

## Módulo 03

# Estrutura

## Fundação

Vamos dividir a fundação em três etapas: gabarito, marcação e sapatas.

### Gabarito

A primeira coisa da fundação é fazer o gabarito. O encarregado ou mestre de obras fecha o terreno com a marcação de tábuas. Basicamente, tábuas de 15 cm + paus de escora cercando o terreno.



O quadrado da obra é fechado, uma tábua encontrando a outra, e, para dar sustentação, são colocados os paus de escora, como na imagem acima.

Por que o gabarito? A resposta está na marcação.

### Marcação

A partir do Gabarito, o encarregado ou mestre de obras, faz a marcação dos cômodos no cercado de madeira do terreno.

Lembrando: nesse ponto da obra, a compatibilização dos projetos já foi feita. A marcação deve ser feita com base no projeto arquitetônico e no estrutural. Se o encarregado seguir apenas o estrutural, pode ser que quando o arquitetônico vier com a divisão dos cômodos, haja divergência.

### *Obra é um quebra-cabeças!*

Por isso é necessário o máximo de cuidado em cada etapa. Qualquer 10 cm de diferença na sapata, o efeito será visto ao subir o estrutural. Começou mal, vai terminar mal.

**Deu divergência?** Chame os profissionais responsáveis por cada projeto e resolva isso com eles.

## Sapatas

Gabarito e marcação finalizados? É hora de abrir as Sapatas!

Lembrando: quem define largura e profundidade (quanto você terá de furar) é o projeto estrutural!

A abertura pode ser manual ou através de máquinas. Eu prefiro manual, abro uma quantidade e concreto, abro outra quantidade e concreto também. Isso para não acumular terra no terreno.

## Avaliação do Solo

A avaliação do solo fica mais fácil quando há um laudo de sondagem, que vai indicar até que altura é um terreno bom, até que altura há o risco de encontrar água.

Laudo de sondagem: através de um processo de exploração e reconhecimento do solo, usado normalmente para solos granulares, solos coesivos e rochas brandas; obtêm-se subsídios que irão definir o tipo e o dimensionamento das fundações que servirão de base para uma edificação

Se não tiver o laudo de sondagem – e mesmo se tiver –, eu o oriento a observar e a analisar o terreno. Se o projeto estrutural indicar uma sapata de 40 cm de altura, mas você perceber que o terreno não é tão firme, chame

o engenheiro para fazer essa avaliação e fure mais. Para isso serve a responsabilidade técnica.

### Fazer todas as sapatas de uma vez ou abri-las aos poucos?

Você é livre para escolher, mas eu prefiro concretar aos poucos por dois motivos:

- É muita terra e pouco espaço na obra. Onde você vai deixar tanta terra?
- Se vier uma chuva inesperada, os buracos vão ficar alagados.

Se há 20 sapatas, faça 5 de cada vez. E você vai ganhando frentes de obra.

### Ferragem

Você se lembra da ferragem? Se ela não vem amarrada de fábrica, ao fazer a marcação, o armador precisa começar a amarrar as ferragens.

Ao terminar a abertura das sapatas, os radiers precisam estar prontos.

**Atenção:** o radier não pode entrar em contato com a terra. Por isso fazemos uma camada de concreto no fundo.



Sapatas preparadas com uma camada de concreto para receber o radier.

Em seguida ao radier, o topo de pilar é amarrado até a altura especificada pelo projeto:



Enfim, são feitas as formadas ao redor dos topos de pilares para fazer a concretagem.

## Logística

Mais uma vez, vemos a importância da logística para que a obra não “empaque”:

- Não é ideal furar tudo de uma vez para evitar o acúmulo de terra;
- Ao terminar a marcação, já se pede a ferragem para adiantar os radiers;
- Abriu uma sapata? Já concreta para que no dia seguinte se venha com a ferragem.

## Vigas Baldrames

Uma vez concretado, as sapatas ressurgem no nível do solo. Esse é o momento de fazer os baldrames – aquelas vigas que são literalmente a divisão do cômodo.



As vigas baldrames são o elo entre a fundação e a alvenaria da sua obra.  
Aqui nós encerramos a fundação e nos preparamos para a alvenaria.

## Impermeabilização da Base

O baldrame é chamado de base da casa. Quando ele é finalizado, parte-se para o entijolamento. Porém, antes, é fundamental realizar a impermeabilização da base. Isso vai **evitar dores de cabeça para a vida inteira.**

*Você mesmo pode aplicar o impermeabilizante, mas também pode contratar uma empresa para fazer a aplicação. Isso fica a seu critério.*

### Necessidade

Ainda que seu terreno não aparenta ser úmido, a impermeabilização é altamente recomendada.

**"Mas, Sandra, o piso não faz esse papel?"**

Realmente, o piso tem característica impermeabilizante. Porém, a água não fica parada, mas, ao contrário, ela se locomove. Um vazamento no ponto A, vai surtir efeito no ponto B, a metros de distância.

A água se locomove e a infiltração sobe pela parede – costuma aparecer logo acima do rodapé, como na imagem abaixo. Até o rodapé, o setor está protegido, mas acima dele, os sinais de infiltração já aparecem.



### Manta Asfáltica

A umidade do terreno define o tipo da impermeabilização. Se, durante a fundação, foi percebido que o terreno possui alta umidade, há uma grande

chance maior de infiltração. Nesse caso, atacamos o problema com artilharia pesada, ou seja, manta asfáltica de 3 mm. A empresa que aplica a manta vai pedir para deixar os baldrames limpos e ela vai cuidar de envelopá-los.

## Produto Líquido

Se o terreno não for úmido, o produto líquido é suficiente (Denvertec, viaplus, tecplus, etc). O custo é baixo e evita dores de cabeça com o cliente.

Observar a forma de aplicação e o tempo de secagem.

- Limpar a base;
- Misturar o produto conforme indica a embalagem;
- Utilizar broxa quadrada;
- Aplicar demões cruzadas (cria uma selagem, que garante maior eficiência do produto):
  - Aplicar a primeira demão na horizontal;
  - Esperar 2~3h (se o clima estiver mais frio, pode demorar um pouco mais);
  - Aplicar a segunda demão na vertical;
  - Aguardar novamente o tempo de secagem;
  - Aplicar a terceira demão na horizontal.

Uma vez aplicado, a textura se assemelha a de uma argamassa aplicada no local, como pode ser visto na imagem a seguir:



## Alvenaria

A alvenaria é uma parte importantíssima da obra. O cliente está ansioso à espera de ver seu imóvel tomar forma. Até então, só se tinha mexido com a parte não visível da obra. Agora as paredes começam a subir, é prazeroso ver o resultado, além de ser uma etapa rápida.

São quatro pontos que quero chamar a atenção para esta etapa: marcação, entijolamento, tipo de massa e a compatibilização da altura – sendo este último o principal deles.

### Marcação

A marcação é feita com base no projeto arquitetônico. De certa forma, os baldrames já são uma marcação, mas a conferência é feita novamente. É como uma continuação da marcação das bases. Uma carreira de tijolos é colocada sobre os baldrames.

**Atenção:** O baldrame costuma ter 30 cm, enquanto o tijolo 15 cm. Deve-se centralizar os tijolos ou aproveitar a folga para corrigir alguma inconsistência nas medidas.

### Entijolamento

Então começa-se o entijolamento:



Para evitar trincas nas quinas das portas e janelas, deve-se utilizar vergas e contra-vergas. Estas últimas raramente são colocadas. É um detalhe a ser alinhado com o encarregado, pois não costuma vir no projeto estrutural, para evitar que as indesejadas trincas apareçam nas paredes.



## Tipos de massa

Há duas opções:

- Massa da própria concreteira;
- Massa de areia, cimento e cal, feita na própria obra. É importante usar cal e não uma espécie de argila costumeiramente utilizada. Os pedreiros devem usar luvas para manusear o cal.

## Compatibilização da altura

Este é o **momento crucial da alvenaria**. Entre a alvenaria e a laje, é feito o cintamento. Se o vigamento for finalizado, não é possível mexer na altura do pé direito sem quebrar tudo e começar novamente.

### Problemas no cômodo superior

A divisão do cômodo superior é feita no pavimento inferior. A divisória da parte superior é feita no cintamento acima do entijolamento. Caso as paredes do cômodo superior não coincidam com as do cômodo inferior, as vigas de sustentação atravessam o inferior. O forro de gesso vai escondê-la.

Se as alturas não forem compatibilizadas, corre o risco do pé direito ficar baixo. Se não ficar baixo, haverá uma viga aleatória exposta no cômodo.

### Problemas no cômodo superior

Suponha um cômodo grande. As vigotas da laje não podem ficar suspensas sem

que uma viga lhes dê sustentação, como um eixo de equilíbrio.

Mais uma vez, se não houver a compatibilização das alturas, observando tanto o pé direito como a necessidade da viga e a altura do entijolamento, o cômodo terá um pé direito baixo ou uma viga exposta. Em ambos os casos, a chance de causar desconforto no cliente é alta.

### Exemplo prático

Imagine a seguinte situação:

- No projeto arquitetônico, é estipulado um pé direito de 3,30 m;
- Sua viga é de 0,50 m;
- A instalação do forro requer uma dilatação de 0,05 m;
- Com a instalação do piso e da tubulação, o chão sobe 0,10 m.

Se não for feita a compatibilização e um eventual aumento da altura do entijolamento, o pé direito final do cômodo, descontando viga, dilatação do forro, piso e tubulação, terá 2,65 m.

Percebe quão grande é **a importância de conhecer todas as etapas da obra?** Eu só vou precisar dessa altura mais para frente, no acabamento, mas eu preciso ajustar esses detalhes aqui atrás, na alvenaria, para que o problema não venha a ocorrer em uma etapa futura.

Percebeu que pode ter algum problema na altura? Converse com o arquiteto, veja se ele já considerou uma viga naqueles 3,30 m. Se sua viga maior é de 40 cm e o arquiteto precisa de 3,00 m de pé direito, é só ajustar a altura da sua alvenaria.

## Laje

Uma vez que a alvenaria está pronta, é hora de “bater a laje”. Há alguns pontos que devem ser observados, inclusive a preparação para etapas posteriores – por isso eu bato tanto na tecla de que é fundamental **conhecer todas as etapas da obra**.

## Vigamento

Finalizado o entijolamento, passamos ao vigamento. Antes de preencher o bloco do vigamento, eu recomendo que as vigotas da laje sejam preparadas, de forma que as estruturas metálicas da vigota e das vigas se engastem, formando um bloco só quando encher de concreto.



Não está errado fazer o preenchimento separado, criando dois blocos. Nas minhas obras eu já fiz assim, mas com a experiência percebi ser melhor criar um único bloco.

O fundo da fôrma da viga será a própria parede, exceto quando for uma viga suspensa, onde você precisará também de um fundo na fôrma.

## Esperas Hidráulica e Elétrica

Uma vez que o fundo da viga está pronto, seja ele parede ou fundo próprio, deve-se fazer apenas uma lateral da fôrma. Enquanto estiver fazendo essa lateral, é hora de acionar o eletricista e o bombeiro da sua obra.

Nesse ponto você precisa ter **projeto elétrico** e **projeto hidrossanitário** da obra.

O bombeiro então vai deixar esperas dentro do vigamento para distribuir a hidráulica da obra. Não se deve cortar uma viga, pois a obra é posta em risco. Para cortar o concreto de uma viga, é necessário que um engenheiro faça um estudo estrutural e uma máquina específica deve ser usada. Só assim, a obra não ficará comprometida. Mas, para poupar esse trabalho, o melhor é já deixar as esperas antes de concretar o vigamento.

*Uma estrutura bem feita determina a obra que vai cair  
e a obra que não vai cair.*

O próprio mestre de obras pode deixar as esperas hidráulicas e você só entrar em contato com o bombeiro quando a obra estiver mais avançada, porém, é importante que você já tenha o eletricista – vou comentar mais no ponto “elétrica”.

Assim como as esperas hidráulicas, os eletrodutos também devem ser postos entre os estribos. São as esperas elétricas.

As esperas hidráulicas são em menor quantidade do que as elétricas, porque estas são para a casa toda, enquanto aquelas são próprias de banheiros, cozinha e área de serviço. **Água não se tem em todos os cômodos da casa, mas luz sim.** Isso está detalhado nos projetos elétrico e hidrossanitário.

## Formas e Travamentos

Finalizadas as esperas, pode-se fechar a lateral da fôrma e começar os travamentos – é colocado um pedaço de sarrofão na lateral, preso por um arame.



A forma precisa estar travada o suficiente para que, quando o concreto vibrar, não sobre uma “barriga” na viga, que o pedreiro precise descascar o excesso.

**Atenção:** muito arame é usado no travamento. Certifique-se que o arame da obra é suficiente para o travamento.

## Escoramento

Para vigas aéreas, o escoramento já deve ter sido feito.

Os paus de escora formam um anteparo para a laje, enquanto o concreto não seca.



**Atenção:** retire as escoras no mínimo 15 dias depois de bater a laje.  
Never before this.

## Distribuição Laje

As vigotas de concreto são acompanhadas de fechamento de isopor ou de tijolos de cerâmica. Essa definição é feita no projeto estrutural e a empresa responsável já deve estar encaminhada nesta altura.



Eu nunca usei laje de tijolos. A logística do isopor é mais simples. É mais fácil subir o isopor do que os tijolos – e se cair, pode quebrar.

A disposição das vigotas deve ser feita conforme o projeto estrutural. A empresa de laje, tendo acesso ao projeto, estará enviando um croqui com a disposição das lajes de acordo com o projeto.

Dica: busque empresas que facilitem seu trabalho na obra. No caso da laje, procure uma empresa que disponibilize um croqui da distribuição da laje conforme o projeto estrutural. O pedreiro não é obrigado saber ler o projeto estrutural, mas com o croqui em mãos, ele já sabe o que fazer.

A laje em si resume-se às vigotas e ao fechamento. Mas há que se fazer ainda a concretagem da laje.

## Negativos

A malha negativa é responsável por dar rigidez à laje, evitando fissuras e riscos estruturais. Se o Engenheiro não colocar malhas no projeto estrutural, eu recomendo que você explique ao cliente o papel da malha e recomende colocar.

Há duas opções para fazer as malhas:

- Pedir o ferro e na obra mesmo amarrá-las;
- Pedir malhas POP, que já vêm em formato de jogo da velha. Basta amarrar uma à outra.

## Elétrica

Retomando então a parte elétrica, jamais deve-se concretar a laje sem que a tubulação (conduítes e eletrodutos) elétrica seja colocada. Por isso, o eletricista deve estar pronto para vir no timming certo.



## Concretagem

Finalizado o serviço do eletricista, pode-se, enfim, fazer a concretagem – uma camada de 6 a 8 cm.



O segredo para que o concreto fique liso é o uso de um equipamento chamado “vibrador”. Ele vibra para que o concreto não fique encaroçado. Mas isso apenas se você seguir a minha recomendação de fazer um bloco só de vigotas e vigamento. Caso opte por blocos separados, aqui a concretagem será apenas o cintamento.



**Atenção:** antes de chegar ao ponto da concretagem, você deve:

- Ter se atentado ao tipo de concreto especificado;
- Ter acertado com a concreteira que, por sua vez, já deve ter feito a “cubagem”, ou seja, ter calculado quantos metros cúbicos de concreto são necessários para a concretagem;
- Definido o orçamento – talvez você orce em lugares diferentes, mas o cliente já deve ter definido por qual optará;
- Agendado a concretagem em si.

**Dica:** marque concretagem para o período da manhã, pois a chance de atrasar é grande. A concretagem não pode ser interrompida e continuada no dia seguinte. Se estiver marcada para o período da tarde e atrasar, você corre o risco de ter de pagar hora extra para os funcionários da obra.

Quem realiza a concretagem é a empresa, mas é fundamental ter um funcionário que acompanhe e confira se o concreto está na altura certa. Também é recomendado que sejam colocados piques de 7 em 7 cm para garantir o nivelamento da laje.

### Molhar o concreto

A menos que esteja em um período frio ou que esteja garoando com frequência, é recomendado que o concreto seja molhado. Se a concretagem foi feita na sexta, peça a um funcionário que molhe o concreto uma vez no sábado e outra no domingo.

Se o concreto secar muito rápido, há o risco de surgir fissuras. Uma vez molhado, a secagem é retardada, atenuando a possibilidade de trincas surgirem.

Organize-se para que a concretagem seja feita de segunda à quinta-feira, evitando pagar hora extra a um funcionário.

Quanto de água? Basta molhar a laje, não precisa deixar uma lâmina de água sobre ela.

## Segundo Pavimento

Se a obra tiver um segundo pavimento, novamente deve-se voltar à marcação. Caso contrário, este módulo está finalizado.

No caso de um prédio, em geral, os andares são cópias uns dos outros. É só seguir a cartilha até chegar à laje final.

NJá para uma casa de dois ou três pavimentos, não há o espalhamento dos andares. Nesse caso, há vigamentos aéreos, como já comentamos.

O processo do primeiro pavimento deve ser repetido:

- Marcação;
- Entijolamento;
- Verificar pé direito;
- Laje.

## E as escadas?

Nas minhas obras, eu nunca faço as escadas sem que todas as lajes estejam prontas – exceto em prédios. Para o acesso dos funcionários aos andares superiores, fazemos rampas ou escadas provisórias de madeira.

Há um módulo dedicado apenas às escadas.