

ARTIGO ABRASFE

Manual de informações básicas de fôrma e escoramento (Parte 1)

Introdução:

Este primeiro E-book tem como finalidade introduzir as definições de fôrma e escoramento e conceitos básicos para execução de projetos, definições de concreto, cuidados com apoio, montagem, desmontagem, e concretagem, dos equipamentos.

Essas informações estão fundamentadas na NBR 15696:2009 e reuniões dos comitês de engenharia da ABRASFE.

Manual de informações básicas de fôrma e escoramento

Fôrmas:

Estruturas provisórias que servem para moldar o concreto fresco, resistindo a todas as ações provenientes das cargas variáveis resultantes das pressões do lançamento do concreto fresco, até que o concreto se torne autoportante.

Podem ser de madeira ou metálica.

As fôrmas devem:

- ter rigidez para assegurar o formato e as dimensões das peças da estrutura projetada
- ser suficientemente estanques, de modo a impedir a perda de pasta de cimento.

Fôrma de madeira



Fôrma metálica



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÔRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de fôrma e escoramento

Escoramento:

Estruturas provisórias com capacidade de resistir e transmitir às bases de apoio da estrutura do escoramento todas as combinações de construção diretas provenientes das ações permanentes e variáveis
Podem ser feitos com madeira, torres e escoras metálicas.

Escoramento de madeira



Escoramento metálico com torres e escoras



Manual de informações básicas de fôrma e escoramento

Cuidados com o apoio do escoramento:

Devem ser tomadas precauções necessárias para evitar recalques prejudiciais provocados no solo ou na base de apoio do escoramento pelas cargas por este transmitidas, prevendo-se o uso de lastro, piso de concreto ou pranchões para correção de irregularidades e melhor distribuição de cargas, assim como cunhas ou hastes reguláveis, para ajuste de níveis. O dimensionamento das bases de apoio ou fundações das fôrmas e escoramentos é de incumbência do responsável técnico pela execução da obra;

O escoramento ou a fôrma não podem ser apoiados diretamente no solo.

Apoio sobre pranchão



Apoio sobre pranchão



Manual de informações básicas de fôrma e escoramento

Informações que devem conter nos projetos de fôrma e escoramento:

- a) especificar os materiais utilizados;
- b) especificar as cargas admissíveis dos equipamentos utilizados;
- c) definir clara e exatamente o posicionamento de todos os elementos utilizados;
- d) definir as cargas nas bases de apoio;
- e) ser detalhado com plantas, cortes, vistas e demais detalhes, de tal forma que não fiquem dúvidas para a correta execução da montagem.
- f) os desenhos de projeto devem ser apresentados em escala adequada para o nível de informações desejadas.
- g) mencionar os critérios adotados para o dimensionamento da fôrma, tais como a pressão do concreto, a velocidade de lançamento, altura de concretagem e de vibração, consistência do concreto, metodologia de lançamento etc.;
- h) devem ser indicados nos desenhos de projeto as contra flechas de vigas, inclusive de vigas treliçadas.



ABRASFE

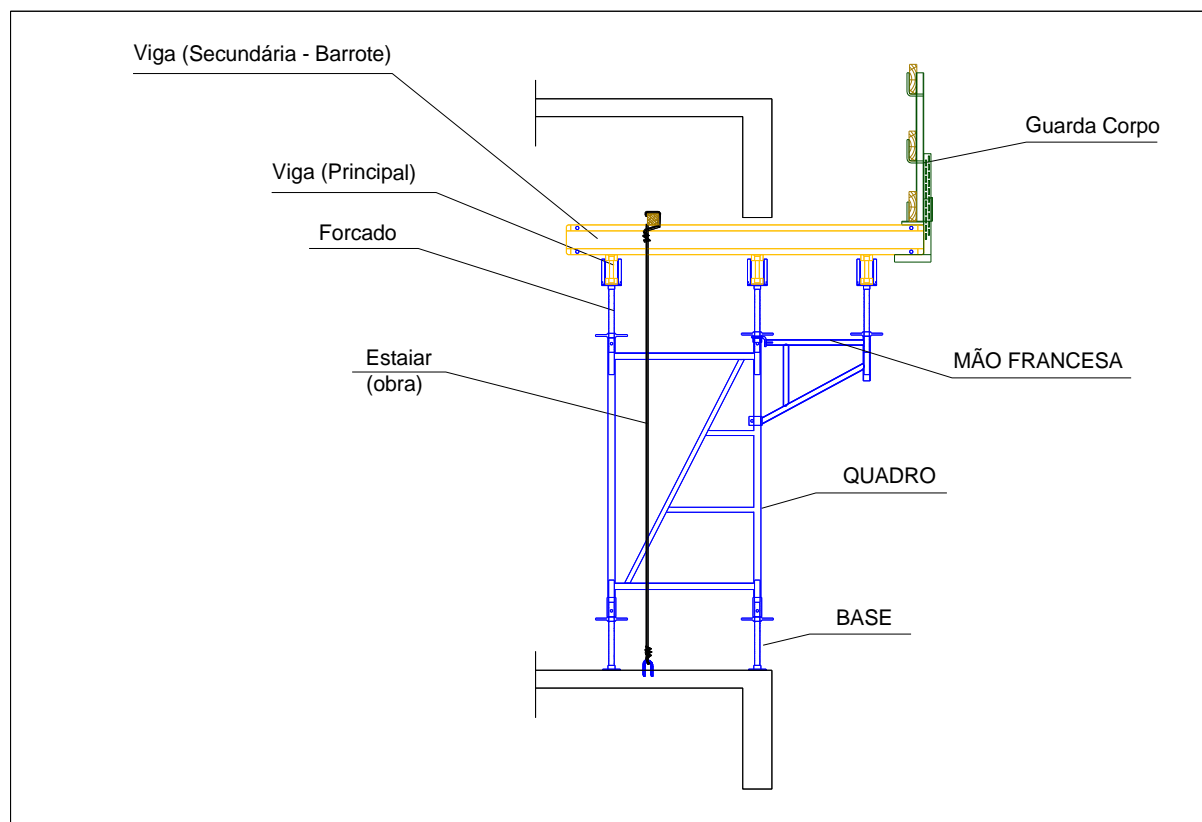
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÔRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de fôrma e escoramento

Informações que devem conter nos projetos de fôrma e escoramento (continuação):

i) as torres utilizadas para escoramento de periferia devem ser estaiadas antes de serem utilizadas;

Para escoramento de vigas e lajes de periferia, vide recomendação técnica RT003-2015 (ABRASFE)



Manual de informações básicas de fôrma e escoramento

Cargas a serem consideradas no dimensionamento das fôrmas e escoramento:

- a) peso próprio dos elementos da estrutura de escoramento e das fôrmas;
- b) peso de todos os elementos da estrutura de concreto a serem suportados pelo escoramento, tais como lajes, vigas, paredes, capitéis etc.;
- c) cargas provenientes do método de lançamento do concreto sobre as fôrmas e o escoramento;
- d) sobrecarga de trabalho na execução dos serviços de lançamento, adensamento e acabamento do concreto. A sobrecarga de trabalho deve ser de no mínimo $2,0 \text{ kN/m}^2$;
- e) impacto do lançamento do concreto - impactos causados por máquinas, equipamentos utilizados no lançamento do concreto etc.;
- f) vibrações do concreto e as decorrentes de equipamentos de adensamento do concreto;
- g) pressões de vento conforme determinações da norma ABNT NBR 6123:1988, sendo que não deve ser inferiores a $0,6 \text{ kN/m}^2$;
- h) quando utilizado plataformas de trabalho, deve ser considerada a sobrecarga mínima de $1,5 \text{ kN/m}^2$.



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÔRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de fôrma e escoramento

Cargas a serem consideradas no dimensionamento das fôrmas e escoramento (continuação):

- i) cargas provenientes da pressão horizontal do concreto.
- j) esforços horizontais aplicados nas laterais das fôrmas da laje, para efeito de cálculo de contraventamento e/ou ancoragem em pontos fixos externos, devem ser adotados iguais a 5 % da carga vertical aplicada neste mesmo nível nos dois sentidos principais da laje, se não considerados os efeitos dinâmicos devidos a bombas de concreto. Neste caso, deve-se considerar este efeito somado ao primeiro esforço horizontal.



Manual de informações básicas de fôrma e escoramento

Definições de concreto:

Concreto fresco

Concreto que está completamente misturado e que ainda se encontra em estado plástico, capaz de ser adensado por um método escolhido.

Concreto fluido

Concreto fresco recém-lançado ou em lançamento, que ainda não iniciou a pega; pode-se considerar que possui características de líquido,
O Concreto fluido endurece em no máximo 5h.

Concreto estrutural

Termo que se refere ao espectro completo das aplicações do concreto como material estrutural.

Peso específico do concreto armado:

$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$, podendo variar conforme sua composição



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÔRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de fôrma e escoramento

Plataforma de trabalho:

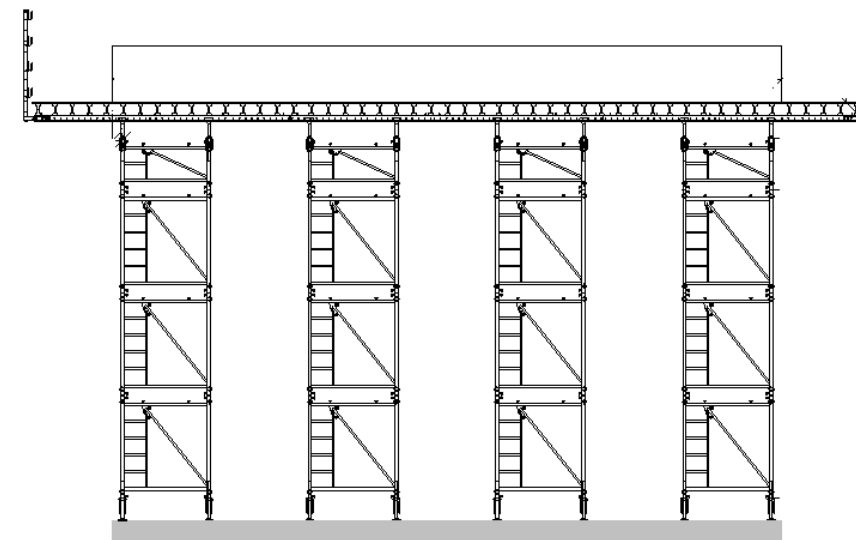
Estruturas auxiliares utilizadas para acesso e trabalho de pessoas e equipamentos necessários para trabalhos em fôrmas e escoramento.

Devem possuir plataforma de trabalho dimensionada com capacidade de carga igual ou superior a $1,50 \text{ kN/m}^2$, conforme NBR 15696:2009. Deve possuir no mínimo 60 cm de largura e destinar-se a proteção e a realização de serviços de fechamento de formas laterais e não podem ser utilizadas, em hipótese alguma, para estocagem de materiais, como por exemplo as barras de aço utilizadas na armação.

Plataforma de trabalho



Plataforma de trabalho



Manual de informações básicas de fôrma e escoramento

Estados-limites de utilização:

Estados que, pela sua ocorrência, repetição ou duração, provoquem efeitos incompatíveis com as condições de uso da estrutura, tais como: deslocamentos excessivos, vibrações e deformações permanentes.

A condição para dimensionamento é:

$$u_{\text{total}} \leq u_{\text{lim}}$$

onde:

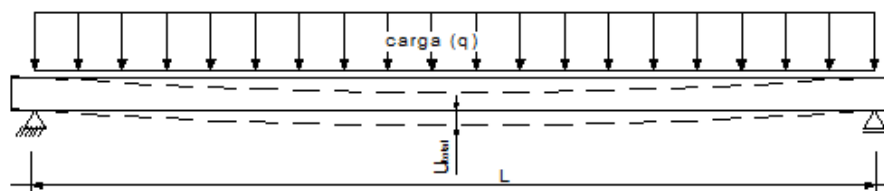
u_{total} é a máxima flecha que ocorre no elemento, calculada com carga de peso próprio do concreto e sobrecarga de $1,0 \text{ kN/m}^2$, sem aplicação de coeficiente de segurança;

u_{lim} é a deformação-limite,

onde $u_{\text{lim}} = L/400$ (em milímetros)*

*na norma **NBR 15696:2009** consta $u_{\text{lim}} = 1+L/500$, recomendado pela Abrasfe $u_{\text{lim}} = L/400$.

NOTA: Entende-se por vão entre apoios (L) a distância entre os apoios de cada elemento estrutural do escoramento ou fôrma estudada, conforme Figura abaixo, dada em milímetros.



Manual de informações básicas de fôrma e escoramento

Cuidados na montagem de fôrmas e escoramento

- a) toda a montagem de fôrmas e escoramento deve ser executada mediante a utilização de um projeto específico.
- b) devem ser tomadas precauções necessárias para evitar recalques prejudiciais provocados no solo ou na base de apoio do escoramento pelas cargas por este transmitidas, prevendo-se o uso de lastro, piso de concreto ou pranchões para correção de irregularidades e melhor distribuição de cargas.
- c) no caso do emprego de fôrmas e escoramentos industrializados, devem ser seguidas as instruções do fornecedor do sistema;
- d) a concentração de componentes e furos em uma determinada região da estrutura deve ser objeto de verificação pelo projetista estrutural;
- e) utilizar acessórios ou elementos estruturais das fôrmas, tais como barras de ancoragem, tirantes, tubulações e similares, conforme previsto em projeto.
- f) recomenda-se evitar o uso de fôrmas perdidas. Nos casos em que, após a concretagem da estrutura ou de um determinado elemento estrutural, não seja feita a retirada da fôrma ou parte dela.
- g) quando agentes destinados a facilitar a desmoldagem forem necessários, devem ser aplicados exclusivamente na fôrma antes da colocação da armadura e de maneira a não prejudicar a superfície do concreto.



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÔRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de fôrma e escoramento

Cuidados na concretagem

- a) antes do lançamento do concreto, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das fôrmas e escoramentos, antes do lançamento do concreto, a fim de assegurar que as dimensões e posições das fôrmas e escoramentos sejam mantidas conforme projeto e assim permitir o tráfego de pessoal e equipamentos necessários à operação de concretagem com segurança;
- b) Verificar se não existem folgas nos suportes e bases dos escoramentos;
- c) a superfície interna das fôrmas deve ser limpa e deve-se verificar a condição de estanqueidade (vedação) das juntas, de maneira a evitar a perda de pasta ou argamassa, nas fôrmas de paredes, pilares e vigas estreitas e altas, devem ser deixadas aberturas provisórias próximas ao fundo, para limpeza;
- d) fôrmas construídas com materiais que absorvam umidade ou facilitem a evaporação devem ser molhadas até a saturação para minimizar a perda de água do concreto, fazendo-se furos para escoamento da água em excesso, salvo especificação contrária em projeto, se a fôrma for utilizada para concreto aparente, o tratamento das superfícies da fôrma deve ser feito de maneira que o acabamento requerido seja alcançado;
- e) as tubulações de bombeamento do concreto nunca devem ser fixadas ao escoramento ou às fôrmas e sim aos pilares concretados;
- f) evitar acúmulo de concreto sobre fôrmas e escoramento para que as sobrecargas de projeto não sejam ultrapassadas.



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÔRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de fôrma e escoramento

Cuidados na retirada de fôrmas e escoramento

- a) a retirada de fôrmas e escoramentos deve ser executada de modo a respeitar o comportamento da estrutura em serviço. No caso de dúvidas o responsável técnico pela execução da obra deve obter esclarecimentos sobre a sequência correta para retirada das fôrmas e do escoramento.
- b) nenhuma carga deve ser imposta e nenhum escoramento removido de qualquer parte da estrutura, enquanto não houver certeza de que os elementos estruturais e o novo sistema de escoramento têm resistência suficiente para suportar com segurança as ações a que estarão sujeitos;
- c) nenhuma ação adicional não prevista nas especificações do projeto ou na programação da execução da estrutura de concreto deve ser imposta à estrutura ou ao sistema de escoramento sem que se comprove que o conjunto tem resistência suficiente para suportar com segurança as ações a que estará sujeito;
- d) a retirada do escoramento e das fôrmas deve ser efetuada sem choques;
- e) em elementos de concreto protendido é fundamental que a remoção das fôrmas e escoramentos seja efetuada em conformidade com a programação prevista no projeto estrutural.
- f) deve ser dada especial atenção ao tempo especificado para a retirada dos escoramentos e das fôrmas, que possa impedir a livre movimentação de juntas de retração ou dilatação, bem como de articulações.



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÔRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de fôrma e escoramento

Cuidados na retirada de fôrmas e escoramento (continuação)

- g) se a fôrma for parte integrante do sistema de cura, como no caso de pilares e laterais de vigas, o tempo de remoção deve considerar os requisitos específicos;
- h) o projetista da estrutura deve informar ao responsável pela execução da obra os valores mínimos de resistência característica à compressão (f_{ck}) e módulo de elasticidade (E_c) que devem ser obedecidos concomitantemente para a retirada das fôrmas e do escoramento, tendo o responsável técnico pela obra que garantir que o f_{cj} (resistência média do concreto à compressão) e o E_c especificados no projeto estrutural, estejam atendidos na idade da remoção do escoramento;
- g) o responsável técnico pela obra deve acompanhar o comportamento da estrutura, no que concerne às flechas, comparando-as com a especificação do plano de desforma, e reportando ao projetista da estrutura, as eventuais diferenças;
- h) o ciclo de remoção (ou remanejamento) deve ser de no mínimo quatorze dias. Quando da utilização de concretos cujas características de resistência e deformação possam ser alcançadas mais rapidamente, análise e planejamento do sistema de escoras podem ser feitos e o ciclo pode ser reduzido, desde que asseguradas as condições dos itens acima;



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÔRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO