

## FORMAS E ESCORAMENTOS

### Formas:

São os moldes que darão a forma do concreto. As Formas para concreto armado devem satisfazer aos seguintes requisitos de ordem geral:

- Serem executadas rigorosamente de acordo com as dimensões indicadas no projeto e ter a resistência necessária para não se deformarem sensivelmente sob ação dos esforços que vão suportar, isto é, a ação conjunta de seu peso próprio, do peso do concreto fresco, peso das armaduras e cargas acidentais. Vigas e lajes com grandes vãos deverão ter sobre elevação de nível (contra flecha), dimensionada pelo engenheiro calculista, para compensar a deformação inevitável sob ação das cargas;

- Ser praticamente estanques. Condição importante para se evitar perda de cimento arrastado pela água. Neste sentido, é importante que as tábuas estejam bem alinhadas, para que se justaponham o melhor possível. Eventuais fendas deverão ser cuidadosamente tapadas, com introdução de papel (pode ser saco de cimento) ou sarrafo sobreposto;

- Ser construída de maneira que permita retirada de seus diversos elementos com relativa facilidade, principalmente sem choques a estrutura recém-concretada. Para este fim, o seu escoramento deve ser sobre cunhas ou outros dispositivos apropriados;

- Ser projetada e executada de modo que permita um maior número de reutilização das peças.

- Ser feita com madeira aparelhada, nas obras de concreto aparente. A responsabilidade destas verificações está a cargo do Mestre da Obra e do Engenheiro Responsável, (ou Engenheiro Residente);

- Durante a execução das formas, são gerados resíduos de madeira, serragem; além de diversos resíduos de outros serviços nas proximidades, como pedaços de eletrodutos, pontas de arame, cacos das lajetas das lajes pré-moldadas, etc. Antes da concretagem, todos estes resíduos deverão ser retirados do fundo das formas, evitando-se misturar ao concreto;

- Verifique antecipadamente com o mestre da obra, áreas com lajes rebaixadas, (diferenças de níveis) anotadas no projeto estrutural.

### Profissionais envolvidos para execução de formas:

São realizadas pelos Carpinteiros e Ajudantes. Normalmente estes profissionais trabalham em duplas, que poderá estar composta de:

- Um Carpinteiro e um Ajudante;
- Um Carpinteiro e um Meio Oficial de Carpinteiro (aprendiz de carpinteiro);
- Dois Carpinteiros.

Se o ajudante for inexperiente, sua ajuda ao profissional poderá ser ineficiente e com baixa produtividade, podendo até colocar em risco a segurança da equipe. Lembre-se que normalmente estes profissionais estão trabalhando em grandes alturas, em locais de difícil acesso e com materiais de grandes dimensões (tábuas com 4 metros ou mais, chapas de compensado, etc.) A segunda opção tem uma boa relação custo/benefício. E a nossa recomendação. Sobre a terceira opção: se você perguntar a um carpinteiro, quem ele prefere como companheiro de trabalho para formar as duplas, ele responderá invariavelmente: Outro carpinteiro. Todavia, será sempre a opção mais cara. Faça alguns testes na obra, para verificar a própria compatibilidade de personalidade e sistema de trabalho entre os operários para montar as duplas.

#### Escoramento:

São os elementos que deverão manter as formas de vigas elevadas ou fundo de lajes estáveis durante o processo de lançamento do concreto e seu adensamento por vibração. Poderão ser construídas com:

- Pontaletes com secção quadrada 7,5 x 7,5 cm (bastante usual);
- Postes circulares de Eucalipto;
- Estrutura Metálica própria para esta finalidade;
- Escoramento com Pontaletes.

As estruturas usuais de concreto armado, com vãos entre pilares de 3,00 a 4,00 metros, vigas com secção aproximada de 15x40 cm; será necessário 1 pontalete para cada 1 m<sup>2</sup>. Deverá ser realizado travamento intermediário das peças verticais. Para outros vãos entre pilares, vigas de maiores dimensões e lajes espessas, deverá ser consultado um engenheiro para calcular o peso de concreto e quantidade de escoramentos necessários. Cuidado especial com o escoramento da laje do primeiro pavimento, em que os pontaletes de sustentação ou escoramento metálico apoia sobre o terreno natural (mesmo que compactado). Será concentrado um esforço muito grande no pé do pontalete de sustentação, que o solo não resistirá, cedendo alguns centímetros e gerando rebaixamento da laje durante a concretagem, devido ao peso do concreto lançado. O ideal será colocar uma tábua de apoio e os pés dos pontaletes deverão ser calçados com cunhas. As cunhas deverão ser usadas mesmo quando o escoramento nasce sobre o contra piso ou laje de concreto. Cuidar também para que o pé do pontalete esteja cortado no esquadro, sem inclinações com relação ao sentido longitudinal:

#### Escoramento Metálico:

Usualmente, este tipo de escoramento é alugado de empresas especializadas, que no escopo dos serviços propostos está incluso:

- Confecção do projeto de escoramento;
- Supervisão e orientação técnica para montagem e desmontagem;
- Entrega do material na obra;
- Retirada do material conforme liberação das peças;

Para cotação de preços deverá ser fornecido cópia do projeto de formas e levantamento planialtimétrico do terreno. O escoramento é realizado por um conjunto de peças que deverá ser montado conforme orientações do fabricante e pela equipe da obra (carpinteiros). As peças têm regulagem de nível e constituem um sistema bastante simples de utilização. Para obras residenciais, e sem muitas repetições, o preço final acaba mais elevado que o sistema convencional de escoramento de madeira. Para obras de edifícios, o ganho na velocidade de montagem e desmontagem do escoramento metálico, compensa seu custo mais elevado, tendo-se mostrado muito eficiente e economicamente viável.

#### Sistema Convencional:

Para se ter a garantia de que uma estrutura ou qualquer peça de concreto armado seja executada fielmente ao projeto e tenha a forma correta, depende da exatidão e rigidez das formas e de seus escoramentos. Geralmente as formas têm a sua execução atribuída aos mestres de obra ou encarregados de carpintaria resultando em um consumo intenso de materiais e mão de obra.

Hoje em dia existe um grande elenco de alternativas para confecção de formas estudadas e projetadas para todos os tipos de obras. As formas significam cerca de 40% do custo total das estruturas de concreto armado. Considerando que a estrutura representa em média 20%, do custo total de um edifício concluímos que racionalizar ou otimizar a forma corresponde a 8% do custo de construção.

Nessa análise, estamos considerando os custos diretos, mas existem também os chamados indiretos, que podem alcançar níveis representativos. Durante a execução da estrutura (forma, armação e concretagem) a montagem das formas é geralmente uma fase delicada e responde por cerca de 50% do prazo de execução do empreendimento. Portanto, o seu ritmo estabelece o ritmo das demais atividades e eventuais atrasos. A forma é responsável por 60% das horas-homem gastas para execução da estrutura e às 40 horas restantes ficam para as atividades de armação e concretagem. Portanto devemos satisfazer todos os requisitos para a sua perfeita execução. Colocar a agulha do vibrador entre a forma e as armaduras, pode danificar os painéis.

#### Materiais e ferramentas:

De acordo com o acabamento superficial das formas pode-se definir o tipo de material a ser empregado na sua execução. Tábuas de madeira serrada, chapa de madeira compensada resinada, chapa de madeira compensada plastificada, além dos pregos e barras de ferro redondo para serem utilizados sob forma de tirantes. Existem também, diferentes tipos de formas metálicas assim como pontaletes tubulares.

##### a) Tábuas de madeira serrada.

Devem ter as seguintes qualidades:

- Elevado módulo de elasticidade e resistência razoável e não ser excessivamente dura;
- Baixo custo.

As tábuas mais utilizadas são o pinho de 2ª e 3ª, o cedrinho, timburi e similares sendo as bitolas comerciais mais comuns as de 2.5 x 30 cm (1" x 12"), 2.5 x 25 cm (1" x 10") e 2.5 x 20 cm (1" x 8"). As tábuas podem ser reduzidas a qualquer largura e desdobradas em sarrafos, dos quais os mais comuns são os de 2.5 x 15 cm, 2.5 x 10 cm, 2.5 x 7 cm e 2.5 x 5 cm.

##### b) Chapas de madeira compensada:

As chapas de madeira compensada mais usada para forma tem dimensões de 220 x 110 cm e a espessura variam de 6, 10 e 12 mm. As chapas têm acabamento resinado quando as estruturas de concreto armado forem revestidas e plastificadas quando as estruturas ficarem aparente. As chapas compensadas são compostas por diversas lâminas coladas com cola branca PVA ou fenólica. As chapas coladas com cola fenólica são mais resistentes ao descolamento das lâminas quando submetidas à umidade.

##### c) Escoramentos:

Podemos utilizar para escoramentos pontaletes de eucaliptos ou peças de peroba como os caibros 5 x 6 cm, 5 x 7 cm, 8 x 8 cm, as vigas 6 x 12 cm e 6 x 16 cm além dos escoramentos tubulares metálicos. Se os pontaletes forem apoiados no terreno, para evitar recalques, devemos colocar tábuas ou pranchas. Estas deverão ser maiores quanto mais fraco for o terreno, de modo que as cargas dos pontaletes seja distribuída numa área maior. Prever cunhas duplas nos pés dos pontaletes para possibilitar uma desforma mais fácil. Nos pontaletes com mais de 3 m prever travamentos horizontais e contraventamentos para evitar flambagem.

*Cuidado com emendas nos pontaletes:* Cada pontalete de madeira só poderá ter uma emenda a qual não poderá ser feita no terço médio do seu comprimento. Nas emendas os topos das duas peças devem ser planos e normais ao eixo comum. Devendo nestes casos ser pregados sobre juntas de sarrafos em toda a volta das emendas.

*Obs.: No caso de emprego de escoramento metálico devem ser seguidas as instruções do fornecedor responsável pelo sistema.*

d) Pregos:

Os pregos obedecem às normas ER-73 e PB-581 ABNT.

Os mais utilizados para a execução das formas são:

- Formas de tábuas = 18 x 27 e 19 x 36
- Formas de chapas = 15 x 15 e 18 x 27
- Escoramentos = 19 x 36 e 18 x 27

O diâmetro deve ser escolhido entre 1/8 e 1/10 da espessura da peça de menor espessura. Devemos deixar os materiais em locais cobertos e protegidos do sol e da chuva.

Em relação ao manuseio das chapas compensadas deve-se tomar o cuidado para não danificar os bordos. As ferramentas utilizadas para a execução das formas são as de uso do carpinteiro, como o martelo, serrote, lima, etc. Também utilizamos uma mesa de serra circular e uma bancada com gabarito para a montagem dos painéis.

- *Bancada com gabarito para montagem dos painéis das formas:*

A mesa de serra deve ter altura e todos os sistemas de proteção que permita proceder ao corte de uma seção de uma só vez e suas dimensões devem ser coerentes com as dimensões das peças a serrar. É importante também, adotar-se um disco de serra com dentes compatíveis com o corte a ser feito.

- Componentes:

1 – PAINÉIS: Superfícies planas formadas por tábuas ou chapas, etc. Formam os pisos das lajes, as faces das vigas, dos pilares e paredes.

2 – TRAVESSAS: Peças de ligações entre tábuas ou chapas dos painéis de vigas, pilares e paredes, geralmente feitas de sarrafos ou caibros.

3 – TRAVESSÕES: Peças de suporte empregadas apenas nos escoramentos dos painéis de lajes, geralmente feitos de sarrafos ou caibros.

4 – GUIAS: Peças de suporte dos travessões geralmente feitas de caibros ou tábuas trabalhando a cutelo (espelho). Usando-se tábuas, os travessões são suprimidos.

5 – FACES: Painéis que formam os lados das formas das vigas.

6 – FUNDO DAS VIGAS: Painéis que formam a parte inferior das vigas.

7 – TRAVESSAS DE APOIO: Peças fixadas sobre as travessas verticais das faces das vigas destinadas ao apoio dos painéis de lajes e dos suportes dos painéis de laje (travessões e guias).

8 – CANTONEIRAS: Peças triangulares pregadas nos ângulos internos das formas.

9 – GRAVATAS: Peças que fixam os painéis das formas dos pilares e vigas.

10 – MONTANTES: Peças destinadas a reforçar as gravatas dos pilares.

11 – PÉS-DIREITOS: Suportes das formas de lajes, geralmente feitos de caibros ou troncos de eucaliptos.

12 – PONTALETES: Suportes das formas das vigas, geralmente feitos de caibros ou troncos de eucaliptos.

13 – ESCORAS: (mãos - francesas) Peças inclinadas, trabalhando a compressão.

14 – CHAPUZES: Pequenas peças feitas de sarrafos, geralmente empregadas como suporte e reforço de fixação das peças de escoramento, ou como apoio extremo das escoras.

15 – TALAS: Peças idênticas aos chapuzes destinadas à ligação e a emenda das peças de escoramento.

16 – CUNHAS: Peças prismáticas, geralmente usadas aos pares.

17 – CALÇOS: Peças de madeira as quais se apoiam os pontaltes e pés direitos por intermédio de cunhas.

18 – ESPAÇADORES: Peças destinadas a manter a distância interna entre os painéis das formas de paredes, fundações e vigas.

19 – JANELAS: Aberturas localizadas na base das formas, destinadas a limpeza.

20 – TRAVAMENTO: Ligação transversal das peças de escoramento que trabalham a flambagem.

21 – CONTRAVENTAMENTO: Ligação destinada a evitar qualquer deslocamento das formas interligando-as entre si.

- *Detalhes de utilização:*

Pilares - São formados por painéis verticais travados por gravatas. Quando forem concretados antes das vigas, garantimos o prumo prevendo contraventamentos em duas direções perpendiculares entre si os quais deverão estar bem apoiados no terreno em estacas firmemente batidas ou engastados na base das lajes. Devem ser bem fixados com pregos 18 x 27 ou 19 x 36 nas ligações com a forma e com os apoios (estacas ou engastamentos). Em pilares altos prever contraventamentos em dois ou mais pontos de altura e nos casos de contraventamentos longos prever travessas com sarrafos para evitar flambagem.

- *Detalhes do escoramento e contraventamentos em pilares:*

Devemos colocar gravatas com dimensões proporcionais às alturas dos pilares para que possam resistir ao empuxo lateral do concreto fresco. Na parte inferior dos pilares a distância entre as gravatas devem ter o máximo de 40 cm. Não devemos esquecer-nos de deixar na base dos pilares uma janela para a limpeza e lavagem do fundo bem como deixar janelas intermediárias a cada 2 m para concretagem em etapas. Esta janela tem a função de facilitar a vibração evitando a desagregação do concreto responsável pela formação de vazios nas peças concretadas (bicheiras).

- *Reforços em gravatas: Tensores.*

São dispositivos conhecidos como “espaguete” que tem a finalidade de reforçar o travamento das formas garantindo sua imobilidade durante a concretagem. Geralmente são peças cilíndricas e rosqueadas que transpassam os painéis. Em obras de pequeno vulto, podemos improvisar arames trançados que transpassando as formas são esticados através de torniquete feitos com sarrafo.