer que seja a forma de utilização do solo-cimento - tijolos ou blocos, parede maciça, pavimento ou ensacado.

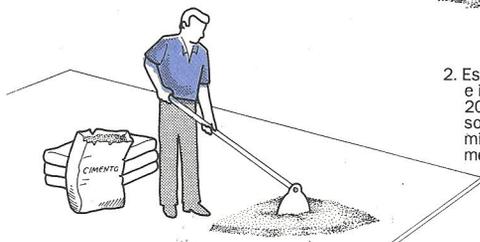
Em obras de grande volume (barragem, conjunto habitacional, canais de irrigação extensos, etc.) o traço deve ser determinado em laboratórios especializados, como o da ABCP. Num grande volume de solo-cimento (300m<sup>3</sup>, 1000m<sup>3</sup>), pequenas diferenças podem representar uma economia considerável no consumo de cimento.

## Mistura do solo-cimento

A mistura do solo-cimento também é sempre igual, qualquer que seja o modo de utilização. Em obras de grande porte, o solo-cimento chega a ser produzido em usinas ou centrais de mistura. Em obras de pequeno porte, a mistura é manual. Betoneiras não servem para preparar solo-cimento.

### Mistura manual do solo-cimento

1. Passe o solo por uma peneira de malha (abertura) de 4mm a 6mm.



2. Esparrame o solo sobre uma superfície lisa e impermeável, formando uma camada de 20cm a 30cm. Espalhe o cimento sobre o solo peneirado e revolva bem, até que a mistura fique com uma coloração uniforme, sem manchas de solo ou de cimento.



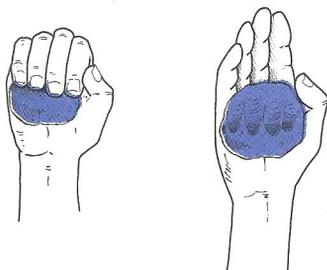
3. Espalhe a mistura numa camada de 20cm a 30cm de espessura, adicione água, aos poucos (de preferência usando um regador com "chuveiro" ou crivo), sobre a superfície, e misture tudo novamente.

Os componentes do solo-cimento podem ser misturados até que o material pareça uma “farofa” úmida, de coloração uniforme, próxima da cor do solo utilizado, embora levemente escurecida, devido à presença da água.

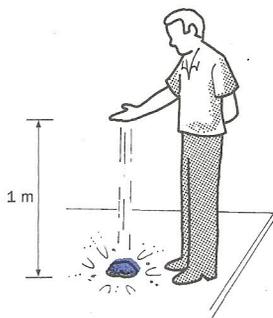
É muito importante que a quantidade de água da mistura esteja correta. O solo-cimento compactado com muita água perde resistência e pode até trincar. Se a mistura tiver pouca água, a compactação fica difícil e também haverá perda de resistência.

Existem testes práticos para verificar se a quantidade de água da mistura está correta:

- encha bem a mão com a mistura e aperte com muita força. Logo em seguida, abra a mão. O bolo formado deve apresentar a marca dos seus dedos com nitidez. Se não apresentar essas marcas, há **falta de água** na mistura. Nesse caso, ponha aos poucos mais água na mistura, e repita o teste até aparecer a marca dos dedos



- a seguir, deixe o bolo cair no chão, de uma altura de cerca de um metro. No impacto, o bolo deve se desmanchar. Se isso não ocorrer, há **excesso de água** na mistura. Nesse caso, esparrame e revolva a mistura, para que o excesso de água evapore. Repita o teste, deixando o bolo cair de novo, para verificar se a quantidade de água chegou ao ponto correto.



A mistura de solo-cimento começa a endurecer rapidamente. Por isso, ela deve ser usada, no máximo, duas horas após o preparo. Portanto, evite misturar mais solo-cimento do que possa usar nesse intervalo de tempo.

**Ferramentas necessárias ao preparo do solo-cimento:**

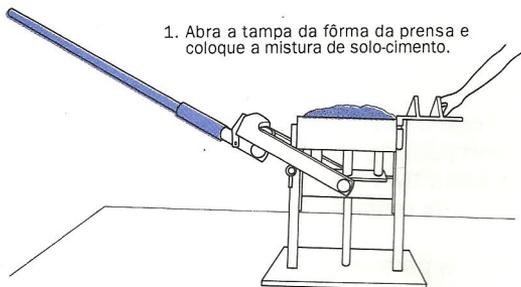
Colher de pedreiro, peneira de malha de 4mm a 6mm, lata de 18 litros, regador com “chuveiro”, pá, enxada.

## Lançamento, compactação e cura do solo-cimento

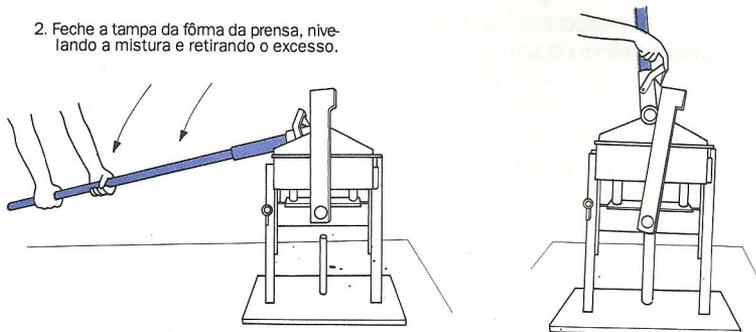
### Tijolos ou blocos de solo-cimento

Para a produção de pequenos volumes, é usada a **prensa manual**, de baixo custo e com produção de ordem de 1.500 tijolos maciços por dia. Essas prensas são pequenas e pesam menos de 150kg.

1. Abra a tampa da fôrma da prensa e coloque a mistura de solo-cimento.

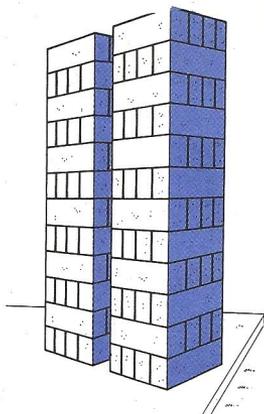
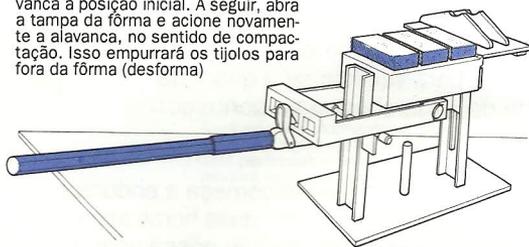


2. Feche a tampa da fôrma da prensa, nivelando a mistura e retirando o excesso.



3. Movimente a alavanca no sentido de compactação da mistura, até o fim do seu curso.

Logo após a prensagem, retorne a alavanca à posição inicial. A seguir, abra a tampa da fôrma e acione novamente a alavanca, no sentido de compactação. Isso empurrará os tijolos para fora da fôrma (desforma)



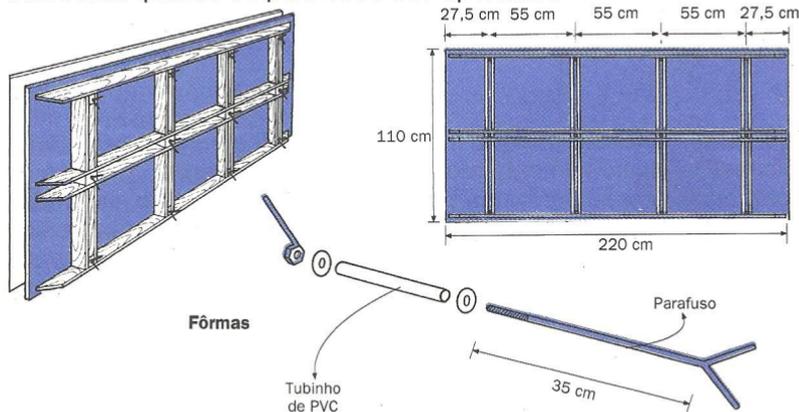
5. Após a desforma, os tijolos podem ser imediatamente retirados da prensa, mas com cuidado. Eles devem ser empilhados em local protegido do sol e do vento. As pilhas não devem ter mais de 1,5m de altura. Nesse local, eles devem ser molhados, pelo menos 3 vezes ao dia, durante os primeiros 7 dias. Após essa fase, chamada de cura, os tijolos estarão prontos para uso.

As prensas manuais não produzem blocos de solo-cimento. No entanto, existem no mercado as **prensas hidráulicas**, que podem fabricar tanto os tijolos como os blocos de solo-cimento. Elas têm grande volume de produção, mas o investimento inicial é elevado e só se justifica em obras de grande porte. A ABCP pode fornecer aos interessados a relação dos fabricantes de prensas manuais e hidráulicas.

### Paredes maciças de solo-cimento

Antes da execução de paredes maciças de solo-cimento, é preciso preparar as **fôrmas**, as **guias** dessas fôrmas e os **soquetes** para a compactação. São necessários 2 conjuntos de fôrmas. Cada um deles se compõe de duas chapas de madeira compensada resinada, de 110cm x 220cm, com 18mm de espessura, estruturadas com sarrafos de madeira serrada de 2,5cm x 7,5cm.

São necessários também 12 **parafusos trespassantes**, para fixar as fôrmas no local de compactação, e 12 **tubinhos** de PVC, de comprimento igual à espessura da parede, usados para evitar que as fôrmas se deformem quando os parafusos são apertados.

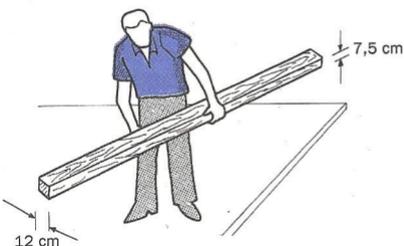


As paredes maciças de solo-cimento devem ter uma junta vertical a cada 210cm, para evitar trincas. Por isso, as guias para apoio das fôrmas e aprumo das paredes são colocadas a essa distância, uma da outra.

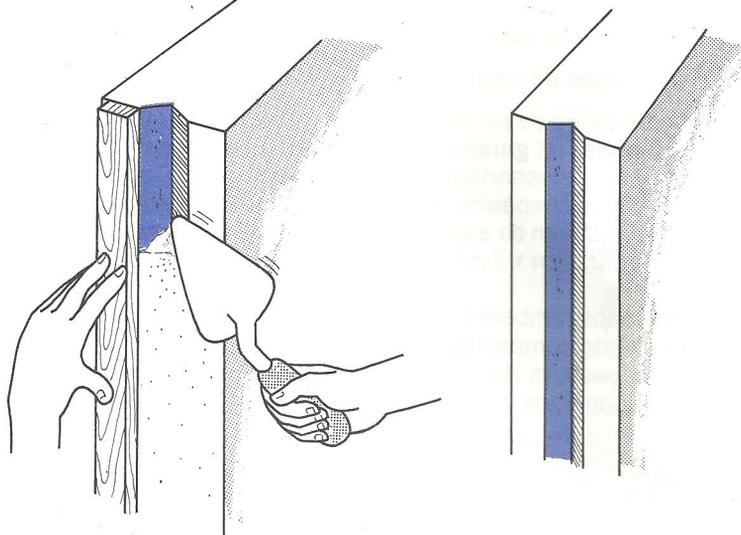
Essas guias têm a altura da parede mais a parte que fica enterrada (50cm). Elas podem ser de madeira ou de concreto armado pré-moldado.

As **guias de madeira** são retiradas após a compactação e reaproveitadas. Elas são feitas com madeira serrada de 7,5cm x 12cm. A medida de 12cm corresponde à espessura da parede.

Nas extremidades dos painéis deve ser feito um rebaixo em forma de V, de cima para baixo, com 2,5cm de profundidade, que funciona como junta e proporciona uma boa amarração com o painel vizinho.

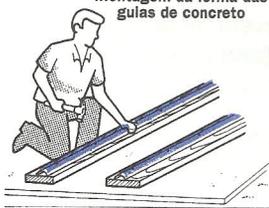


Esse rebaixo deve ser feito logo após a desforma e retirada das guias, antes que o solo-cimento endureça. Apóie uma régua de madeira na extremidade do painel e, com a colher de pedreiro, raspe o solo-cimento, até obter o rebaixo necessário.

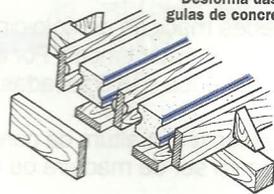


As **guias de concreto** armado são fixas. Elas ficam incorporadas ao solo-cimento, o que aumenta muito a rigidez das paredes. As guias de concreto armado são parecidas com mourões de cerca. São quadradas e têm a mesma espessura da parede. Elas podem ser produzidas no próprio local de uso e já devem ser moldadas com o rebaixo. As fôrmas para a concretagem dessas guias são feitas com chapas de madeira compensada e madeira serrada, nas quais são pregados tubos de PVC cortados ao meio no sentido do comprimento. Com um conjunto de fôrmas podem ser concretadas várias guias ao mesmo tempo.

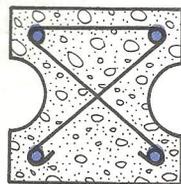
Montagem da fôrma das guias de concreto



Desforma das guias de concreto



A **armadura** das guias é composta de 4 ferros de 6,3mm de bitola, amarrados por estribos de 5mm de bitola, a cada 30cm. O **traço** para a execução das guias pré-moldadas de concreto armado é aquele recomendado na tabela da página 11 (concreto para a produção de pré-moldados em geral), deste Fascículo 2.

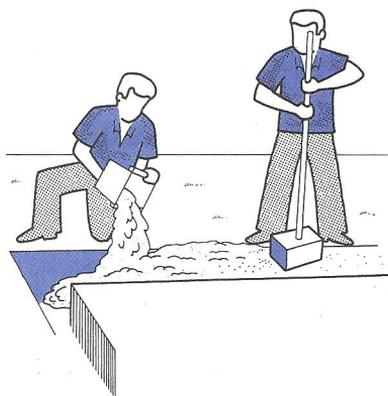
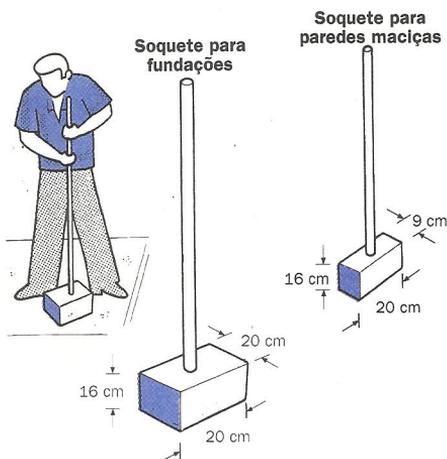


Para compactar o solo-cimento, podem ser utilizados dois tipos de soquetes de madeira:

- soquete para fundações
- soquete para paredes maciças.

A diferença está nas dimensões.

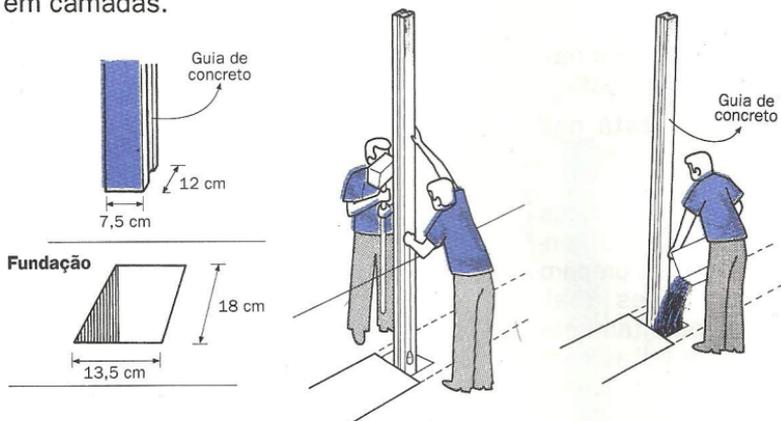
A execução das paredes maciças de solo-cimento começa pelo preparo das fundações (baldrame), que também podem ser feitas com solo-cimento. Nesse caso, as dimensões da fundação serão iguais às projetadas para outros materiais (blocos, tijolos, concreto, etc.). A mistura de solo-cimento é lançada e compactada nas próprias cavas, em camadas sucessivas de 20cm, no máximo, sem necessidade de uso de fôrmas. A mistura estará bem compactada quando o soquete não deixar mais marcas ao bater na superfície da camada.



As guias são colocadas em furos feitos nas fundações. Se estas forem de solo-cimento, os furos devem ser abertos, no máximo, 12 horas após o término da compactação. Se forem de outro material, os espaços dos furos devem ser deixados nas fundações quando elas estiverem sendo executadas. As dimensões dos furos devem ser 6cm maiores que as guias (3cm para cada lado). Uma vez colocadas nos furos, as guias são apuradas e escoradas. Esse escoramento é feito com um caibro preso a uma estaca cravada na terra e deve ser mantido durante a execução dos painéis, para evitar que as guias saiam do prumo durante a compactação. A fixação das guias nos furos é feita do seguinte modo:

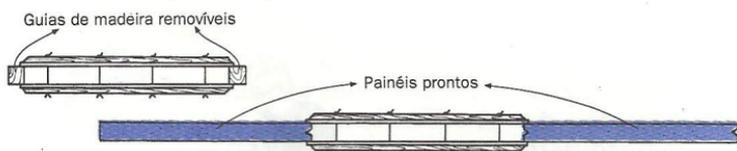
- se as guias forem de madeira, elas devem ser travadas com cunhas ou terra socada, o que permite a sua retirada após a compactação do painel.

- se as guias forem de concreto (fixas), em vez de cunhas ou terra socada, é usada uma argamassa com traço de 1 parte de cimento para 6 partes de areia, ou o próprio solo-cimento compactado em camadas.



As fôrmas são fixadas do seguinte modo:

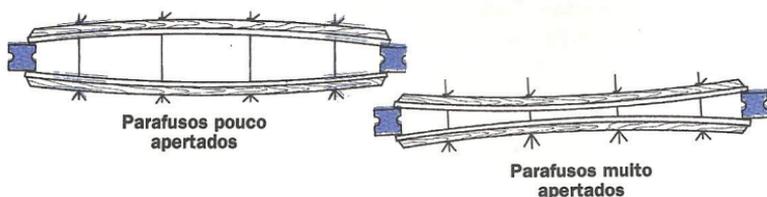
- quando são usadas guias de madeira (a serem retiradas), as extremidades das fôrmas "abraçam" duas guias ou as extremidades de dois painéis prontos

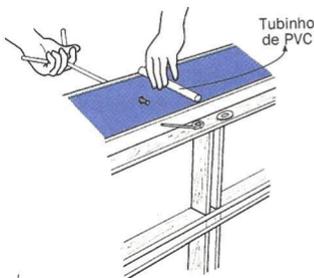
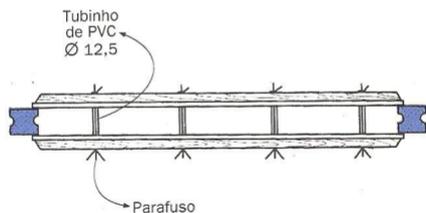


- quando são usadas guias de concreto (fixas), as extremidades das fôrmas sempre "abraçam" duas guias.



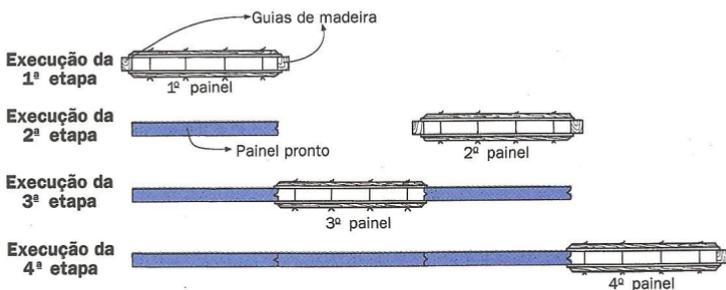
O que garante o "abraço" das fôrmas nas guias ou nos painéis prontos são parafusos que atravessam as fôrmas e pressionam um lado contra o outro, de modo a fixar cada conjunto no local de compactação do solo-cimento. Para evitar que os parafusos sejam pouco apertados ou apertados demais, são colocados tubinhos de PVC com o comprimento exato da espessura da parede, no local onde os parafusos atravessam a fôrma.



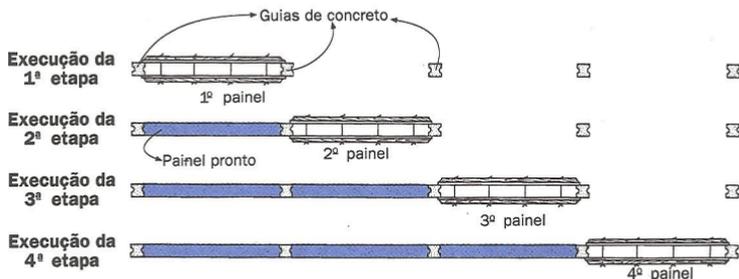


Existem duas seqüências de execução recomendadas, dependendo do tipo de guias a serem usadas:

- se as guias forem de madeira, os painéis são executados alternadamente, pois os já compactados servirão de guia para os intermediários



- se as guias forem de concreto, elas são fixadas nas posições definitivas e a seqüência de execução é contínua.

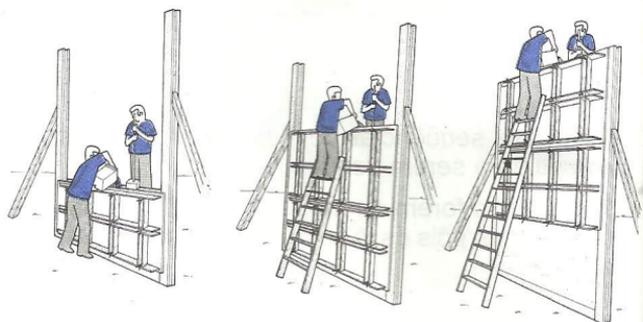


No sentido vertical, as fôrmas se apóiam do seguinte modo:

- no primeiro lance, sempre sobre as fundações, niveladas com uma argamassa de regularização (traço recomendado na tabela da página 23 deste Fascículo 2).
- daí para cima, sempre no conjunto de fôrmas inferior.

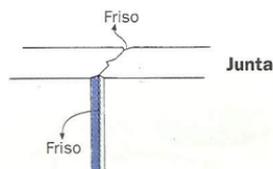
Assim que o primeiro conjunto de fôrmas estiver na posição, a mistura de solo-cimento é lançada no seu interior, em camadas sucessivas de não mais de 20cm, que devem ser imediatamente compactadas. Esse procedimento é repetido até o preenchimento completo da fôrma. Cada camada estará bem compactada quando o soquete não deixar mais marcas ao bater na sua superfície.

Em seguida, é colocado o segundo conjunto de fôrmas. Completado o preenchimento total da segunda fôrma, a primeira é retirada e colocada sobre a outra. E assim sucessivamente, até se atingir a altura desejada da parede.

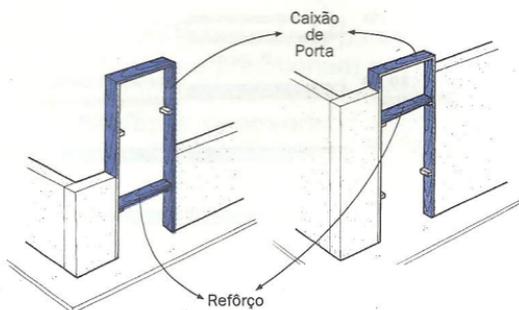


Os conjuntos de fôrmas devem ser retirados imediatamente após o término do painel inteiro. Os tubinhos de PVC usados dentro das fôrmas para suportar o aperto dos parafusos podem ser reaproveitados nos painéis seguintes. Para isso, eles devem ser empurrados para fora, logo após a desforma. Os furos deixados pelos tubinhos de PVC devem ser preenchidos com o próprio solo-cimento, a partir do dia seguinte à execução da parede.

Quando são usadas guias de madeira, deve ser feito um friso, com uma colher de pedreiro, na junta vertical, entre os painéis.



Na execução de paredes de moradias e galpões, as esquadrias (portas e janelas) devem ser assentadas simultaneamente à execução dos painéis. Mas é preciso reforçar os caixões das esquadrias, para evitar que elas se deformem durante a compactação.



As instalações hidráulicas, sanitárias e elétricas das edificações com paredes maciças de solo-cimento são executadas do mesmo modo como nas construções convencionais. Quando as instalações forem embutidas, os rasgos nas paredes devem ser feitos, no máximo, 48 horas após a compactação da mistura de solo-cimento.

A cura das paredes maciças é igual à dos tijolos de solo-cimento. As paredes devem ser molhadas pelo menos 3 vezes ao dia, durante uma semana.

Não há necessidade de revestir as paredes maciças de solo-cimento, mas convém fazer uma pintura de impermeabilização (à base de látex, aguada de cimento, etc.).

**Ferramentas necessárias à execução das paredes maciças de solo-cimento:**

Colher de pedreiro, enxada, pá, carrinho de mão, serra de arco, soquetes, réguas de madeira, martelo, mangueira de nível, lata de 18 litros.

### Pavimento de solo-cimento

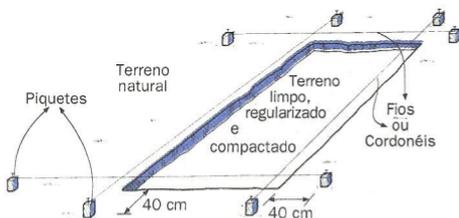
O pavimento de solo-cimento pode ser usado como piso e contrapiso na construção de passeios ou calçadas, e de pátios ou terreiros. Para executar ruas e estradas é preciso consultar um profissional especializado, por serem obras mais complexas.

Antes de iniciar a execução de pisos e contrapisos de solo-cimento, é preciso definir a sua espessura, que depende da finalidade de uso, conforme a tabela abaixo:

PISOS E CONTRA-PISOS DE SOLO-CIMENTO	
Finalidade de uso	Espessura
Áreas internas de edificações, passeios ou calçadas e áreas onde não passem animais, máquinas ou cargas pesadas	8cm
Pátios, terreiros, áreas onde passem animais e estacionamento de pequenas máquinas ou implementos	15cm

O passo seguinte é a demarcação da área a ser pavimentada, com a criação de piquetes de madeira, nos quais são esticados fios ou cordões para definir os limites da obra. Esses piquetes devem ser fixados pelo menos 40cm para fora do contorno da área onde será feito o piso ou o contrapiso.

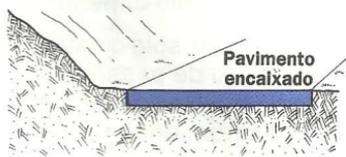
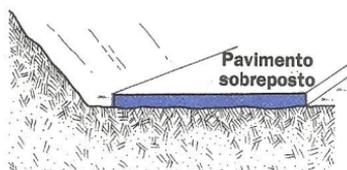
A seguir, é feita a limpeza do terreno, retirando a camada superficial de solo que contenha vegetação ou material orgânico. Depois, a área deve ser regularizada (execução dos cortes e/ou aterros necessários) e compactada.



Para saber a quantidade de solo a ser usada, deve ser considerada uma perda do seu volume por compactação. Por exemplo, 6m<sup>3</sup> de solo vão resultar em 4m<sup>3</sup> de solo-cimento, com a perda de 2m<sup>3</sup> por compactação.

Portanto, para fazer um pavimento de 25m de comprimento por 2m de largura e 8cm de espessura ( $4\text{m}^3$  de volume final de solo-cimento compactado), será necessária uma quantidade de solo 50% superior, ou seja,  $4\text{m}^3$  mais  $2\text{m}^3$  (50% de  $4\text{m}^3$ ), dando um total de  $6\text{m}^3$ . EM RESUMO, A REGRA É USAR SEMPRE UMA QUANTIDADE DE SOLO 50% SUPERIOR AO VOLUME FINAL DE SOLO-CIMENTO COMPACTADO. Esse solo destinado à produção de solo-cimento deve ser protegido da chuva, para não encharcar.

Nessa etapa é preciso definir outro detalhe: se o pavimento vai ser compactado sobre o terreno (**sobreposto**) ou se vai ficar **encaixado** nele.



Na execução de pavimentos de solo-cimento é usada uma **fôrma** de altura igual à espessura do pavimento e um complemento, também chamado de **guia**, com a metade da altura do pavimento.

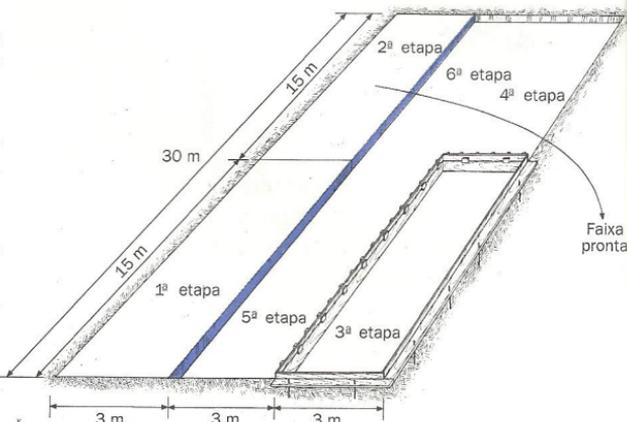
A guia é fixada sobre a fôrma, definindo a altura que a mistura de solo-cimento deve atingir antes de ser compactada. Na realidade, a altura da guia corresponde exatamente ao volume de mistura que vai ser perdido na compactação.



O comprimento e a largura da fôrma e da guia dependem das dimensões da área a ser pavimentada. Se ela tiver, por exemplo,  $9\text{m} \times 30\text{m}$ , o serviço deve ser executado em faixas de 3m de largura, e cada faixa em duas etapas de 15m. Nesse caso, a fôrma terá um contorno de 3m de largura por 15m de comprimento.

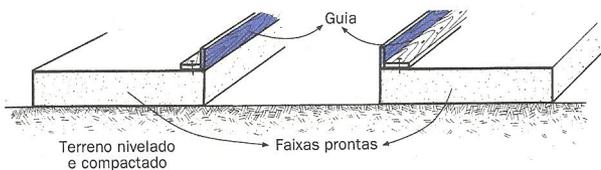
Terminada a execução desta etapa, a fôrma será reaproveitada nos restantes 15m da faixa. Depois de pronta uma faixa, é executada a faixa seguinte.

É recomendável alternar a execução das faixas no sentido da largura, de modo que as faixas pares dispensem uma parte da fôrma. Em resumo, o pavimento desse exemplo será executado em 6 etapas.

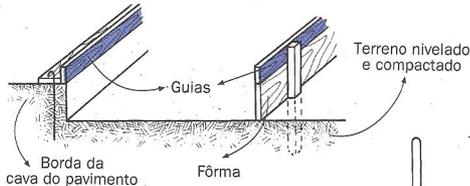


As fôrmas são dispensáveis em duas situações:

- quando já houver uma faixa de solo-cimento compactado

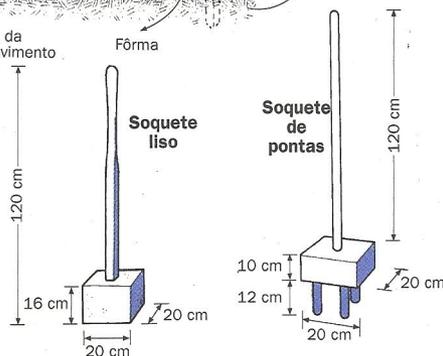


- quando a borda da cava do pavimento encaixado puder ser usada como fôrma.

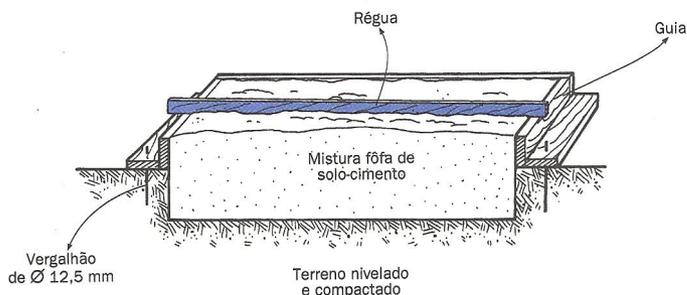


A guia é sempre necessária.

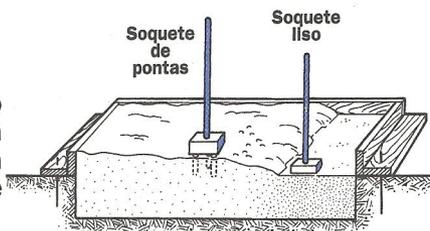
Além da fôrma e da guia, é preciso ter também um **soquete liso** (igual ao usado para compactar as fundações de solo-cimento) e um **soquete de pontas**.



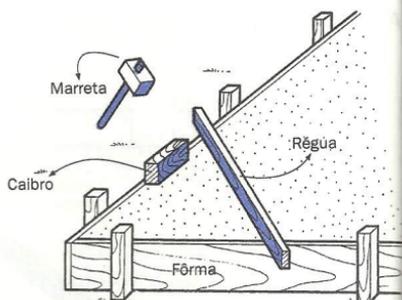
A mistura de solo-cimento é lançada na fôrma ou na cava, formando uma camada de altura um pouco superior à do topo das guias. O nivelamento da mistura é feito com uma régua de madeira apoiada nas guias.



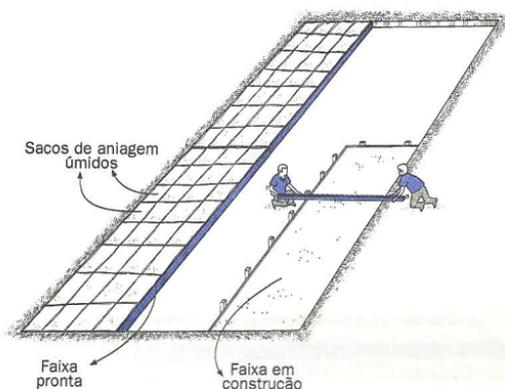
A compactação inicial é feita com o soquete de pontas, até que restem apenas sulcos de, no máximo, 4cm de profundidade. A compactação é completada com o soquete liso.



Em seguida, as guias são retiradas para compactar as bordas da faixa em execução, com um pedaço de caibro de madeira e uma marreta. Após a compactação de cada etapa, inclusive das bordas, o nivelamento da sua superfície é verificado com um régua de madeira apoiada sobre as fôrmas. As partes que ficarem mais altas (acima do nível da fôrma) devem ser raspadas com a própria régua. Só então as fôrmas podem ser removidas, para reaproveitamento na etapa seguinte, conforme a sequência de execução já explicada.



As faixas já concluídas precisam ser curadas, ou seja, mantidas úmidas, no mínimo, durante 7 dias. Isso pode ser feito cobrindo a superfície das faixas com sacos de aniagem, areia ou outro material, que devem ser mantidos sempre úmidos. Durante esse período, deverá ser evitado qualquer tipo de tráfego sobre o pavimento de solo-cimento.



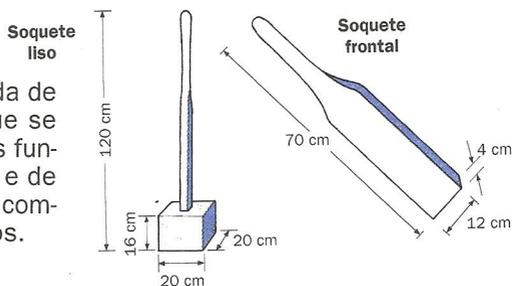
**Ferramentas necessárias à execução de pavimentos de solo-cimento:**  
colher de pedreiro, carrinho de mão, enxada, pá, soquetes, régua, nível, mangueira de nível, marreta, caibro, lata de 18 litros.

### Solo-cimento ensacado

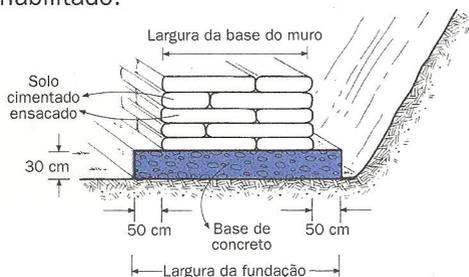
O solo-cimento ensacado é feito com a mesma mistura usada nos outros modos de utilização desse material. Só que as fôrmas são sacos de ráfia, polipropileno ou aniagem, do tipo usado para embalar grãos (feijão, milho, café, etc.). Os sacos não precisam ser novos: podem ser aproveitados sacos usados, desde que não estejam rasgados, furados ou apodrecidos. Mas todos devem ser do mesmo tamanho. Sacos de papel ou de plástico não servem. Em caso de necessidade, é fácil localizar fornecedores de sacos novos, nas páginas amarelas das listas telefônicas.

Para fechar os sacos, é usada uma grande agulha curva (de 15cm, aproximadamente) e barbante fino, mas resistente, próprios para costurar sacaria, como a usada para fechar sacos de café, por exemplo.

É necessário dispor ainda de um soquete igual ao que se usa na compactação das fundações de solo-cimento e de um soquete frontal, para compactar os lados dos sacos.

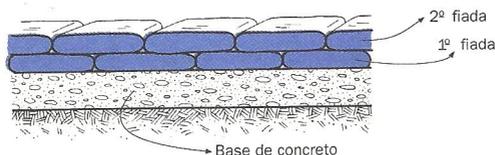
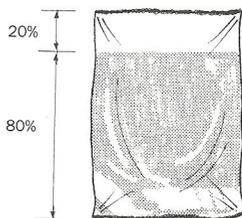


A construção de muros de arrimo e o revestimento de taludes ou encostas de até 2m de altura começam pela execução das fundações. Pode ser usada uma base de concreto simples ou mesmo de solo-cimento (baldrame), 1m mais larga que a base do muro (50cm a mais de cada lado) e com 30cm de altura. Essa base deve ser executada sobre terreno firme, nivelado e compactado. Em caso de dúvida, consulte um profissional habilitado.

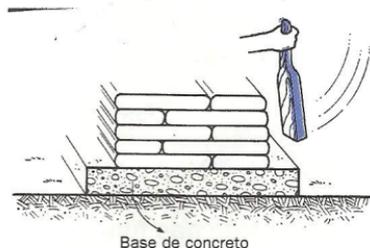


Em seguida, os sacos são preenchidos com a mistura de solo-cimento até 80% da sua capacidade e costurados.

Os sacos são colocados na posição de uso, no sentido horizontal, e alinhados um a um. Eles devem ser compactados logo após o posicionamento. Por isso, é recomendável não colocar mais de 5 sacos antes de começar a compactação. A primeira fiada é apoiada nas fundações. A segunda é colocada sobre a primeira, em sistema de amarração (mata-junta ou junta desencontrada). E assim sucessivamente.

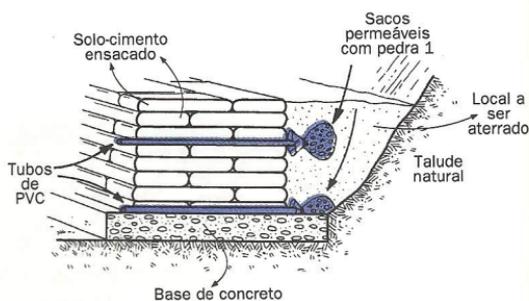


A compactação deve ser feita do meio do saco para as bordas, até que o soquete, ao bater, não deixe mais marcas na superfície do saco. Finalmente, devem ser compactados os lados dos sacos que vão ficar expostos, formando a superfície aparente do muro. Essa compactação pode ser feita de 5 em 5 sacos, com o soquete frontal.

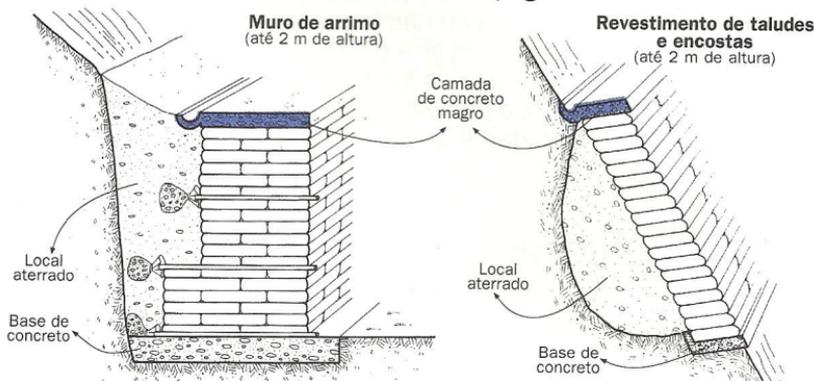


Não se devem passar mais de duas horas entre a preparação da mistura e a compactação dos sacos, já colocados em sua posição definitiva (incluindo o enchimento, a costura, o transporte e a colocação dos sacos na posição de uso).

Os **drenos** (barbacãs) para escoamento da água que se infiltra atrás do muro são feitos de tubos de PVC, colocados antes da compactação, durante o posicionamento dos sacos. Os drenos devem ter uma espécie de filtro na boca, do lado do muro que será aterrado. Isso pode ser feito com pedra 1, embrulhada em sacos porosos (do mesmo material indicado para ensacar o solo-cimento), amarrados na boca dos tubos de PVC. O reaterro só deve ser feito depois que os drenos estiverem prontos.

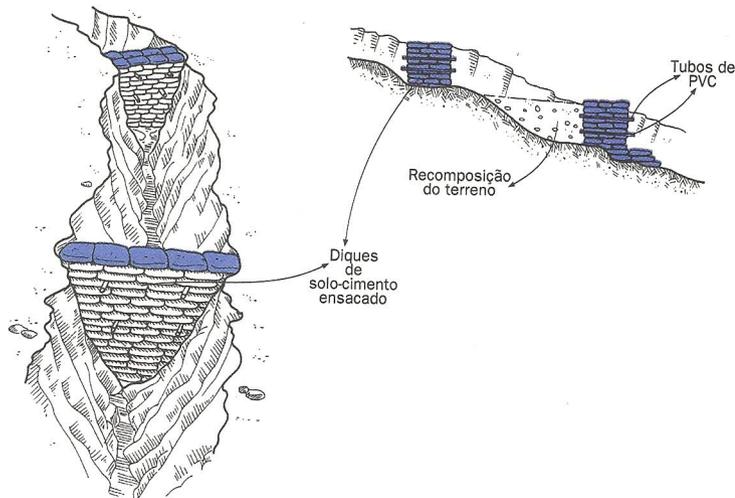


É recomendável cobrir a última fiada de sacos com uma camada de concreto magro (traço recomendado na tabela da página 11 deste Fascículo 2).



O solo-cimento ensacado tem uma outra aplicação, muito útil no meio rural: a construção de **diques** para controle das **voçorocas**. Levantados em determinados intervalos, esses diques permitem diminuir a velocidade das águas, contendo o processo de erosão. Esse tipo de obra também favorece a **recomposição do terreno**, retendo o solo que antes era carregado pelas águas.

A execução dos diques assemelha-se à construção dos muros de arrimo de solo-cimento ensacado. Não há necessidade de fundações, mas é preciso nivelar e compactar a base de apoio dos sacos e escavar um pouco as encostas, para encaixar as extremidades das camadas sucessivas de sacos. Esses diques só podem ser construídos em épocas de estiagem.



A cura do solo-cimento ensacado é mais simples, porque os sacos retêm boa parte da umidade da mistura: basta regar as partes expostas uma vez ao dia, durante 7 dias.

Terminada a obra, não há necessidade de retirar os sacos. Com o tempo, eles apodrecem e desaparecem. As superfícies podem então ser revestidas com uma camada de chapisco, caso haja necessidade de melhorar a impermeabilização.

As obras de solo-cimento ensacado de maior porte exigem projeto e orientação de um profissional habilitado, pois envolvem muita responsabilidade. É o caso, por exemplo, de muros de arrimo, revestimento de taludes ou encostas de mais de 2m de altura, diques de barragens e muros de cabeceira de pontes, pontilhões e bocas de galerias.

**Ferramentas necessárias à execução do solo-cimento ensacado:**

enxada, pá, carrinho de mão, agulha curva, soquetes, colher de pedreiro, mangueira de nível, lata de 18 litros.

# FERROCIMENTO

## DEFINIÇÃO

O ferrocimento é um material constituído de uma **argamassa** de cimento e areia envolvendo um **aramado** de vergalhões finos e telas.

Na prática, as características do ferrocimento são parecidas com as do concreto armado. A argamassa, assim como o concreto, é mole nas primeiras horas e depois endurece. Portanto, também é moldável. E o aramado do ferrocimento faz as vezes da armadura do concreto armado. A grande diferença é que as peças de ferrocimento são bem mais finas (1,5cm a 3,5cm) que as de concreto armado. Mas exigem formatos arredondados para ficar resistentes. Além disso, as construções de ferrocimento podem ser feitas artesanalmente e sem o auxílio de fôrmas, uma vez que a argamassa pode ser aplicada diretamente sobre o aramado, como ocorre no caso da taipa e do estuque.

Essas são as grandes vantagens desse material, que serve para fazer caixas d'água, pequenos silos e reservatórios, biodigestores, calhas, telhas e um grande número de peças de pequeno porte e menor responsabilidade estrutural, a um custo bem reduzido.

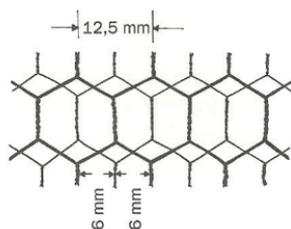
## COMPONENTES DO FERROCIMENTO

### Argamassa

A argamassa é composta de cimento, areia e água. Leia as informações e recomendações referentes ao uso desses componentes no capítulo **CONCRETO** (páginas 7 e 9) deste Fascículo 2. Elas também valem para o preparo do ferrocimento.

### Aramado

O aramado do ferrocimento é composto por **vergalhões** finos, de bitola 3,4mm ou 4,2mm, amarrados com **arame recozido** nº 18, e duas telas de malha hexagonal, sobrepostas de forma desencontrada, deixando aberturas de 6mm no máximo. Na maioria dos casos, usa-se **tela de pinteiro**, feita com fio de aço nº 22 e malhas com aberturas de 12,5mm (1/2 polegada).

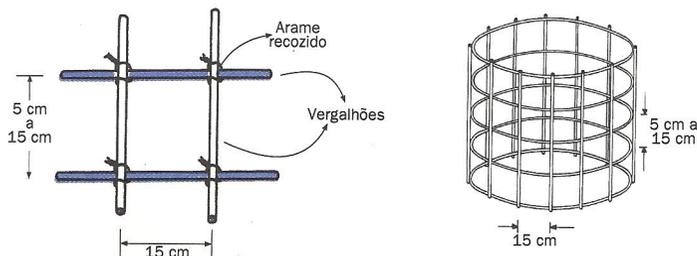


## PREPARO E EXECUÇÃO DO FERROCIMENTO

### Montagem do aramado

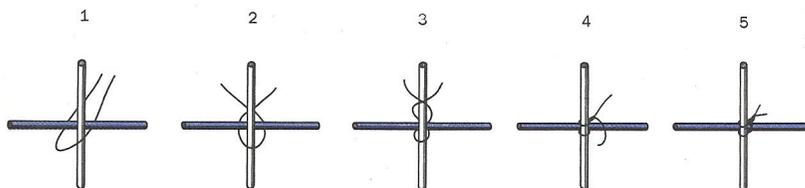
O aramado do ferrocimento é composto por uma **malha de sustentação**

formada pelos vergalhões finos, dispostos nos dois sentidos (horizontal e vertical) e firmemente amarrados uns aos outros com arame recozido, formando o esqueleto da peça. O espaçamento entre os vergalhões pode variar de 5cm a 15cm, dependendo da sua posição e do tipo de construção. O importante é que essa malha de sustentação já tenha a forma da peça desejada. Sobre a malha de sustentação são colocadas as duas telas desencontradas, em geral pelo lado de fora.

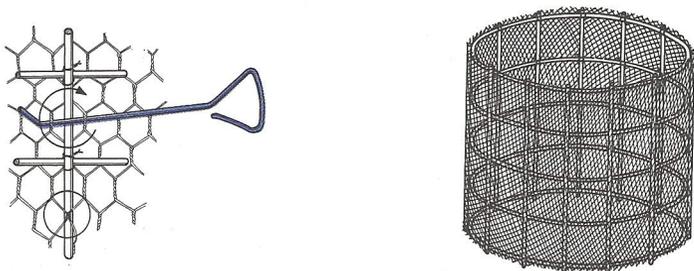


Nas peças de pequeno porte e menor responsabilidade podem ser usados vergalhões de bitola 3,4mm ou 4,2mm, dependendo da disponibilidade.

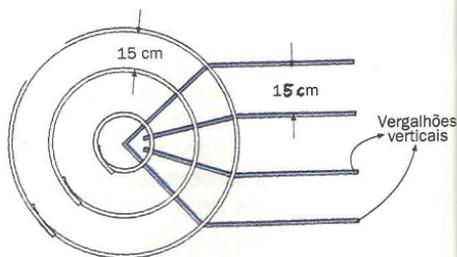
O nó de amarração dos vergalhões deve ser feito de acordo com o desenho abaixo, para garantir o espaçamento entre eles e evitar que a malha de sustentação se deforme durante a aplicação da argamassa.



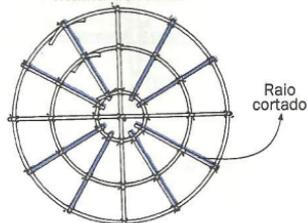
As duas telas de pinteiro devem ser bem esticadas e amarradas na malha de sustentação. A amarração pode ser feita com o próprio fio da tela e com arame recozido, quando necessário.



Os vergalhões verticais (que correm no sentido da altura das peças de ferrocimento) devem ser mais compridos e virados para dentro. Isso permite a sua amarração com o fundo dessas peças, que pode ser de concreto ou também de ferrocimento. Se esse fundo for de ferrocimento, é necessário também preparar uma **malha de fundo**. Esta nada mais é que uma malha de sustentação, composta pelo prolongamento dos vergalhões verticais das paredes da peça. Eles ficam dispostos em forma de raios e cruzam com uma armação de anéis, espaçados de 15cm. Para evitar o acúmulo exagerado de pontas de vergalhões no centro do fundo, algumas pontas podem ser cortadas na altura do anel menor.



Malha de fundo



### Dosagem da argamassa

A dosagem ou **traço** da argamassa de cimento e areia para o ferrocimento é a seguinte:

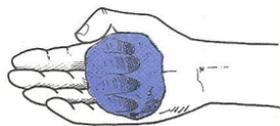
TRAÇO DO FERROCIMENTO	
Traço para peças de pequeno porte	Rendimento por saco de cimento
1 saco de cimento 4 latas de areia média 1 lata de água	4m <sup>2</sup> de paredes (com 2cm de espessura média)

ATENÇÃO: 1) A lata de medida deve ser de 18 litros.

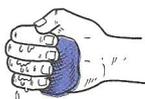
- 2) No preparo de quantidades menores de argamassa, use a metade das medidas indicadas ( $\frac{1}{2}$  saco de cimento, 2 latas de areia média e  $\frac{1}{2}$  lata de água).

Para verificar se a argamassa está com a quantidade correta de água, pegue um punhado de argamassa recém-misturada e aperte com a mão:

- se não escorrer água, verifique se o bolo formado em sua mão ficou com a marca dos seus dedos. Depois, segure o bolo pelas pontas e tente fazer com que ele se parta. Se o bolo ficar dividido em duas partes, a quantidade de água está correta. Se a argamassa se esfrelar quando o bolo for partido, ela está muito seca. Nesse caso, coloque mais água, aos poucos, na mistura, e repita o teste, até que a quantidade de água esteja correta.

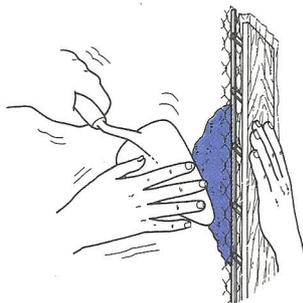


- se escorrer água entre os seus dedos, quando o bolo for apertado, a argamassa contém água demais. Nesse caso, adicione pequenas quantidades de cimento e de areia, na proporção de 1 parte de cimento para 2 de areia, e repita o teste, até que a argamassa fique com a quantidade correta de água.



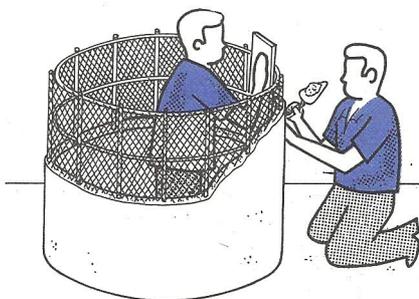
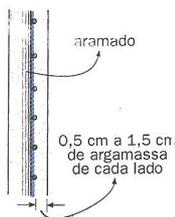
## Aplicação da argamassa

Em geral, a argamassa é aplicada diretamente sobre as telas, sem o uso de fôrmas. Nesse caso, é preciso utilizar um **anteparo**, que pode ser um pedaço de papelão ou um saco de cimento vazio dobrado ao meio. Tanto um como o outro devem ser envolvidos por um plástico. A argamassa deve ser comprimida e vibrada com força, com a colher de pedreiro, contra esse anteparo, para que fique bem compactada e sem vazios no seu interior.



As telas devem ser recobertas com pelo menos 0,5cm de argamassa, mas não mais de 1,5cm, para que o peso do excesso não faça a argamassa soltar.

O ideal é que duas pessoas façam o serviço: uma segura o anteparo e a outra aplica a argamassa, sempre de baixo para cima, em faixas horizontais de, no máximo, 30cm. Tanto faz começar a aplicação da argamassa de dentro para fora como de fora para dentro. Terminada a primeira argamassagem, é preciso esperar pelo menos 12 horas para aplicar uma segunda demão. Essa aplicação complementa a primeira e é necessária para tapar buracos e corrigir eventuais irregularidades. Ela também deve ser feita de baixo para cima, em faixas de 30cm, nos dois lados.



O acabamento da peça é feito com o auxílio de uma esponja ligeiramente umedecida. Ela deve ser passada levemente por toda a superfície argamassada que precise de um bom aspecto visual.

## Cura

A cura do ferrocimento é muito importante para evitar o aparecimento de trincas ou fissuras. A peça recém-moldada deve ser mantida úmida durante uma semana. Para tanto, ela deve ser molhada de 2 a 3 vezes por dia, usando um regador com "chuveiro" (crivo) ou uma mangueira. Além disso, as superfícies expostas ao tempo devem ser cobertas com sacos vazios de anigam ou de cimento, ou com uma lona plástica, durante os sete dias.

## Consertos e reparos

Eventuais fissuras, trincas e quebra de bordas causadas a peças já prontas, por acidente ou impacto, podem ser facilmente reparadas. Basta retirar a argamassa, arrumar o aramado novamente, esticar a tela e desentortar os vergalhões, se for o caso. Em seguida, a área a ser consertada deve ser limpa, para garantir a aderência da argamassa nova ao aramado e à argamassa original. A argamassa usada no conserto deve ter traço de 1 litro de cimento, 1 litro de areia fina e 0,5 litro de água. A aplicação e a cura dessa nova argamassa devem seguir os mesmos procedimentos adotados em relação à argamassa original.

## EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

### Silos e reservatórios

Os silos, reservatórios e outras construções do gênero feitas com ferrocimento podem ser **elevados** ou **enterrados**.

Para a execução de silos e reservatórios elevados de ferrocimento, a forma **cilíndrica** é a mais simples.

O volume ou capacidade de armazenagem é que determina as dimensões dessas peças. A tabela seguinte oferece opções para peças de pequeno porte e menor responsabilidade. Peças de maior porte exigem consulta a um profissional especializado.

CAPACIDADE DOS RESERVATÓRIOS CILÍNDRICOS				
Altura da peça Diâmetro da base	0,5m	1,0m	1,5m	2,1m
1,0m	400 litros	800 litros	1.200 litros	1.600 litros
1,5m	900 litros	1.800 litros	2.600 litros	3.700 litros
2,0m	1.600 litros	3.100 litros	4.700 litros	6.600 litros
2,5m	2.500 litros	4.900 litros	7.400 litros	10.300 litros
3,0m	3.500 litros	7.000 litros	10.600 litros	14.800 litros
3,5m	4.800 litros	9.600 litros	14.400 litros	20.200 litros
4,0m	6.300 litros	12.600 litros	18.800 litros	26.400 litros
4,5m	8.000 litros	15.900 litros	23.800 litros	33.400 litros

Nesse tipo de peça, o espaçamento entre vergalhões verticais deve ser de 15cm, medidos na base da construção.

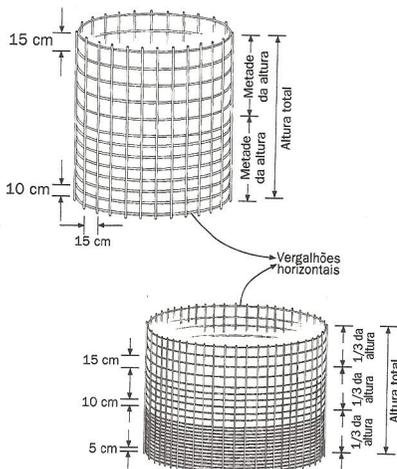


Já o espaçamento entre os vergalhões horizontais depende do diâmetro da base da peça e da sua altura. Uma vez escolhidas essas dimensões, veja no quadro abaixo o espaçamento a ser adotado

ESPAÇAMENTO ENTRE OS VERGALHÕES VERTICAIS				
Diâmetro da base da peça	Altura da peça			
	0,5m	1,0m	1,5m	2,1m
1,0m				
1,5m				
2,0m	ESPAÇAMENTO DE 15cm			
2,5m				
3,0m				
3,5m			ESPAÇAMENTO DE 10cm	
4,0m				ESPAÇAMENTO DE 5cm
4,5m				

ATENÇÃO: Se a tabela indicar que o espaçamento horizontal da malha de sustentação deve ser de 15cm, use esse espaçamento em toda a altura da peça. Mas, se a tabela indicar 10cm ou 5cm, não há necessidade de usar esse espaçamento em toda a altura da peça.

- se o espaçamento indicado for de 10 cm, use esse espaçamento apenas na metade debaixo da peça. Na metade de cima use 15cm
- se o espaçamento indicado for de 5cm, use esse espaçamento somente no terço de baixo da peça. No terço de meio, utilize 10cm. E, no terço de cima, adote um espaçamento de 15cm.



Por exemplo, num reservatório com 2m de diâmetro e 1m de altura, o espaçamento entre os vergalhões horizontais será sempre de 15cm em toda a sua altura. Mas se a altura for de 2,1m, esse espaçamento será diminuído para 10cm na metade debaixo da peça, e mantido em 15cm na metade de cima. Já um silo de 4m de diâmetro e 2,1m de altura terá 3 espaçamentos: 5cm no terço de baixo, 10cm no terço do meio e 15cm no terço de cima.

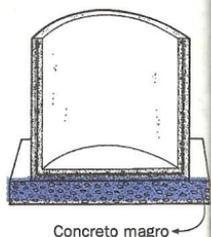
Em obras com mais de 4,5m de diâmetro e mais de 2,1m de altura, consulte um profissional habilitado.

Nos silos e reservatórios enterrados feitos de ferrocimento, as paredes devem ser inclinadas e apoiadas sobre o próprio terreno, para diminuir a pressão sobre elas. Nesse caso, tanto os vergalhões verticais como os horizontais da malha de sustentação podem ter espaçamento de 15cm.

Nas construções enterradas de ferrocimento, o próprio terreno pode servir como fôrma. Nessa situação, a argamassa é aplicada apenas pelo lado de dentro.



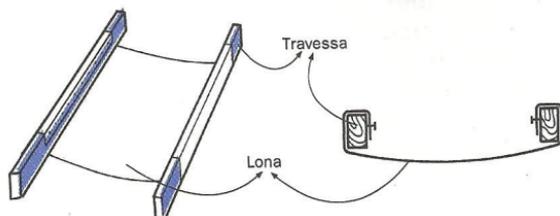
Os silos e reservatórios de ferrocimento, elevados ou enterrados, podem ser feitos em qualquer local, desde que apoiados sobre terreno firme, nivelado e bem compactado. Nesse caso não há necessidade de fundações. Basta fazer uma camada de concreto magro (traço recomendado na tabela da página 11 deste Fascículo 2), de 5 cm de altura, antes da colocação do aramado. Primeiro, a argamassa é aplicada nesse fundo, mas só pelo lado de cima. Depois, a argamassa é aplicada nas paredes.



## Telhas e calhas

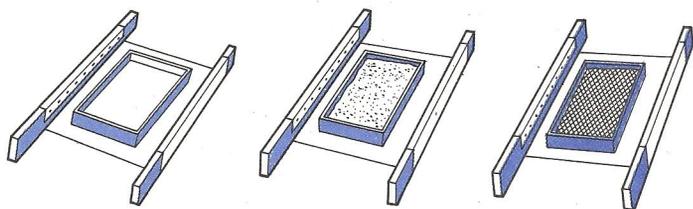
Telhas, calhas e outras peças pequenas semelhantes também podem ser feitas com ferrocimento.

A produção dessas peças é parecida com a fabricação de pré-moldados de concreto. A fôrma é muito simples, consistindo basicamente de um pedaço de lona plástica pregada em duas travessas de madeira.



Além dessa fôrma, é necessária uma moldura de madeira, com as dimensões (comprimento, largura e espessura) da peça a ser feita com ferrocimento. O aramado desse tipo de peça também é mais simples, pois se usa apenas uma tela.

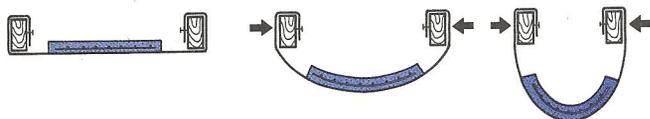
Para fazer a peça, a fôrma é apoiada sobre uma superfície plana (uma bancada, um piso cimentado, etc.). Em seguida, uma camada de argamassa é aplicada dentro da moldura, até a metade da sua espessura. O aramado é colocado sobre essa camada de argamassa.



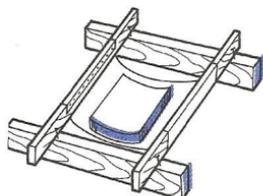
O próximo passo é aplicar a argamassa sobre o aramado. E, depois, desempenar a superfície com uma régua apoiada nas bordas da moldura. A seguir, a moldura é retirada.



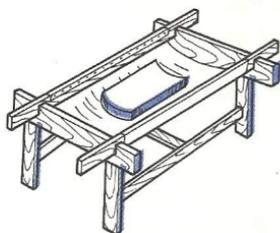
Na seqüência, a fôrma é erguida por duas pessoas. Cada uma segura de um lado, pelas travessas de madeira, mantendo a fôrma na posição horizontal. Finalmente, as duas travessas são aproximadas uma da outra, para que a fôrma fique curva. Quanto maior a aproximação, maior a curvatura.



Quando se chega à curvatura desejada, as travessas devem ser apoiadas sobre suportes, de modo a manter essa curvatura. Para a produção de grande quantidade de peças, vale a pena fazer um gabarito de apoio.



Travessas apoiadas no gabarito

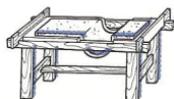
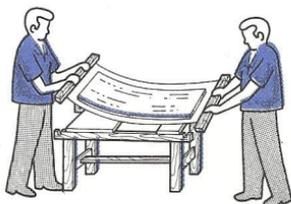


Gabarito apoiado numa bancada



Peça pronta

Esse processo também permite a produção de peças mistas, com uma parte plana e a outra curva, a exemplo da bancada com cuba do desenho abaixo.



No dia seguinte, as peças já podem ser retiradas das fôrmas e submetidas à cura, (conforme recomendado na página 50 deste Fascículo 2).

## Peças planas

O ferrocimento também serve para fabricar pequenas placas, lajotas, prateleiras, etc. O processo de execução é igual ao das peças curvas (calhas e telhas). A diferença é que as fôrmas são mantidas sobre a superfície plana onde foram feitas, até a retirada das peças das fôrmas. Aliás, nesse caso, o uso das fôrmas de lona plástica pode até ser dispensado, pois as peças podem ser executadas diretamente sobre um pedaço de chapa de madeira compensada.

**Ferramentas necessárias à produção de peças de ferrocimento:**  
torquês, lata de 18 litros, colher de pedreiro, pá, enxada.

# Guia de Construções Rurais

## à base de cimento

### Fascículo **2** : **COMO USAR OS MATERIAIS**

Este fascículo foi produzido pela

**ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland**  
Av. Torres de Oliveira, 76 - Jaguaré  
CEP 05347-902 São Paulo / SP

por:

Engenheiro Agrícola MARCO AURÉLIO DE LIMA E MYRRHA (CREA nº 40828)



Cortesia de: