

FÔRMAS

ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO

1 – CONCEITO

2 – TIPOS DE FÔRMAS

3 – EXECUÇÃO DAS FÔRMAS

4 – ESCORAMENTOS DE FÔRMAS

5 – PRAZOS PARA DESFÔRMAS

GLOSSÁRIO

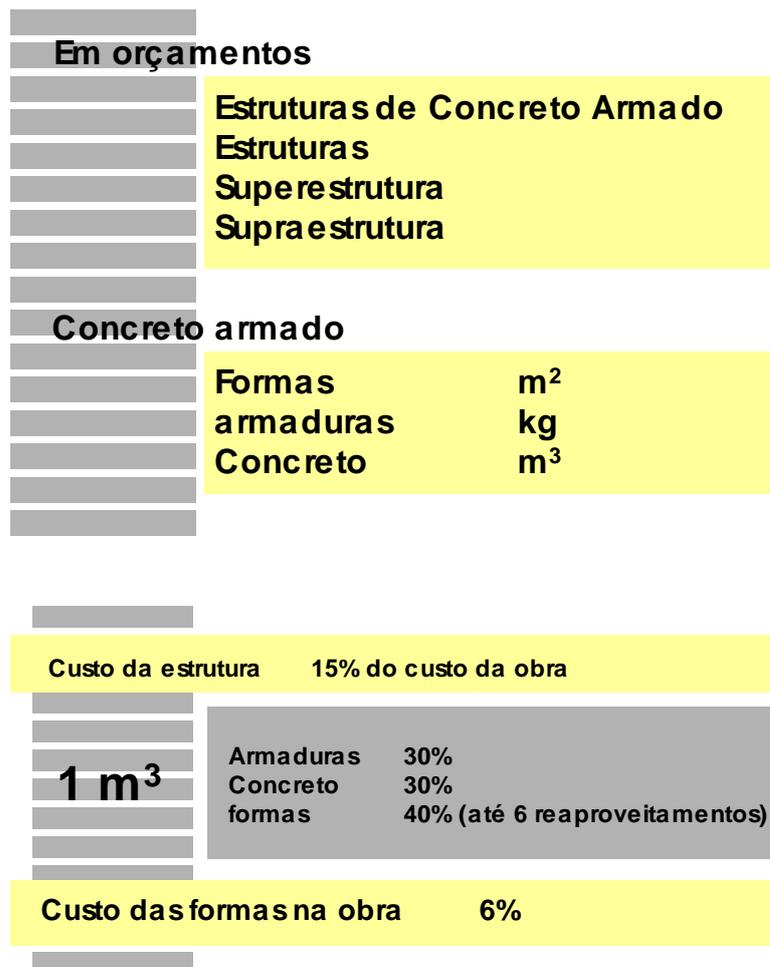
NORMAS TÉCNICAS

BIBLIOGRAFIA

1 – CONCEITO

São as estruturas provisórias, geralmente de madeira, destinadas a dar forma e suporte aos elementos de concreto até a sua solidificação. Além da madeira, que pode ser reutilizada várias vezes, tem sido difundido, ultimamente, o uso de fôrmas metálicas e mistas, combinando elementos de madeira com peças metálicas, plásticos, papelão e pré-moldados.

Na construção civil, sempre foi certo consenso deixar para que encarregados e mestres fossem responsáveis pela definição das fôrmas, acreditando-se no critério adotado para dimensionamento prático fosse suficiente para garantir a estabilidade das estruturas provisórias. Pouca atenção foi dispensada para os custos decorrentes da falta de um rigor maior no trato das fôrmas. Atualmente, com o alto custo da madeira, a necessidade de maior qualidade (controle tecnológico dos materiais), a redução das perdas (materiais e produtividade da mão-de-obra), redução de prazos de entrega (competitividade) etc, é imperioso que o engenheiro dê a devida importância ao dimensionamento das fôrmas e escoramentos provisórios considerando os planos de montagem e desmontagem e o reaproveitamento na mesma obra.



2 – TIPOS DE FÔRMAS

Em geral as fôrmas são classificadas de acordo com o material e pela maneira com são utilizadas, levando em conta o tipo de obra. Na tabela abaixo são mostradas as possibilidades do uso das fôrmas.

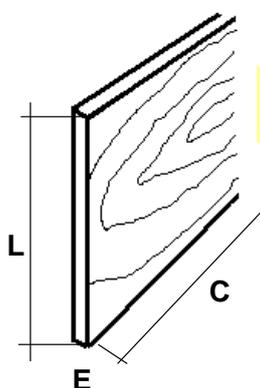
Tipos de fôrmas	Material	Indicação (tipo de obra)
Convencional	Madeira	Pequenas obras particulares e detalhes específicos
Moduladas	Madeira e mistas	Obras repetitivas e edifícios altos
Trepantes	Madeira, metálicas e mistas	Torres, barragens e silos
Deslizantes verticais	Madeira, metálicas e mistas	Torres e pilares altos de grande seção
Deslizantes horizontais	Metálicas	Barreiras, defensas e guias

2.1 – Fôrmas de madeira

Muitas são as razões para as fôrmas de madeira ter seu uso mais difundido na construção civil. Entre elas estão: a utilização de mão-de-obra de treinamento relativamente fácil (carpinteiro); o uso de equipamentos e complementos pouco complexos e relativamente baratos (serras manuais e mecânicas, furadeiras, martelos etc.); boa resistência a impactos e ao manuseio (transporte e armazenagem); ser de material reciclável e possível de ser reutilizado e por apresentar características físicas e químicas condizentes com o uso (mínima variação dimensional devido à temperatura, não-tóxica etc.). As restrições ao uso de madeira como elemento de sustentação e de molde para concreto armado se referem ao tipo de obra e condições de uso, como por exemplo: pouca durabilidade; pouca resistência nas ligações e emendas; grandes deformações quando submetida a variações bruscas de umidade; e ser inflamável.

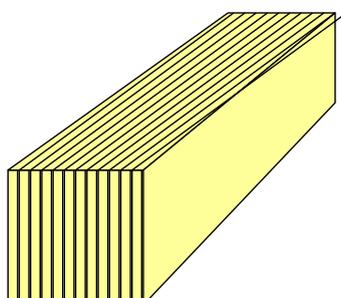
2.1.1 – Fôrmas de tábuas

As fôrmas podem ser feitas de tábuas de pinho (araucária – pinheiro do Paraná); cedrinho (cedrilho); jatobá e pinus (não-recomendado). O pinho usado na construção é chamado de pinho de terceira categoria ou 3ª construção ou IIIªC. Normalmente, as tábuas são utilizadas nas fôrmas como painéis laterais e de fundo dos elementos a concretar. Algumas madeireiras podem fornecer, ainda, pinho tipo IVª Rio com qualidade suficiente para serem usadas como fôrmas na construção.



Dimensões usuais das tábuas

Nomenclatura	Espessura (E) polegada (cm)	Largura L polegada (cm)	Comprimento C (metro)
1x4	1 (2,54)	4 (10,16)	Básico 4,20
1x6		6 (15,24)	comercial 3,90
1x9		9 (22,86)	comercial 3,60
1x12		12 (30,48)	comercial 3,30



Dúzia reduzida

12 tábuas de 1"x12" com 4,20 m

Área de painel = 50,4 m²

Volume de madeira = 0,39 m³

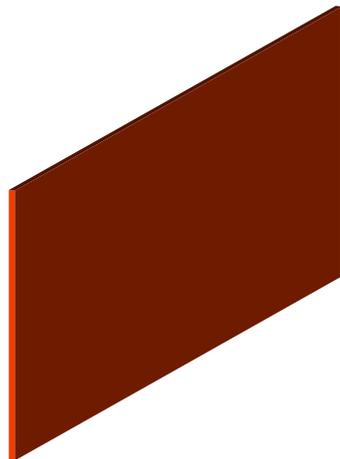
2.1.2 – Chapas compensadas

Normalmente são usadas em substituição às tábuas nos painéis das fôrmas dos elementos de concreto armado. São apropriadas para o concreto aparente, apresentando um acabamento superior ao conseguido com painéis de tábuas. Nas

obras correntes são utilizadas chapas resinadas, por serem mais baratas e nas obras onde se requer melhor acabamento, exige-se o uso de chapas plastificadas, que embora de maior custo, obtém-se um maior número de reaproveitamento.

No caso da utilização de chapas é recomendável estudar o projeto de fôrmas a fim de otimizar o corte de maneira a reduzir as perdas. As bordas cortadas devem ser pintadas com tinta apropriada para evitar a infiltração de umidade e elementos químicos do concreto entre as lâminas, principal fator de deterioração das chapas.

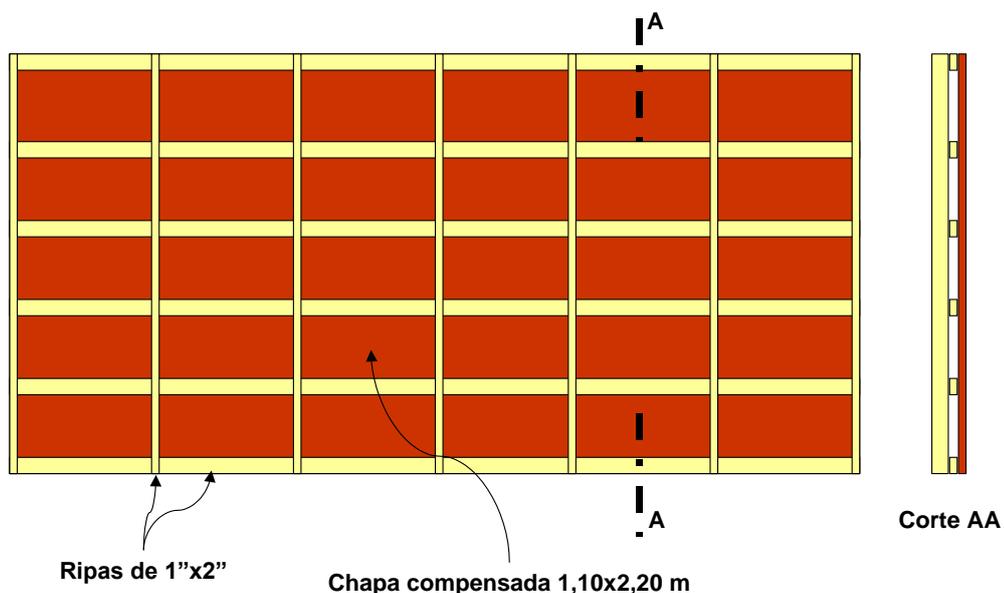
Dimensões das chapas compensadas



Padrão alemão = 1,10 m x 2,20 m	
Padrão inglês = 1,22 m x 2,44 m (4'x8')	
Espessuras comerciais (mm)	
6, 8, 10, 12, 15, 20	
Número de reaproveitamentos	
Resinados	mais de 5 por face (10x)
Plastificados	mais de 15 por face (30x)

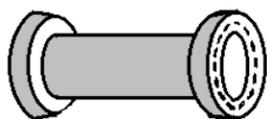
2.1.3 – Solidarização e reforço de chapas compensadas

Quando for usar painéis de chapas de compensados para moldar paredes, vigas altas, pilares de grandes dimensões e bases para assoalhados (lajes) será conveniente reforçar as chapas a fim de obter um melhor rendimento pelo aumento da inércia das chapas. Para isso pode-se utilizar reforços de madeira (ripamento justaposto), peças metálicas ou ainda sistemas mistos de peças de madeira e metálicas.



2.1.4 – Complementos

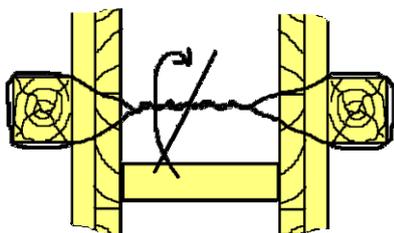
Os complementos e acessórios são utilizados para reforçar e sustentar (solidarizar) os painéis de tábuas e de chapas compensadas e podem ser peças únicas de madeira ou metálicas ou, ainda, conjuntos de peças de madeira e metal, como por exemplo: guias, talas de emenda, cunhas, placas de apoio, chapuzes, gravatas, escoras (mão-francesa), espaçadores, estais, tirantes etc. Nos casos das peças de madeira, pode-se usar: sarrafos de 1/2"x2"; ripas de 1"x2", 1"x3"; caibros de 2"x3", 3"x4", 2"x4", 4"x5"; pontaletes de 2"x2", 3"x3", 4"x4" etc.



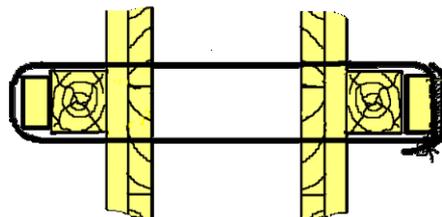
Espaçador com cone



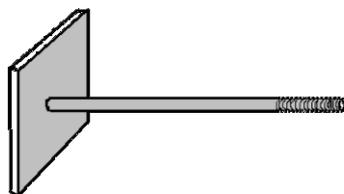
Espaçador bloco vazado



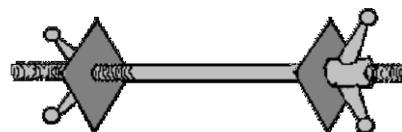
Tirante arame retorcido



Tirante vergalhão encunhado



Tirante com chapa e ponta rosqueável



Tirante rosqueado nas duas pontas

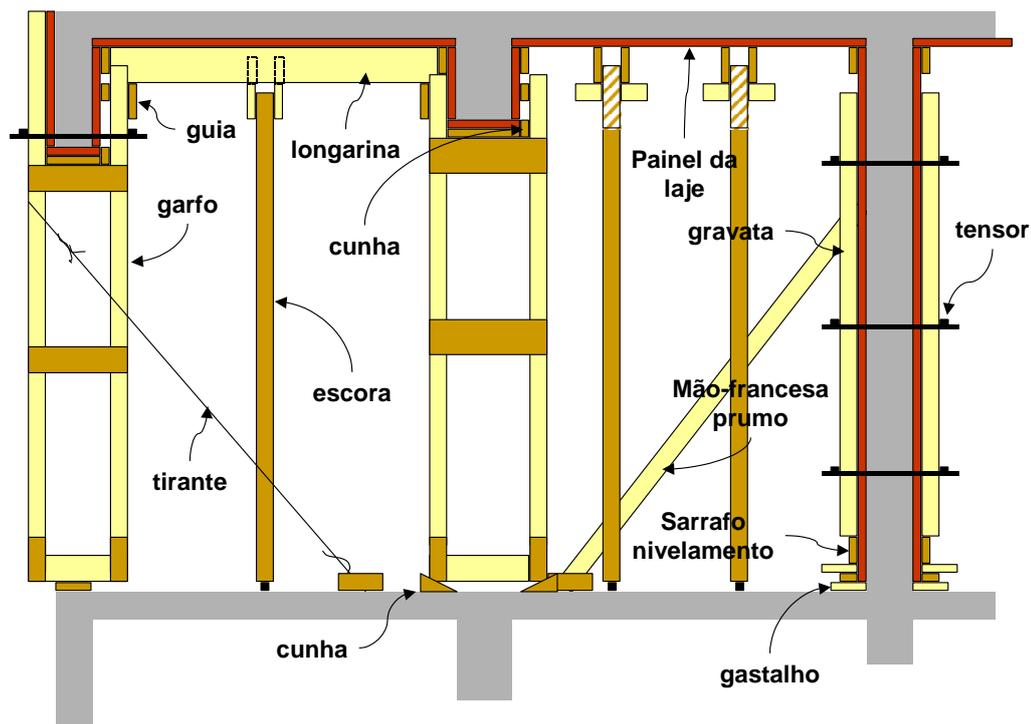
2.2 – Fôrmas metálicas

São chapas metálicas de diversas espessuras dependendo das dimensões dos elementos a concretar e dos esforços que deverão resistir. Os painéis metálicos são indicados para a fabricação de elementos de concreto pré-moldados, com as fôrmas permanecendo fixas durante as fases de armação, lançamento, adensamento e cura. Em geral possuem vibradores acoplados nas próprias fôrmas. Nas obras os elementos metálicos mais usados são as escoras e travamentos. Embora exijam maiores investimentos, as vantagens do uso de fôrmas metálicas dizem respeito a sua durabilidade.

2.3 – Fôrmas mistas

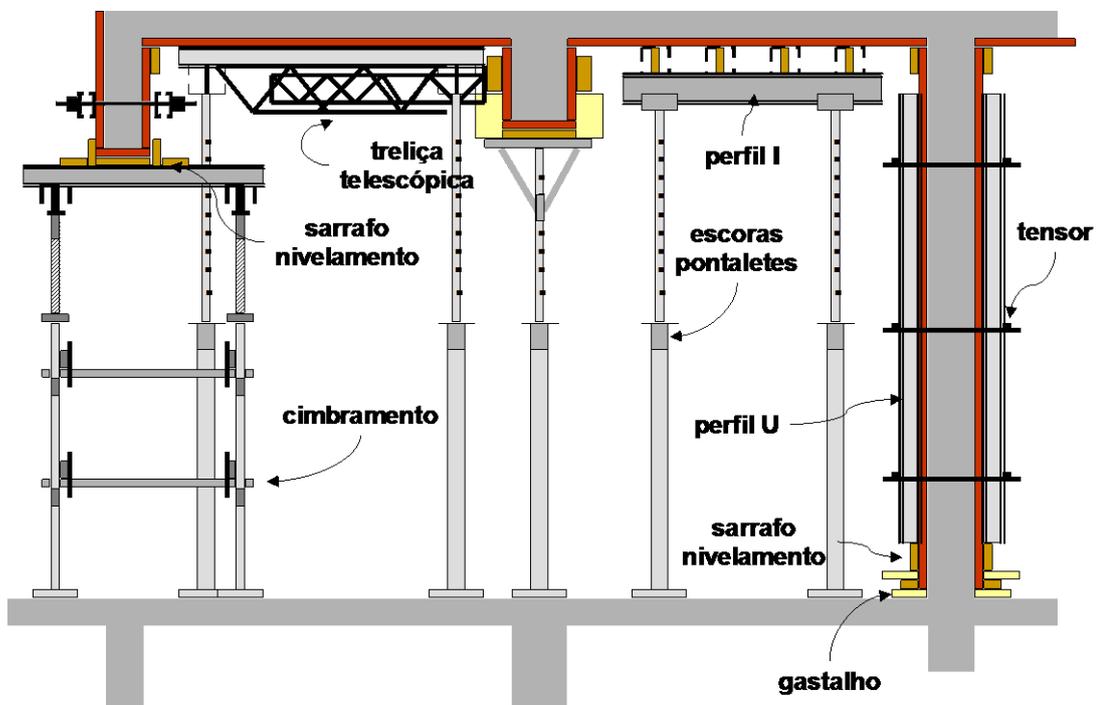
Geralmente são compostas de painéis de madeira com travamentos e escoramentos metálicos. As partes metálicas têm durabilidade quase que infinita (se bem cuidadas) e as peças de madeira tem sua durabilidade restrita a uma obra em particular ou com algum aproveitamento para outras obras.

2.4 – Esquema geral de fôrmas em edificações



Fonte: Madeirit

2.5 – Esquema geral de fôrmas mistas



Fonte: Madeirit

3 – EXECUÇÃO DAS FÔRMAS

Para a execução de fôrmas na obra alguns cuidados devem ser levados em conta previamente a elaboração das fôrmas, como por exemplo: o recebimento e estocagem das peças brutas de madeira e dos compensados; a existência do projeto estrutural completo com a indicação das prumadas e embutidos das instalações prediais (água, esgoto, elétrica, telefone etc.) e do projeto de fôrmas; e, preferencialmente, a existência de uma carpintaria (central de fôrmas) com todos os equipamentos e bancadas necessários. Além disso, deve-se seguir as seguintes condições:

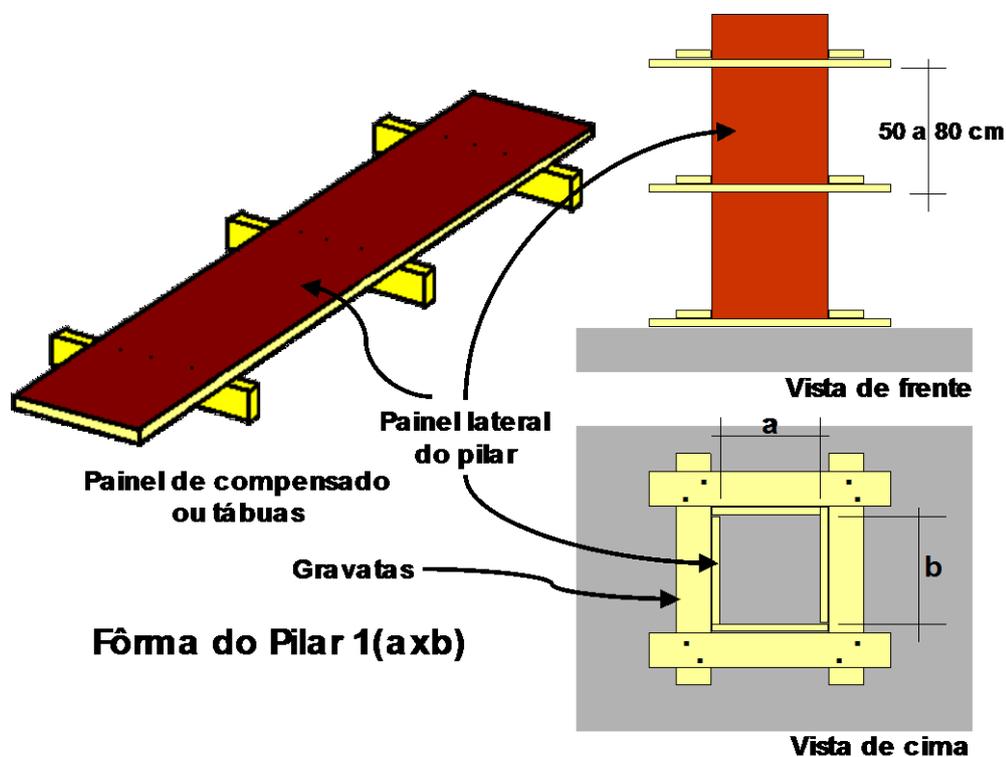
- a) Obedecer criteriosamente à planta de fôrmas do projeto estrutural;
- b) Ser dimensionadas para resistir aos esforços:
 - Peso próprio das formas;
 - Peso próprio das armaduras e do concreto;
 - Peso próprio dos operários e equipamentos;
 - Vibrações devido ao adensamento;
- c) As fôrmas devem ser estanques, não permitindo a passagem de argamassa pelas frestas das tábuas;
- d) Devem ser executadas de modo a possibilitar o maior número possível de reutilizações, proporcionando economia no material e mão-de-obra.

3.1 – Fôrmas de pilares

Os cuidados iniciais na execução de fôrmas para os pilares dizem respeito necessidade de maior atenção na transferência dos eixos do piso anterior (no caso de edificação com pavimento tipo) para a laje em execução e do nível de referência, de forma a garantir a geometria da obra (prumos e níveis) exatamente como está prevista no projeto. Em geral a seqüência de procedimentos na execução de pilares é:

- a) eixos e nível transferidos para a laje (conferidos e liberados com trena metálica);
- b) marcar e fixar os gualhos nos tacos (colocados na concretagem) a partir dos eixos sem se preocupar com o nível;
- c) apicoar o concreto na base interna do gualho a fim de remover a nata de cimento;
- d) fixar um pontalete guia, travando no gualho e aprumando de acordo com os eixos (2 escoras em mão-francesa);
- e) colocar as formas (3 faces) do pilar, cuidando para que fiquem solidarizadas no gualho e aprumadas no pontalete guia;
- f) verificar o nível do conjunto marcando no pontalete guia a altura do pilar;
- g) a cada operação conferir prumo, nível e ortogonalidade do conjunto (usando esquadro metálico);
- h) passar desmoldante nas faces internas das fôrmas (caso já tenha sido usada);

- i) conferir e liberar para colocação e montagem da armadura (ver próximo capítulo);
- j) depois de colocada a armadura e todos os embutidos (prumadas, caixas etc.) posicionar as galgas e espaçadores a fim de garantir as dimensões internas e o recobrimento da armadura;
- k) prever janela de inspeção e limpeza em pilares com mais de 2,5 m de altura;
- l) executar o travejamento da fôrma por meio de gravatas, tirantes, tensores, encunhamentos etc., de acordo com as dimensões dos painéis e da carga de lançamento a suportar;
- m) conferir todo o conjunto e partes e liberar para concretagem, verificando principalmente: prumo, nível, imobilidade, travejamento, estanqueidade, armaduras, espaçadores, esquadro e limpeza do fundo.

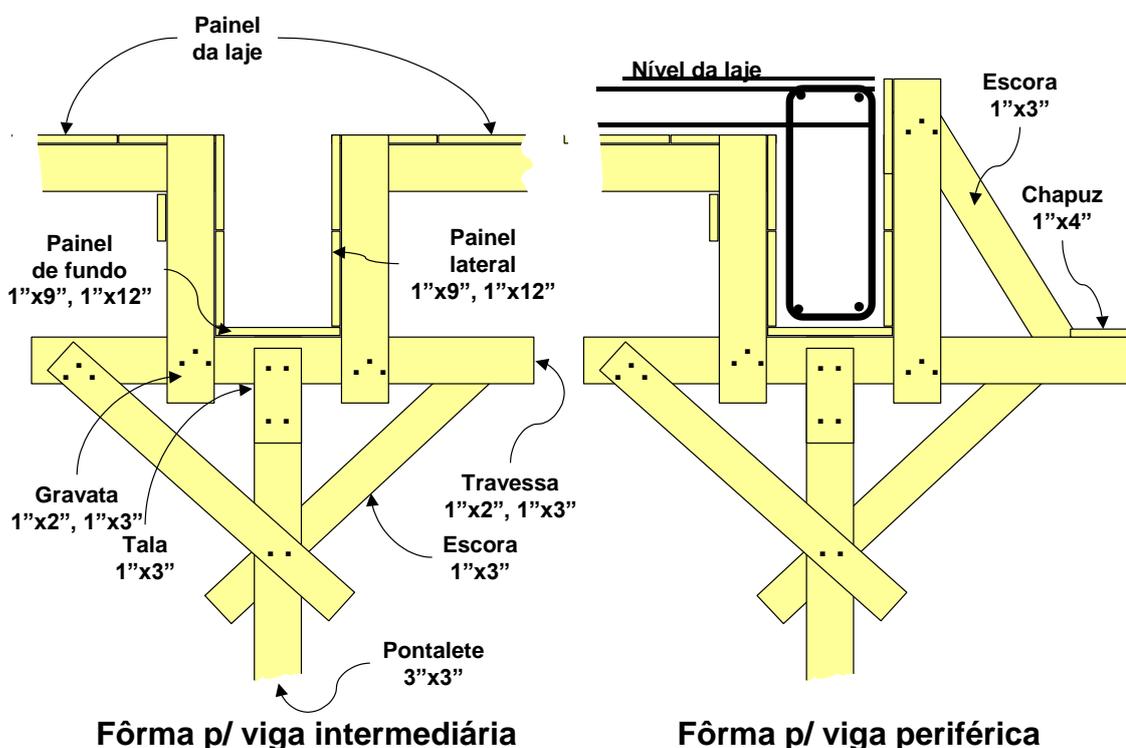


3.2 – Fôrmas de vigas

As fôrmas das vigas podem ser lançadas após a concretagem dos pilares ou no conjunto de fôrmas pilares, vigas e lajes para serem concretadas ao mesmo tempo. O usual é lançar as fôrmas de vigas a partir das cabeças dos pilares com apoios intermediários em garfos ou escoras. Em geral os procedimentos para execução de fôrmas de vigas são os seguintes:

- a) depois de limpos os painéis das vigas, deve-se passar desmoldante com rolo ou broxa (providenciar a limpeza logo após a desmoldagem dos elementos de concreto, armazenando os painéis de forma adequada para impedir empenamento);

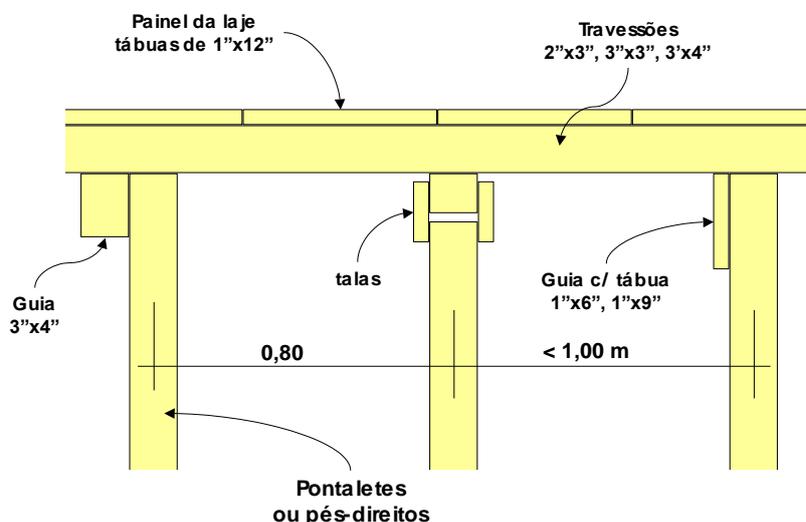
- b) lançar os painéis de fundo de vigas sobre a cabeça dos pilares ou sobre a borda das fôrmas dos pilares, providenciando apoios intermediários com garfos (espaçamento mínimo de 80 cm);
- c) fixar os encontros dos painéis de fundo das vigas nos pilares cuidando pra que não ocorram folgas (verificar prumo e nível);
- d) nivelar os painéis de fundo com cunhas aplicadas nas bases dos garfos e fixando o nível com sarrafos pregados nos garfos (repetir nos outros garfos até que todo o conjunto fique nivelado);
- e) lançar e fixar os painéis laterais;
- n) conferir e liberar para colocação e montagem da armadura (ver próximo capítulo);
- o) depois de colocada a armadura e todos os embutidos (prumadas, caixas etc.) posicionar as galgas e espaçadores a fim de garantir as dimensões internas e o recobrimento da armadura;
- p) dependendo do tipo de viga (intermediária ou periférica) executar o travejamento da fôrma por meio de escoras inclinadas, chapuzes, tirantes, tensores, encunhamentos etc., de acordo com as dimensões dos painéis e da carga de lançamento a suportar;
- f) conferir todo o conjunto e partes e liberar para concretagem, verificando principalmente: alinhamento lateral, prumo, nível, imobilidade, travejamento, estanqueidade, armaduras, espaçadores, esquadro e limpeza do fundo.



3.3 – Fôrmas de lajes

Os procedimentos para lançamento das fôrmas das lajes dependem do tipo de laje que vai ser executada e geralmente fazem parte do conjunto de atividades da execução das fôrmas de vigas e pilares. A exceção de lajes premoldadas que são lançadas *a posteriori* da concretagem das vigas é usual, nos demais casos, (pré-fabricadas, moldadas *in loco*, celulares etc.) providenciar a execução dos moldes em conjunto com as vigas, para serem solidarizadas na concretagem. Os procedimentos usuais para lajes maciças são os seguintes:

- a) lançar e fixar as longarinas apoiadas em sarrafos guias pregados nos garfos das vigas;
- b) providenciar o escoramento mínimo para as longarinas por meio de escoras de madeira ou metálicas (1 a cada 2 metros);
- c) lançar o assoalho (chapas compensadas ou tábuas de madeira) sobre as longarinas;
- d) conferir o nível dos painéis do assoalho fazendo os ajustes por meio cunhas nas escoras ou ajustes nos telescópios;
- e) fixar os elementos laterais a fim de reduzir e eliminar as folgas e pregar o assoalho nas longarinas;
- f) verificar a contra-flecha e se for o caso de laje-zero, nivelar usando um aparelho de nível (laser) a fim de garantir a exatidão no nivelamento;
- g) travar o conjunto todo;
- h) limpar e passar desmoldante;
- i) conferir nos projetos das instalações os pontos de passagens, prumadas, caixas, embutidos etc.;
- j) liberar para execução da armadura (ver capítulo seguinte);
- k) conferir todo o conjunto e partes antes de liberar para concretagem, verificando principalmente: nivelamento, contra-flecha, alinhamento lateral, imobilidade, travejamento, estanqueidade, armaduras, espaçadores, esquadro e limpeza do fundo.



4 – ESCORAMENTO DE FÔRMAS

Os painéis de fundo de vigas e de lajes devem ser perfeitamente escorados a fim de que seus pés-direitos sejam garantidos e não venham a sofrer desníveis e provocar deformações nos elementos de concreto. Os escoramentos podem ser de madeira ou metálicos.

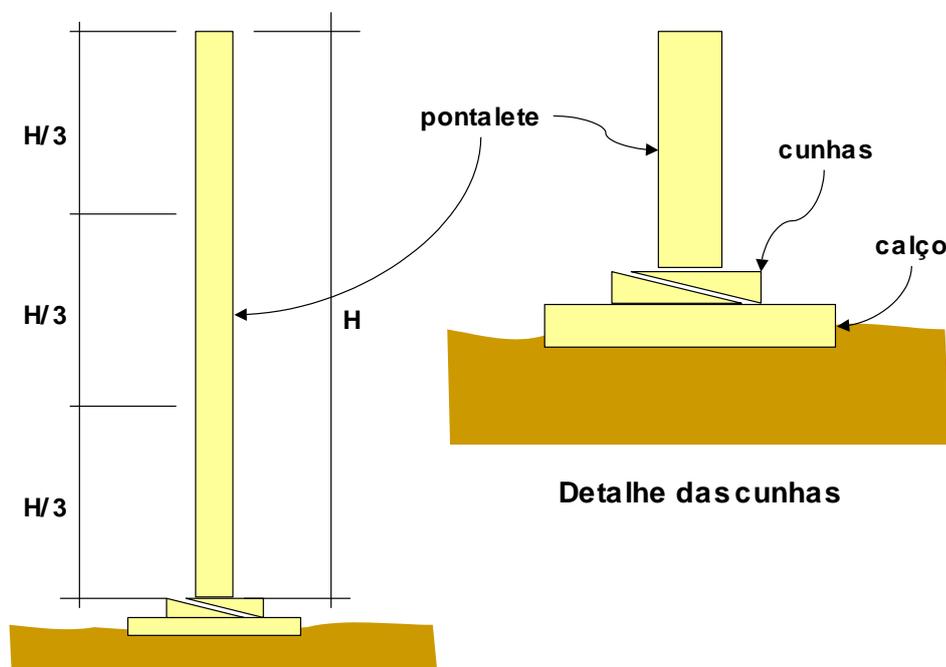
4.1 – Escoramento de madeira

As escoras, também chamadas de pontaletes, são peças de madeira beneficiadas que são colocadas na vertical para sustentar os painéis de lajes e de vigas. Atualmente, são muito utilizadas escoras de eucalipto ou bragatinga (peças de seção circular com diâmetro mínimo de 8 cm e comprimentos variando de 2,40 a 3,20 m). No caso de pontaletes de seção quadrada as dimensões mínimas são: de 2"x2" para madeiras duras e 3"x3" para madeiras menos duras.

Os pontaletes ou varas devem ser inteiros, sendo possível fazer emendas segundo os critérios estabelecidos na norma:

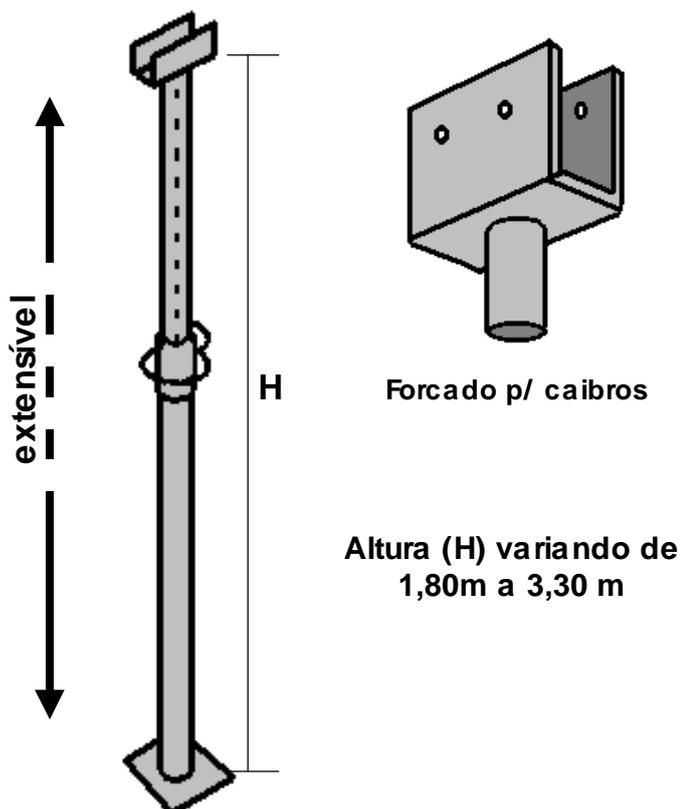
- Cada pontalete poderá ter somente uma emenda;
- a emenda somente poderá ser feita no terço superior ou inferior do pontalete;
- número de pontaletes com emenda deverão ser inferior a 1/3 do total de pontaletes distribuídos.

As escoras deverão ficar apoiadas sobre calços de madeira assentados sobre terra apiloada ou sobre contrapiso de concreto, ficando uma pequena folga entre a escora e o calço para a introdução de cunhas de madeira.



4.2 – Escoramento metálico

As escoras metálicas são pontaletes tubulares extensíveis com ajustes a cada 10 cm, com chapas soldadas na base para servir como calço. Podem ter no topo também uma chapa soldada ou uma chapa em U para servir de apoio as peças de madeira (travessão ou guia). Os mesmos cuidados dispensados ao escoramento de madeira devem ser adotados para os pontaletes metálicos, tais como: usar placas de apoio em terrenos sem contrapiso, as cargas devem ser centradas e os pontaletes apurados.



5 – PRAZOS PARA DESFORMAS

A retirada das fôrmas e do escoramento somente poderá ser feita quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir aos esforços que nele atuarem. Um plano prévio de desforma pode reduzir custos, prazos e melhorar a qualidade. A desforma deve ser progressiva a fim de impedir o aparecimento de fissuras e trincas. Também é indicada a utilização de pessoal capacitado para executar a desforma. Sugere-se atribuir o encargo da desforma a, no mínimo, um auxiliar de carpintaria (nunca deixar a cargo de serventes), sob a supervisão de um carpinteiro experiente ou um oficial pedreiro. Evitar utilizar ferramentas que danifiquem as formas ou mesmo a superfície do concreto (nunca usar pés-de-cabra ou pontaletes). Na tabela a seguir, estão especificados os prazos de desforma definidos pela norma, tanto para concretos com cimento portland comum e cura úmida como para concretos aditivados (com cimento de alta resistência inicial):

Tipos de fôrmas	Prazo de desforma	
	Concreto comum	Concreto com ARI
Paredes, pilares e faces laterais de vigas	3 dias	2 dias
Lajes até 10 cm de espessura	7 dias	3 dias
Faces inferiores de vigas com reescoramento	14 dias	7 dias (?)
Lajes com mais de 10 cm de espessura e faces inferiores de vigas com menos de 10 m de vão	21 dias	7 dias
Arcos e faces inferiores de vigas com mais de 10 m de vão	28 dias	10 dias

GLOSSÁRIO NA ÁREA DE EXECUÇÃO DE FÔRMAS

Assoalhos – ou tablados, são os painéis das fôrmas de madeira para as lajes.

Caixaria – são as fôrmas das vigas, pilares e blocos feitos de madeira.

Contraventamento – são reforços de madeira feitos nos escoramentos colocados de forma inclinada, para evitar deslocamentos horizontais.

Espaçadores – são peças de plástico ou argamassa usados para evitar que a armadura encoste na fôrma e garanta o espaçamento mínimo na concretagem.

Espaçamento – é a distância máxima entre os gualhos (gravatas, costelas) nos painéis.

Distanciadores – são peças colocadas no interior das fôrmas para garantir as dimensões definidas no projeto. Podem ser de plástico, metal, madeira ou argamassa.

Galgas – peças de metal, plástico ou argamassa usadas para evitar o estrangulamento interno das fôrmas.

Garfo – são escoras de madeira duplamente travadas que servem de apoio para as fôrmas de vigas.

Gualhos (gravatas) – são as peças curtas de madeira ou metal utilizadas para dar solidarização aos painéis. Podem ser de ripas de madeira ou peças metálicas.

Gravatas – o mesmo que gualho, é a nomenclatura adotada no canteiro. São as peças de reforço dos painéis de vigas e pilares para resistir ao esforço provocado por ocasião do lançamento do concreto.

Guias – soa as peças que suportam os travessões ou em alguns casos em substituição aos travessões. São de madeira (caibros de 3"x4" ou tábuas de 1"x12").

Janelas de inspeção – são as aberturas deixadas na parte inferior das fôrmas de pilares, vigas altas e paredes de CA, para a execução da limpeza antes da concretagem.

Montantes – são peças de reforço de gravatas usados em pilares, geralmente ligados entre si por meio de tirantes (arames retorcidos, vergalhões, rosqueáveis etc). São de madeira (caibros de 3”x3” ou 3”x4”) ou metálicos (fôrmas moduladas).

Mosquitos – são pequenas peças de madeira feitas de chapa de compensados (2x2 cm) usadas como anteparo na fixação de pregos para facilitar sua retirada no momento da desfôrma.

Romaneio – tipo de lista de conferência geralmente emitida pelo fornecedor de madeira (madeireira) ou de fôrmas prontas.

Tirantes – são peças de reforço contra esforços decorrentes do empuxo do lançamento do concreto, são feitas de arame retorcido, barras de aço, peças metálicas com chapas e pontas rosqueáveis.

Travejamento – reforços nas escoras para evitar a flambagem das peças.

NORMAS TÉCNICAS PERTINENTES

Título da norma	Código	Última atualização
Projeto e execução de obras de concreto armado	NB1 NBR6118	1980
Projeto de estruturas de madeira	NB11 NBR7190	1997
Madeira serrada e beneficiada	PB5 NBR7203	1982
Lâmina e compensado de madeira	TB287 NBR9490	1986
Madeiras brasileiras	TB12	1949
Pregos comuns e arestas de aço para madeiras	EB73 NBR6627	1981

NORMAS DO MINISTÉRIO DE TRABALHO

NR – 11 Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais

NR – 18 Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção

LINKS NA INTERNET

Atex do Brasil Ltda <http://www.atex.com.br/formas.htm>

Grupo IW8 <http://www.iw8.com.br/>

Menegotti Fôrmas Metálicas Ltda <http://www.sknformas.com.br/>

Pashal AS Sistemas de Fôrmas <http://www.pashal.com.br/>

SH Fôrmas, Andaimos e Escoramentos

<http://www.shformas.com.br/sh/pages/ie/home.htm>

Gethal Amazonas <http://www.gethalamazonas.com.br/>

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício e seu acabamento**. São Paulo: Edgard Blücher, 1987. 1178p.
- AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício e sua cobertura**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 182p.
- BAUER, L A Falcão. **Materiais de construção**. 5ª edição. Rio de Janeiro: RJ. LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1994. 935p.
- DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL DA UEPG. Notas de aulas da disciplina de Construção Civil. Carlan Seiler Zulian; Elton Cunha Doná. Ponta Grossa: DENGE, 2000.
- DIRETÓRIO ACADÊMICO DE ENGENHARIA CIVIL DA UFPR. Notas de aulas da disciplina de Construção Civil (segundo volume). Diversos autores. Revisor: Lázaro A. R. Parellada. **Apostila**. Curitiba: DAEP, 1997.
- GUEDES, Milber Fernandes. **Caderno de encargos**. 3ª ed. atual. São Paulo: Pini, 1994. 662p.
- HELENE, Paulo R.L. **Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1988. 119p.
- KLOSS, Cesar Luiz. **Materiais para construção civil**. 2ª ed. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica, 1996. 228p.
- PETRUCCI, Eládio G R. **Materiais de construção**. 4ª edição. Porto Alegre- RS: Editora Globo, 1979. 435p.
- RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção**. 3ª ed.rev. São Paulo: Pini, 1996. 168p.
- RIPPER, Ernesto. **Manual prático de materiais de construção**. São Paulo: Pini, 1995. 253p.
- SAMPAIO, José Carlos de A. **Manual de aplicação da NR-18**. São Paulo: Pini, 1998. 540p.
- SOUZA, Roberto...[et al.]. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras**. São Paulo: Pini, 1996. 275p.
- VERÇOSA, Enio José. **Materiais de construção**. Porto Alegre: PUC.EMMA.1975.