

Estruturas em Concreto Armado



Formas para Concreto



Forma - é o conjunto de componentes provisórios cujas funções principais são:

- Molde: dar forma ao concreto;
- Conter o concreto fresco e sustentá-lo até que atinja resistência mecânica necessária;
- Proporcionar ao concreto rugosidade superficial requerida(Lisa, texturada).

Cimbramento - são todos os elementos que servem para sustentar o concreto até que atinja resistência suficiente para auto suportar os esforços que lhe são submetidos.

Propriedades principais

- Resistência mecânica à ruptura;
- Resistência à deformações;
- Estanqueidade;
- Regularidade geométrica;
- Rugosidade superficial adequada;
- Estabilidade dimensional;

Propriedades principais

- **Permitir o correto posicionamento da armadura;**
- **Baixa aderência ao concreto;**
- **Permitir desforma sem danos;**
- **Facilidade para o correto lançamento do concreto;**
- **Permitir segurança no manuseio;**
- **Economia.**





A importância da forma

A fôrma, tem uma particularidade única dentro do sistema construtivo pois, é o que *inicia todo o processo*, e por isso, passa a ser referência para os demais, estabelecendo e padronizando o grau de *excelência exigida* para toda a obra.

O desempenho do sistema de fôrma exerce forte influência na qualidade, prazo e custo do empreendimento.



A influência da forma na qualidade da estrutura

Se entendermos que qualidade é atender os clientes (internos e externos), a forma é, certamente, o de maior importância, pois, o desempenho dos demais subsistemas dependerá diretamente do seu resultado. O prumo, nível, alinhamento e esquadro das peças estruturais, que resultam da correta utilização da forma, são pré-requisitos básicos necessários para todos os demais subsistemas.

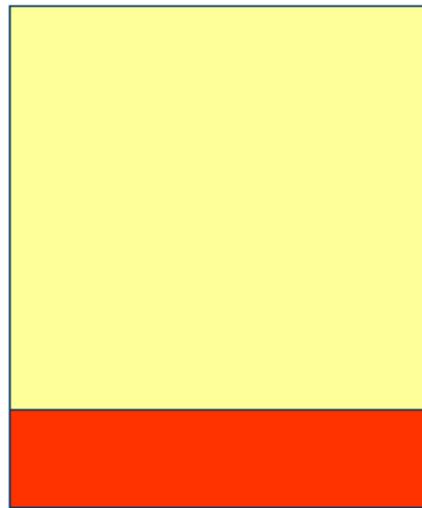
A forma é a **única responsável** pela geometria dos elementos estruturais.

Custos

Estruturas em Concreto Armado

◆ Custos

Edifício



Estrutura em
concreto armado

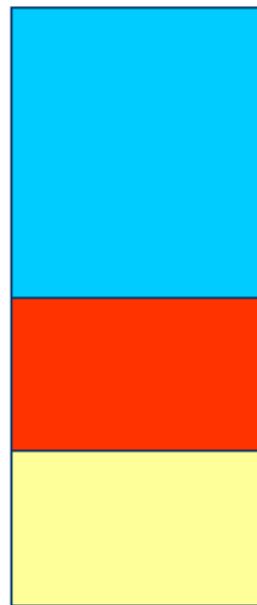
Estruturas em Concreto Armado

◆ Custos

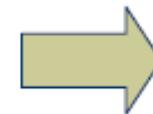
Armadura



30 a 35%

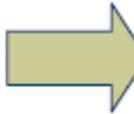


Fôrma



35 a 50%

Concreto



30 a 40%

Conceito Estrutural das Fôrmas

Para se ter a garantia de que uma estrutura ou qualquer peça de concreto armado seja executado fielmente ao projeto e tenha a forma correta, depende da exatidão e rigidez das fôrmas e de seus escoramentos.

Conceito Estrutural das Fôrmas

As fôrmas são estruturas provisórias, porém são estruturas e, por isso, devem ser concebidas. Os esforços atuantes em qualquer peça constituinte do sistema de forças são:

- ❑ **Peso próprio das fôrmas;**
- ❑ **Peso do concreto e do aço;**
- ❑ **Sobrecarga: trabalhadores, equipamentos;**
- ❑ **Empuxo adicional devido à vibração.**

Conceito Estrutural das Fôrmas

Esforços atuantes:

- Atuam sobre o painel que constitui o molde;
- A chapa do molde é enrijecida por um retículo de barras (estrutura do molde);
- Escoras (pontaletes ou pés-direitos) transmitem a carga para o solo ou para a estrutura já executada.

Escolha do processo de produção e do sistema de forma

Os principais fatores que balizam a escolha são:

- Características físicas, geométricas e especificações da estrutura. Dimensão dos elementos, formato, número de repetição.
- Textura exigida
- Insumos e serviços técnicos disponíveis na região.

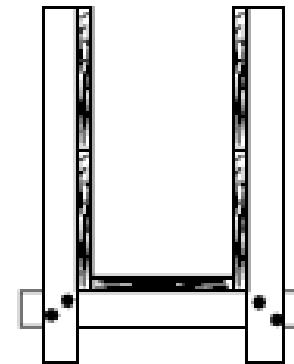
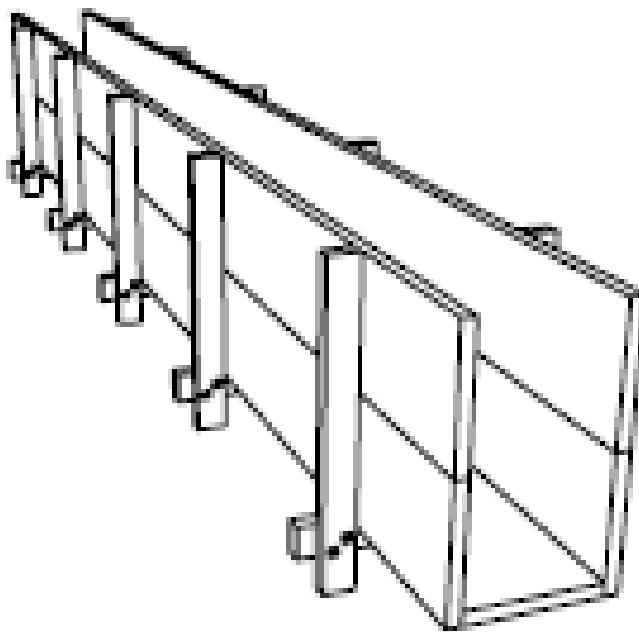
Escolha do processo de produção e do sistema de forma

- Viabilidade de equipamento operacional de transporte vertical e horizontal. Gruas, guindastes, etc.
- Prazo de execução estabelecido.
- Materiais adquiridos ou locados

Elementos constituintes de um sistema de fôrmas:

MOLDE: é o que caracteriza a forma da peça e o que entra em contato direto com o concreto. É constituído genericamente por painéis de laje, fundos e faces de vigas e faces de pilares;

Molde de Madeira



Molde Metálico



Molde Metálico



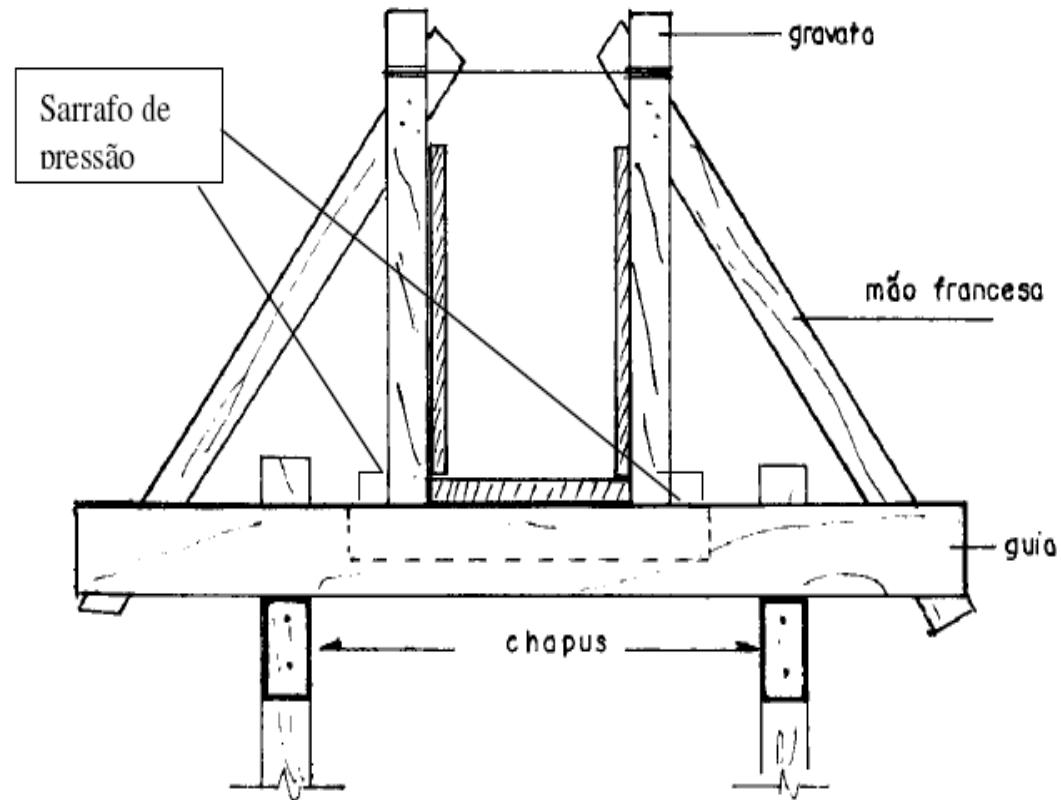
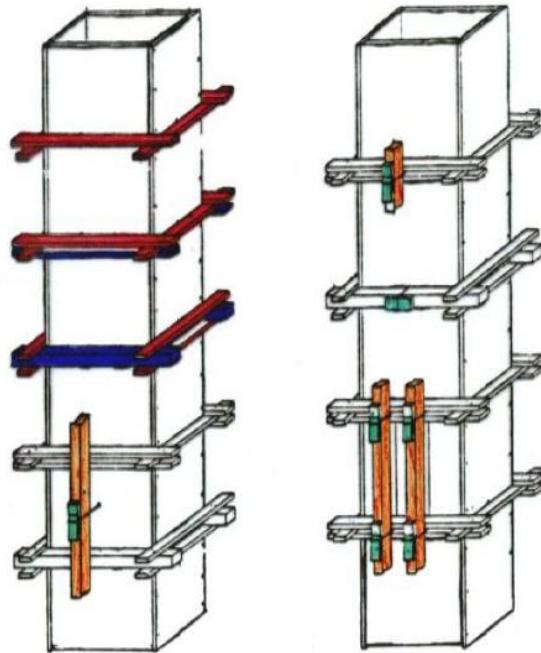
Molde de fibra de vidro (estrutura metálica)



Elementos constituintes de um sistema de fôrmas:

ESTRUTURA DO MOLDE: é o que dá sustentação e travamento ao molde, tendo a finalidade de enrijecê-lo, garantindo que não se deforme quando submetido aos esforços originados na concretagem.

Estrutura do molde (madeira)



Estrutura do molde (madeira)



Estrutura do molde (plástico)



Elementos constituintes de um sistema de fôrmas:

ESCORAMENTO: é o que dá apoio à estrutura da fôrma. É o elemento destinado a transmitir os esforços da estrutura do molde para algum ponto de suporte no solo ou na própria estrutura de concreto. É constituído genericamente por guias, e pontaletes.

ESCORAS REMANECENTES OU REESCORAS



Antes da
desmoldagem

Depois da
desmoldagem



Elementos do Sistema de Formas: ESCORAMENTO

Torres metálicas



Elementos do Sistema de Formas: ESCORAMENTO

Escoras metálicas



Elementos do Sistema de Formas: ESCORAMENTO

Escoras de madeira

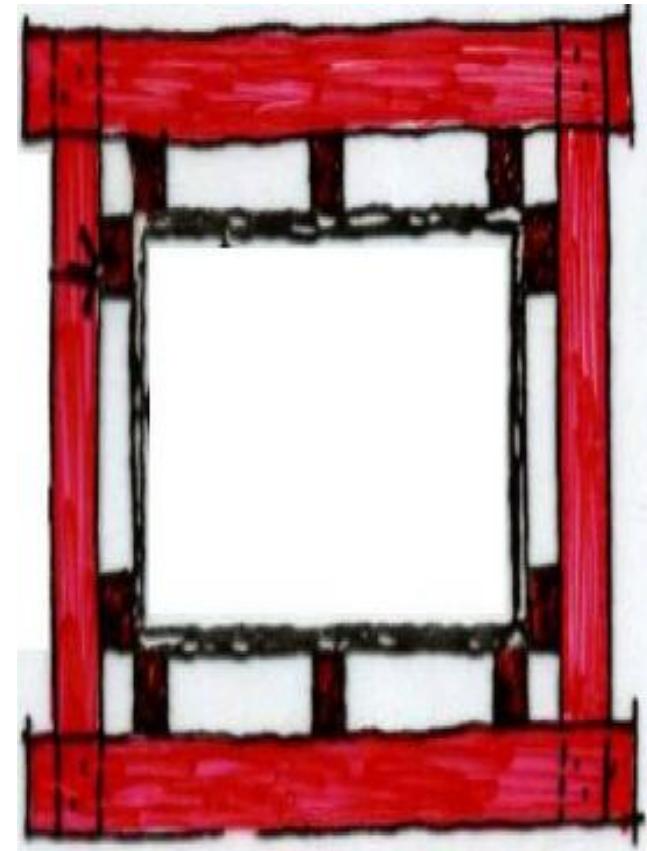
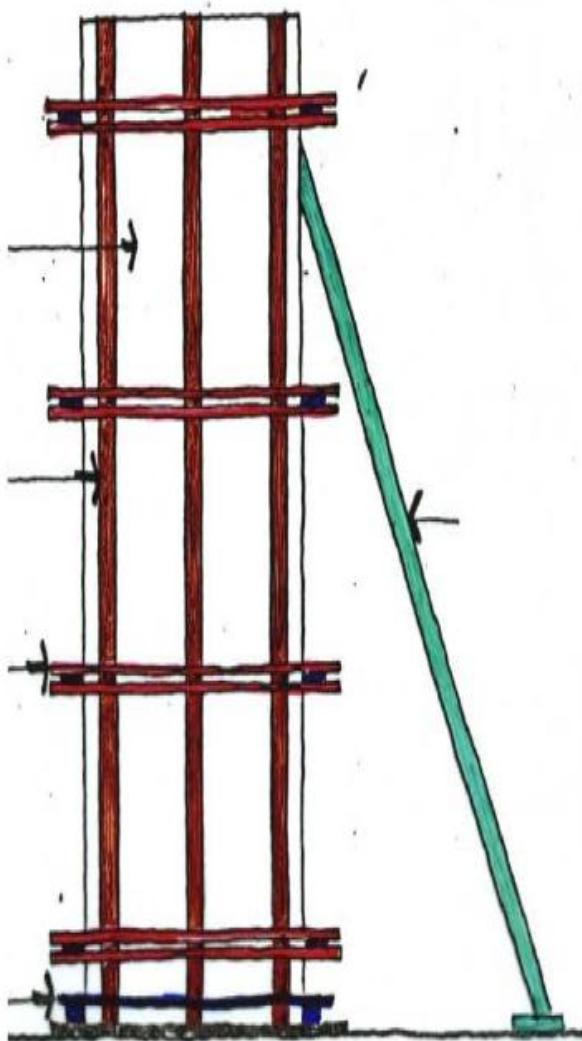




Elementos constituintes de um sistema de fôrmas:

ACESSÓRIOS: componentes utilizados para nivelamento, prumo e locação das peças, sendo constituídos por aprumadores, cunhas etc.

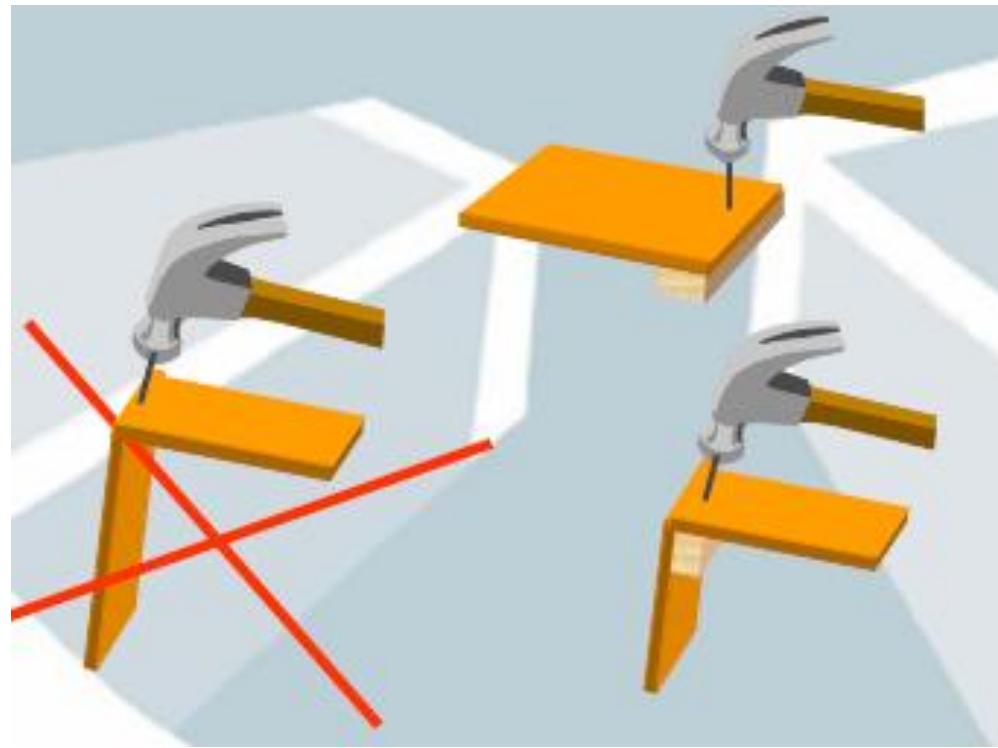
Subsistemas de fôrmas: Pilares



Subsistemas de fôrmas: Pilares

O topo da chapa de compensado é o seu ponto fraco.

Use sarrafos, evite pregar diretamente no topo.



Subsistemas de fôrmas: Pilares

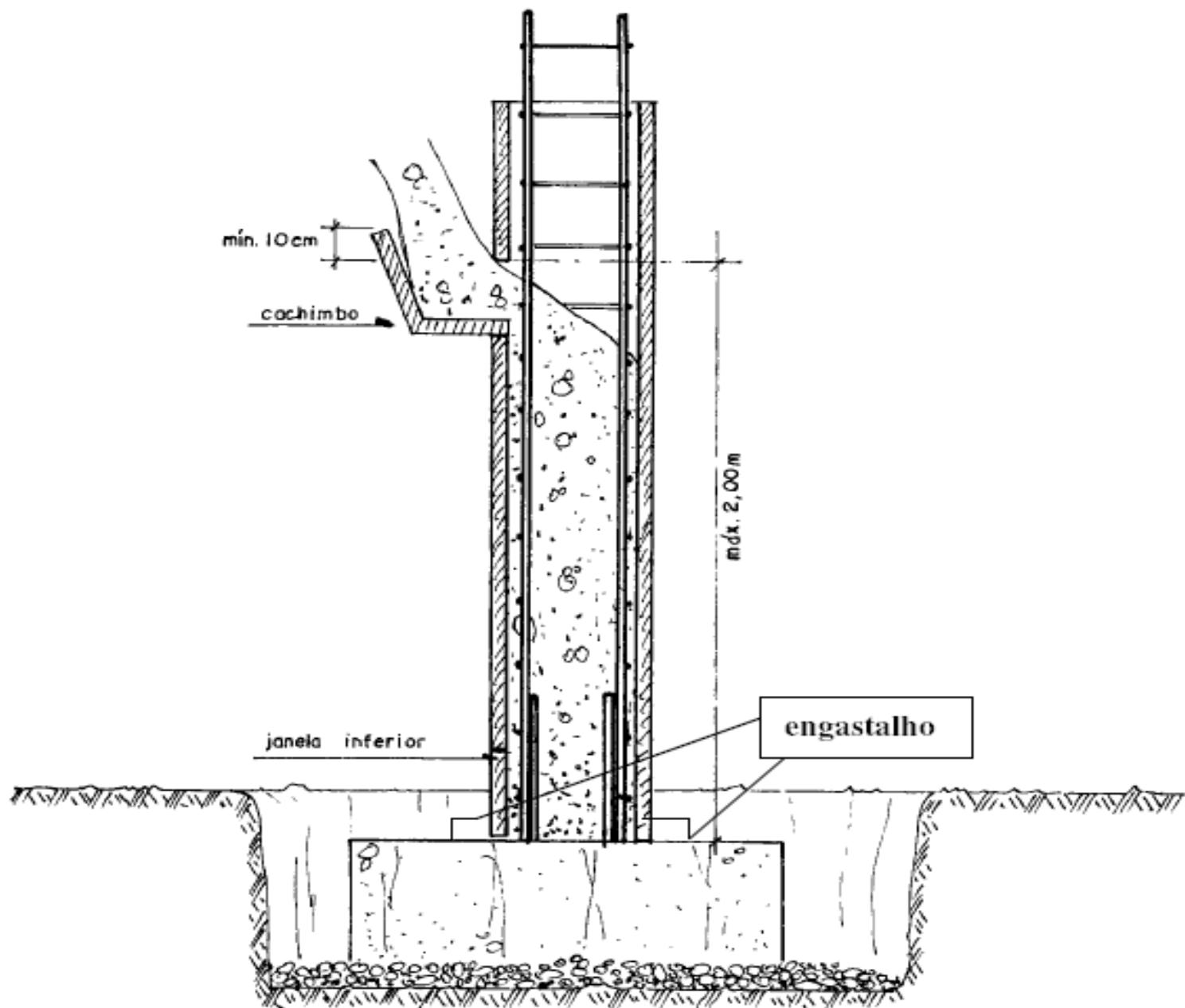
- Os pilares são formados por painéis verticais travados por gravatas;
- Prever contraventamentos em duas direções perpendiculares entre si, os quais deverão estar bem apoiados no terreno em estacas firmemente batidas ou engastalho nas bases, lajes etc...
- Devem ser bem fixados com pregos (18x27 ou 19x36) nas ligações com a fôrma e com os apoios;

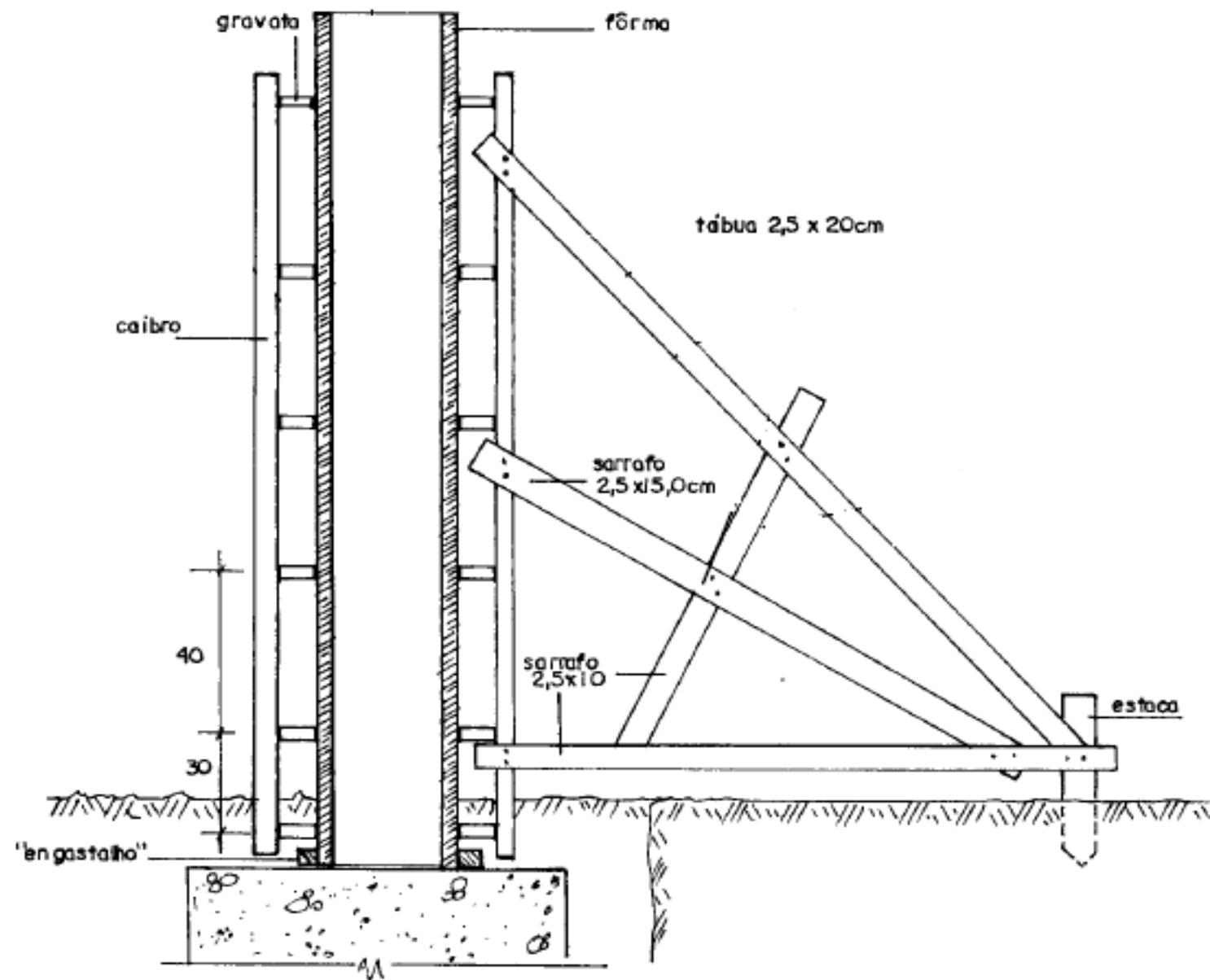
Subsistemas de fôrmas: Pilares

- 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;
- 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, as distância entre as gravatas devem ser máximo de 30 a 40 cm (empuxo);

Subsistemas de fôrmas: Pilares

- Não devemos esquecer de deixar na base dos pilares uma janela para a limpeza e lavagem do fundo, bem como deixar janelas intermediárias, a cada 2,0m, para concretagem em etapas nos pilares altos;
- Esta janela tem a função de facilitar a vibração evitando a desagregação do concreto, responsável pela formação de vazios nas peças concretadas "bicheiras".





Equipamentos e ferramentas



Execução das Fôrmas

- ◆ Decisão inicial

Central de produção?

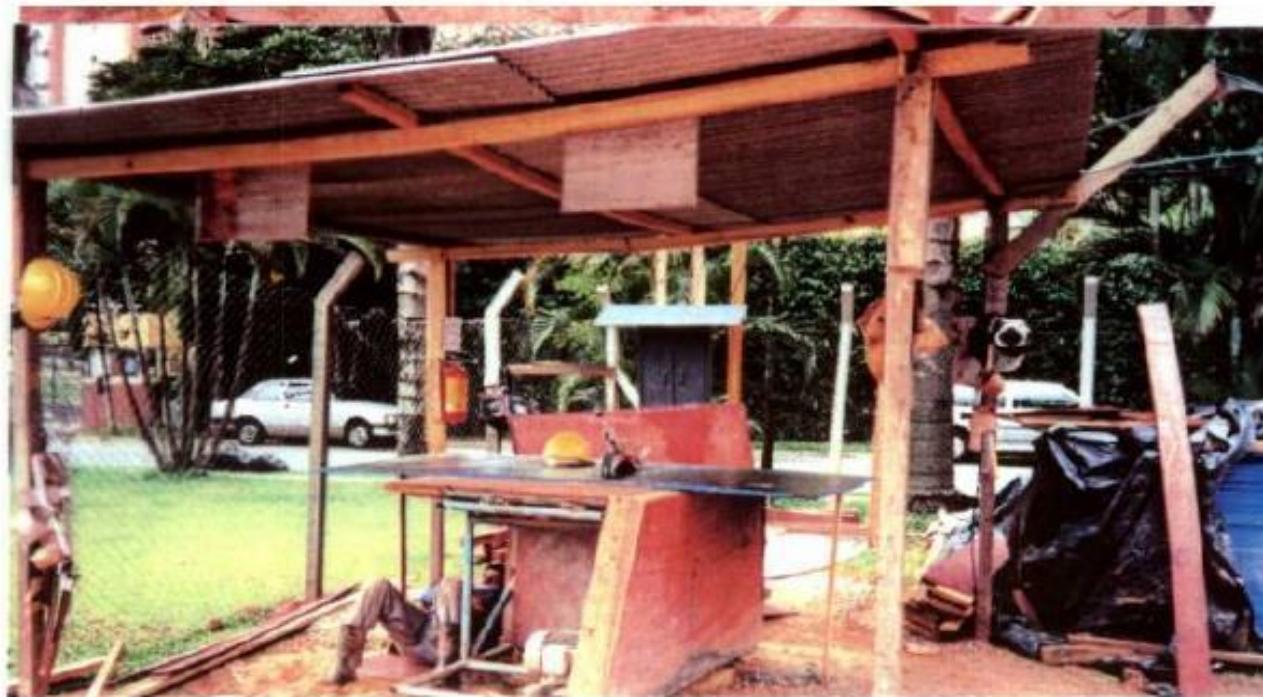
ou

Produção em cada
obra?

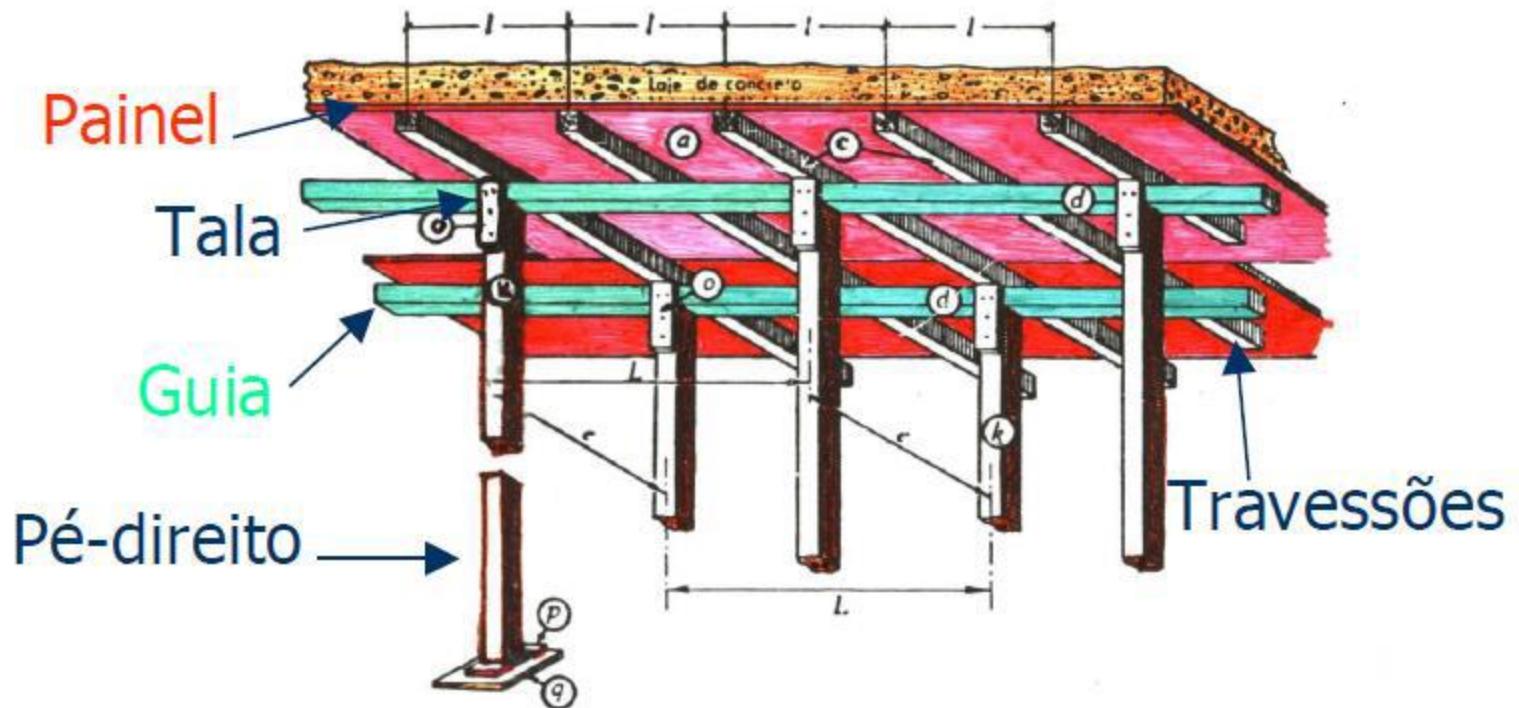
Central de Produção



Execução no canteiro



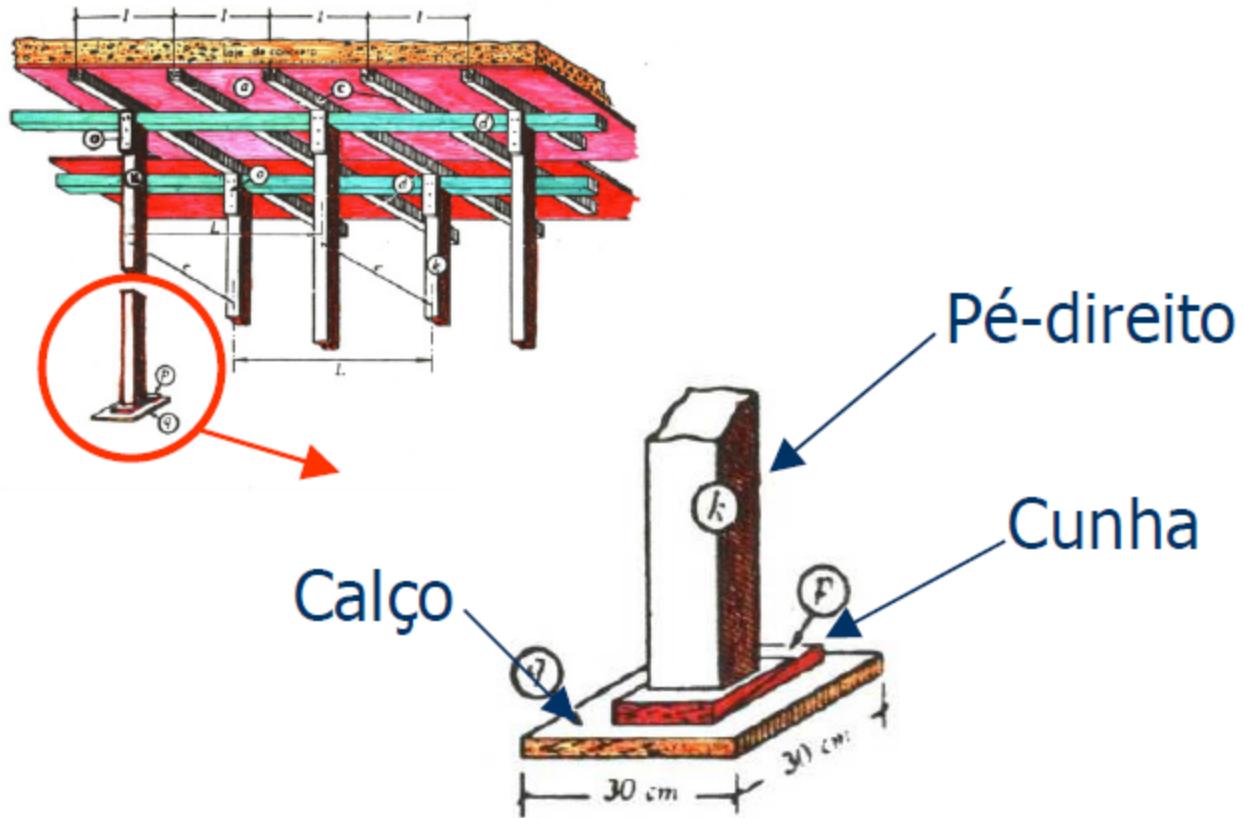
Disposição geral de um sistema de fôrma de laje



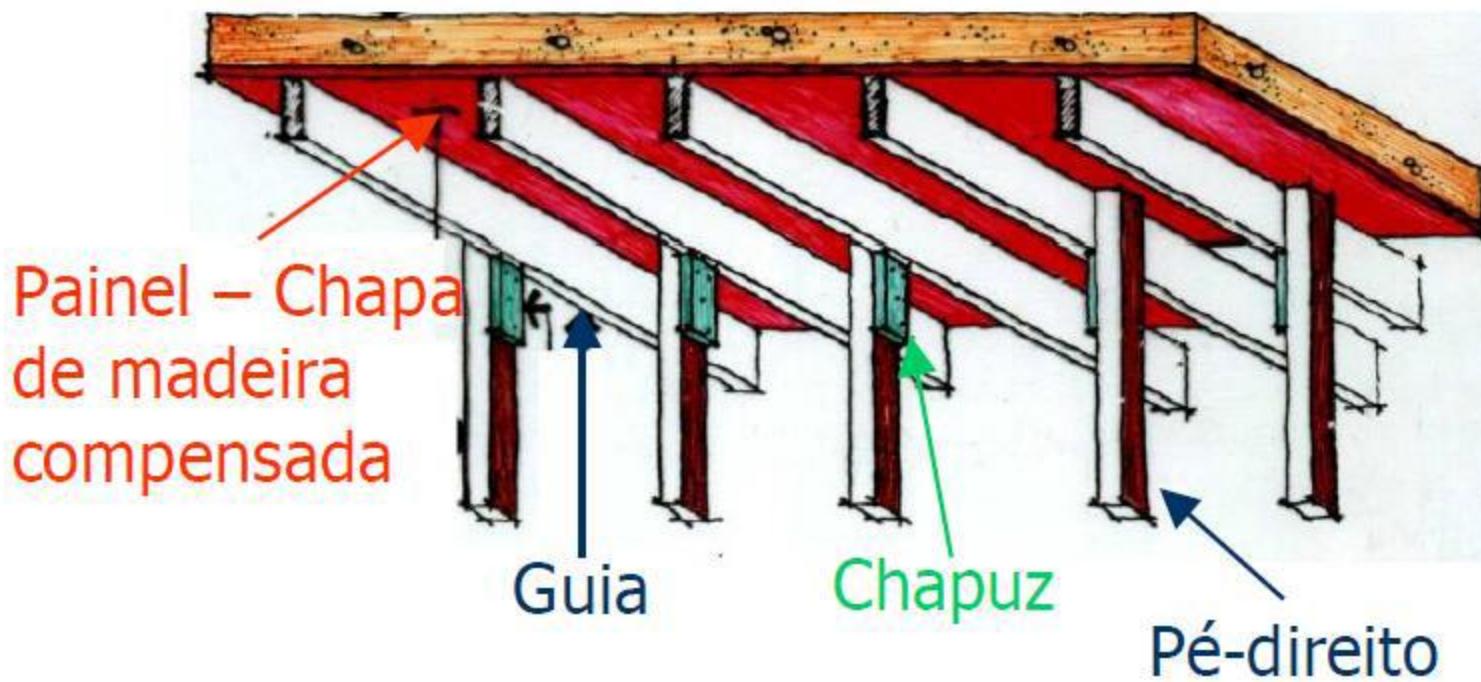
Disposição geral de um sistema de fôrma de laje



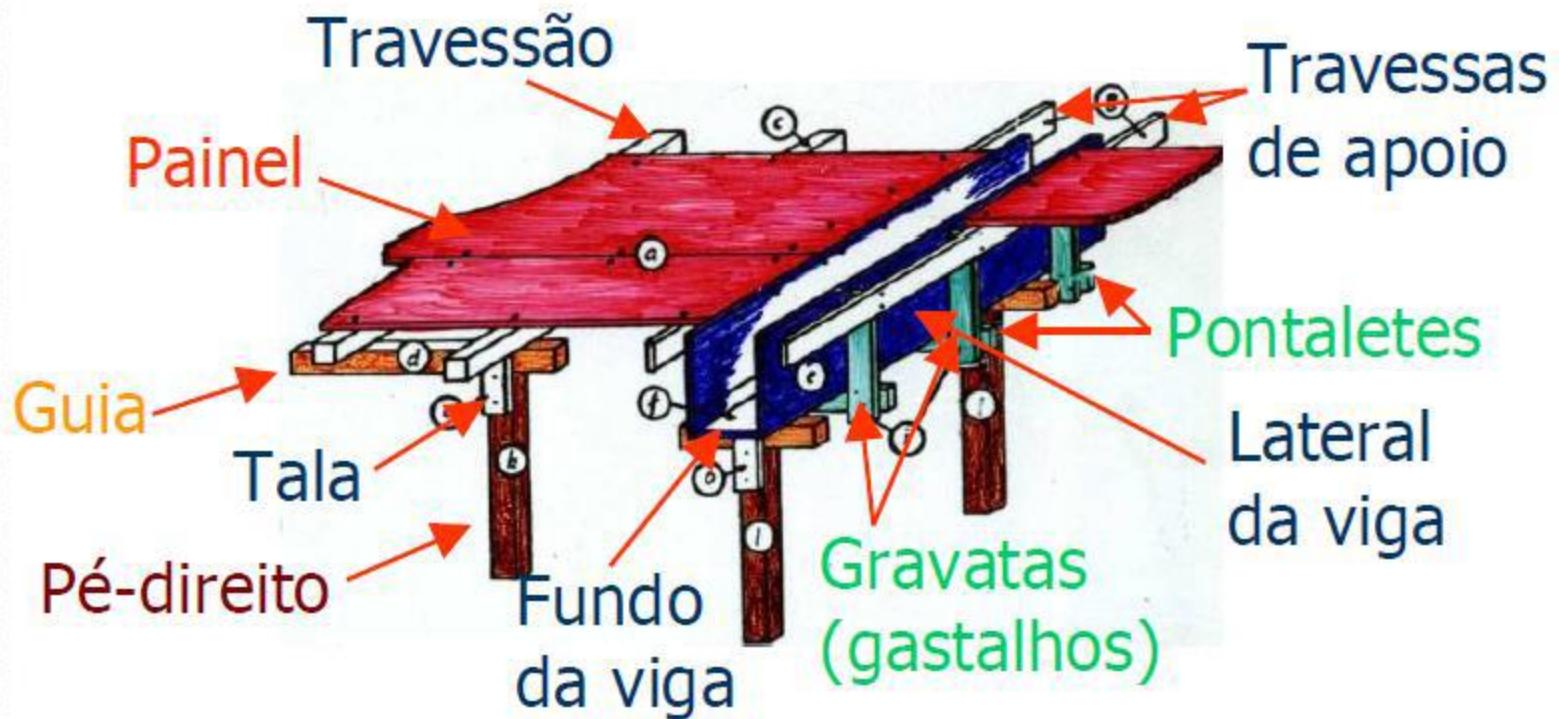
Disposição geral de um sistema de fôrma de laje



Subsistemas de fôrmas para laje tradicional (com guias)

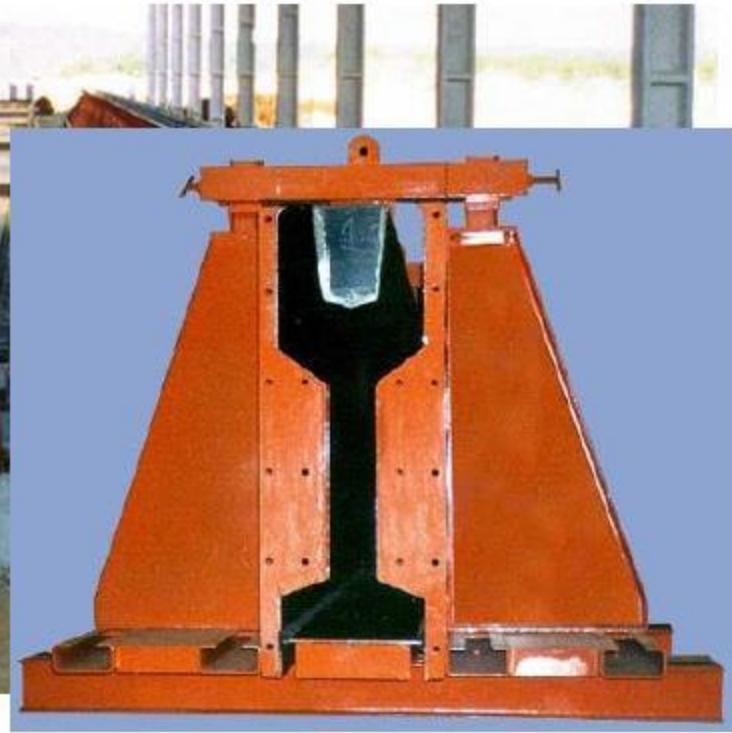


Ligaçāo do painel da laje com a fôrma da viga



Elementos do Sistema de Formas: **MOLDE**

• Metálico



Elementos do Sistema de Formas: **MOLDE**

- Metálico



Elementos do Sistema de Formas: **MOLDE**

- Metálico
- Plástico



Elementos do Sistema de Formas: **MOLDE**

- Plásticos, fibra de vidro



Elementos do Sistema de Formas: **MOLDE**

- ◆ papelão



Subsistemas de fôrmas: Pilares (Fôrmas de Papelão)



- 1- Coloca-se a ferragem da coluna pela abertura superior da fôrma. Deve-se verificar que a armação dos estribos não deixe pontas de arame externamente.
Para perfeito acabamento externo da coluna deverão ser amarradas pastilhas de concreto ou espaçadores plásticos à ferragem.

Fôrmas de Papelão



2-Coloca-se a forma Concretubo verticalmente, “vestindo” a ferragem encaixando-a na base.

O Concretubo deve ser colocado se possível na hora da concretagem; caso contrário as “bocas” da forma devem ser protegidas com lona plástica.

Fôrmas de Papelão



3-Por serem auto-portantes as formas Concretubo não necessitam de escoramento longitudinal. Utilizar pontalentes para fixação no topo, base e centro da fôrma, conforme demonstra a figura.

Fôrmas de Papelão



4- Concreta-se em uma só etapa, executando a vibração com mangotes no sistema tradicional. Pequenas deformações do Concretubo são levadas a forma original pelo próprio empuxo do concreto.

Fôrmas de Papelão



5- Desforma - Após a cura do concreto, corta-se a parede de papelão da fôrma com serra elétrica, ou outro instrumento cortante, descolando-a facilmente do concreto.

A superfície da coluna é perfeita permitindo o acabamento em concreto aparente.

Elementos do Sistema de Formas

- ◆ Estrutura do molde
 - Enrijecer o molde
 - Evitar deformações
 - Materiais utilizados
 - Madeira: aparelhada, treliçada
 - Metálicos: perfis dobrados, treliças
 - Mistas

Elementos do Sistema de Formas: ESTRUTURA DO MOLDE



Madeira

Plástico



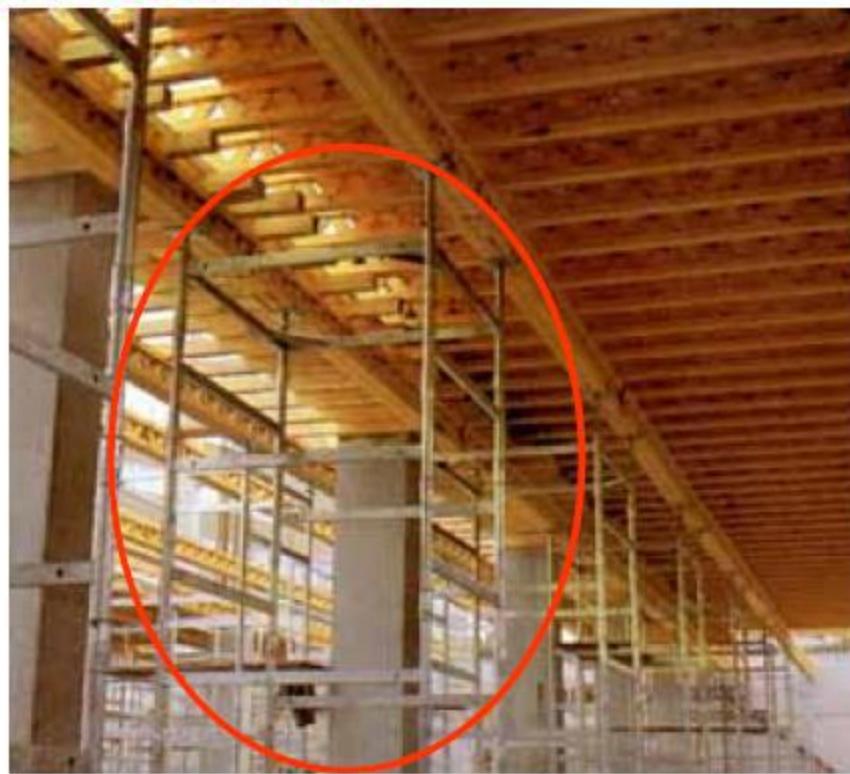
Elementos do Sistema de Formas

♦ Escoramento

- Transmissão de esforços da estrutura do molde para um ponto de suporte
- Materiais utilizados
 - Aço: Tubos, torres
 - Madeira: bruta, aparelhada

Elementos do Sistema de Formas: ESCORAMENTO

Torres metálicas



Elementos do Sistema de Formas: ESCORAMENTO

Torres metálicas



Elementos do Sistema de Formas: ESCORAMENTO

Torres metálicas



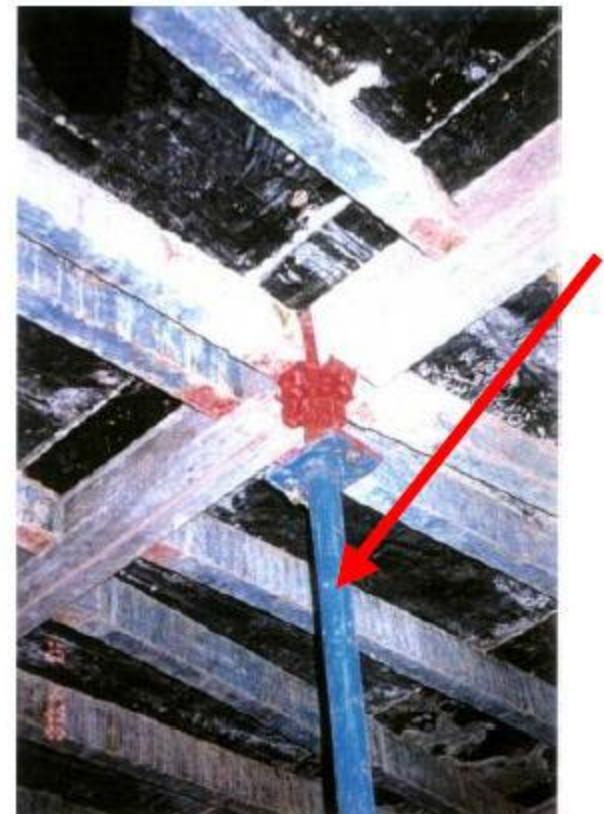
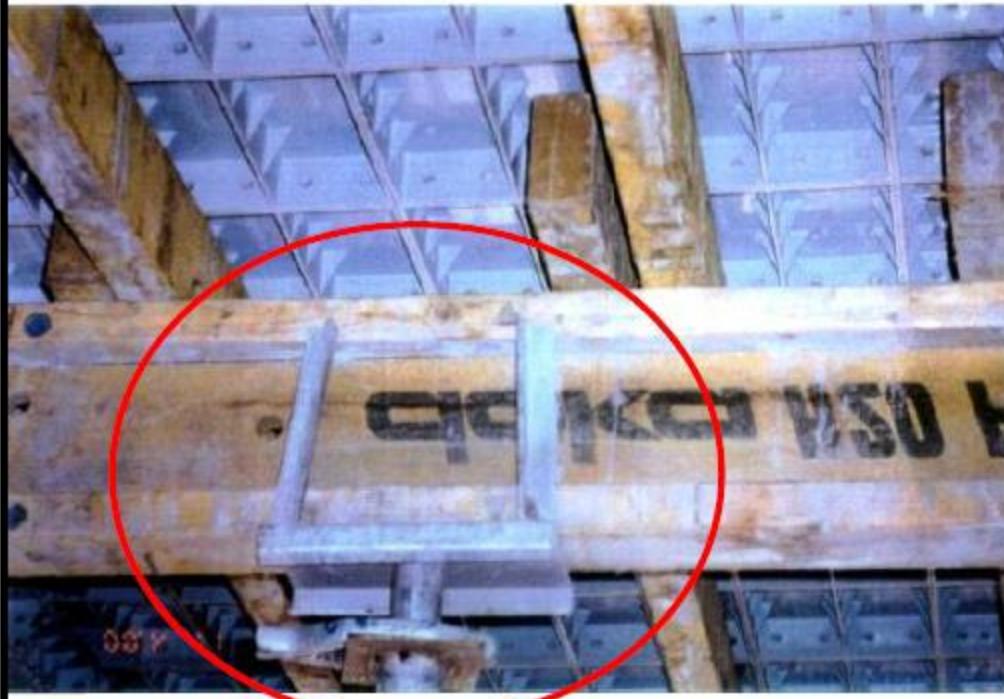
Elementos do Sistema de Formas: ESCORAMENTO

Torres e escoras metálicas



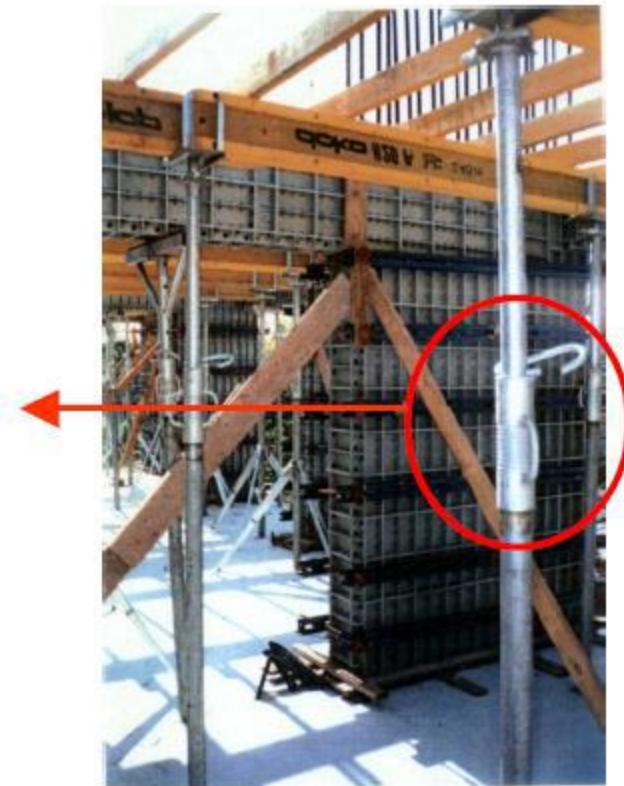
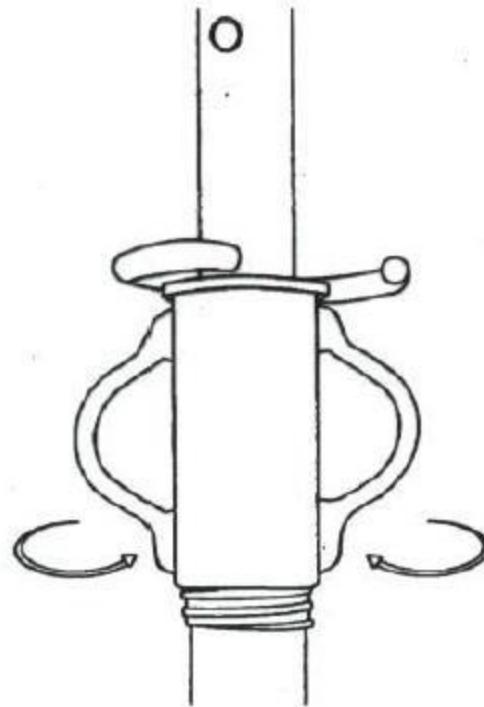
Elementos do Sistema de Formas: ESCORAMENTO

Escoras metálicos



Elementos do Sistema de Formas: ESCORAMENTO

Escoras metálicos



Elementos do Sistema de Formas: ESCORAMENTO

Pontaletes metálicos



Cabeçal de apoio



Cruzeta metálica



Elementos do Sistema de Formas: **ESCORAMENTO**

Escoramento de madeira



Elementos do Sistema de Formas: ESCORAMENTO

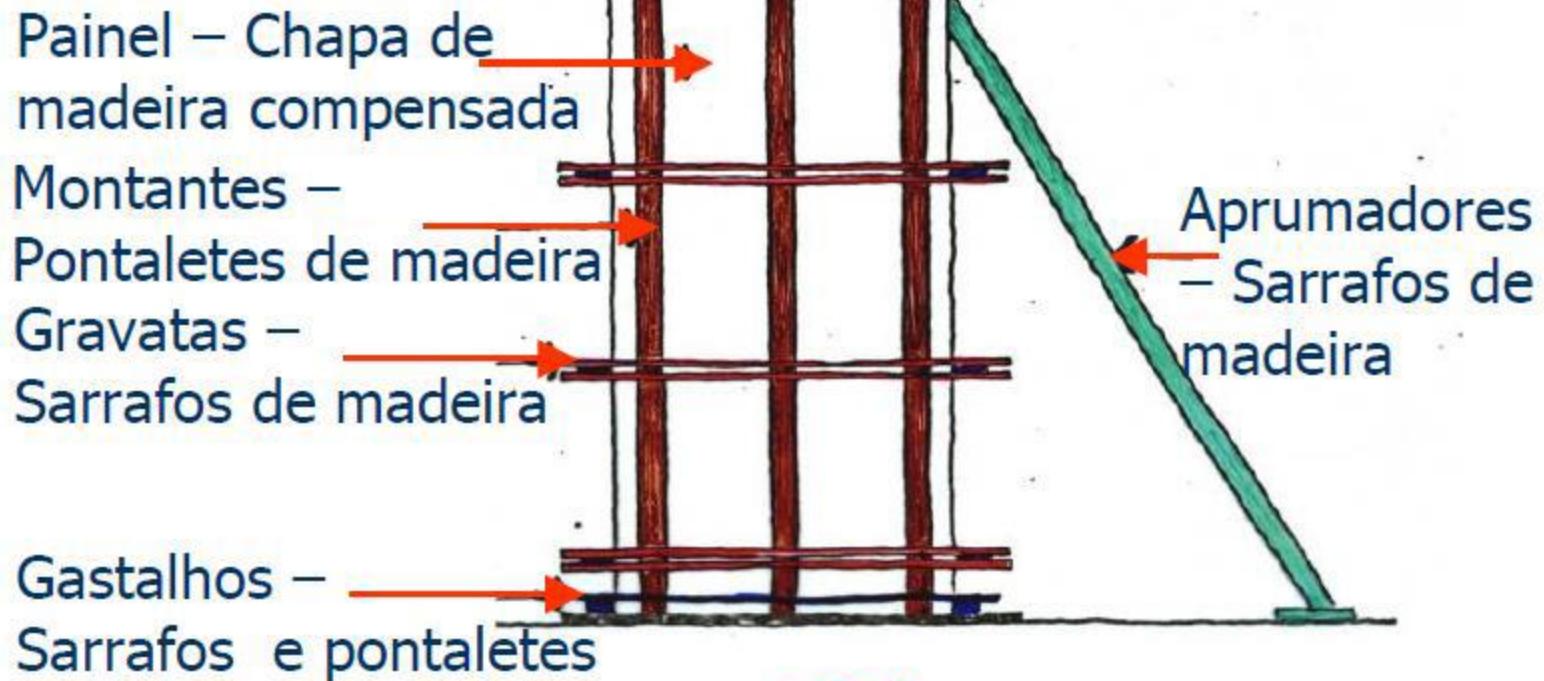
Escorameto de madeira



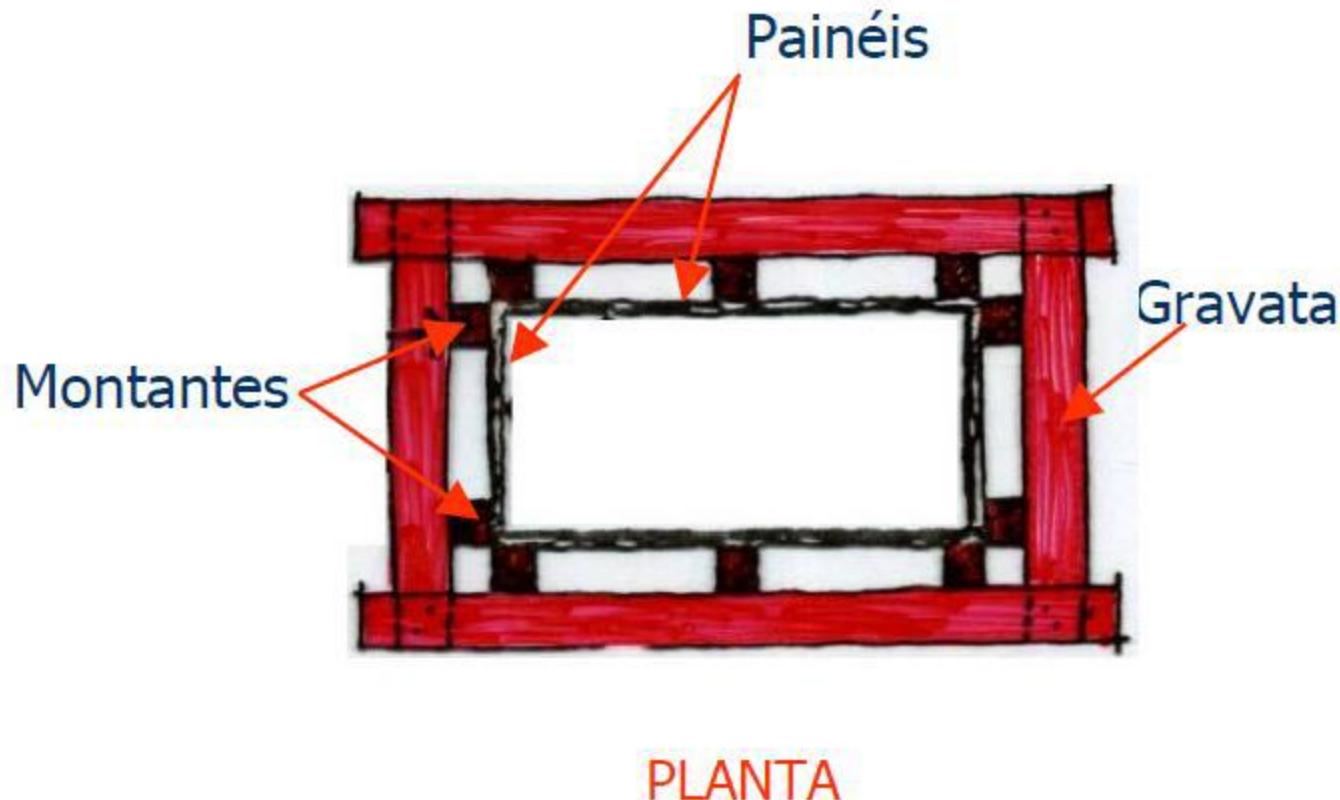
Elementos do Sistema de Fôrmas

- ◆ Acessórios
 - Peças complementos
 - Prumos
 - Níveis

Subsistemas de fôrmas: PILARES (Tradicional)



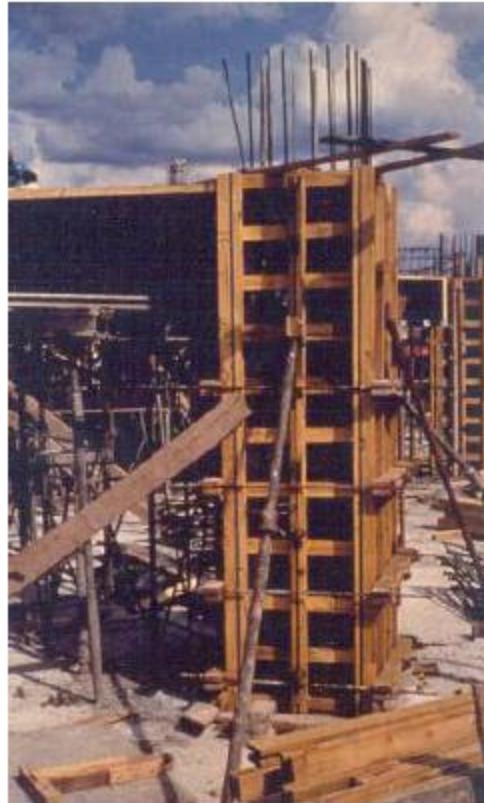
Subsistemas de fôrmas: PILARES (Tradicional)



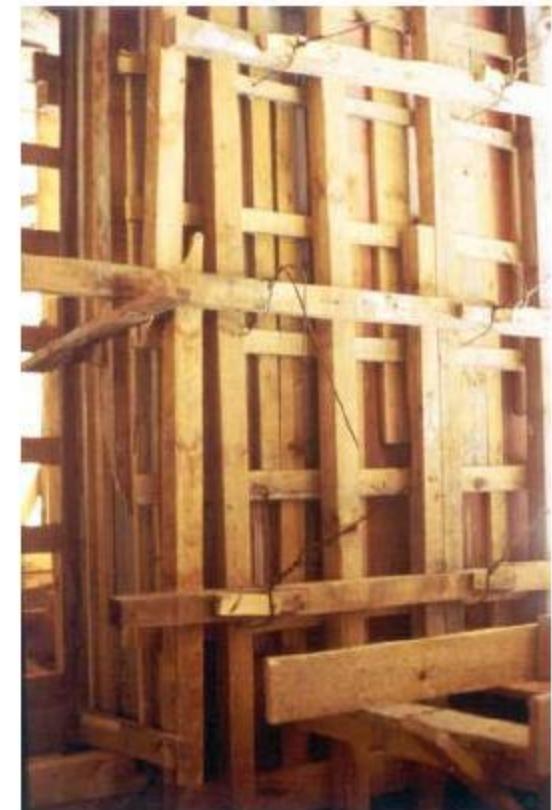
Subsistemas de fôrmas: PILARES (Tradicional)



Subsistemas de fôrmas: PILARES (Tradicional)



Subsistemas de fôrmas: PILARES (Tradicional)



Subsistemas de fôrmas: PILARES (Tradicional)



Subsistemas de fôrmas: PILARES (Tradicional)



Subsistemas de fôrmas: PILARES (Racionalizado)

Painel estruturado
(aço + madeira)



Subsistemas de fôrmas: PILARES (Racionalizado)



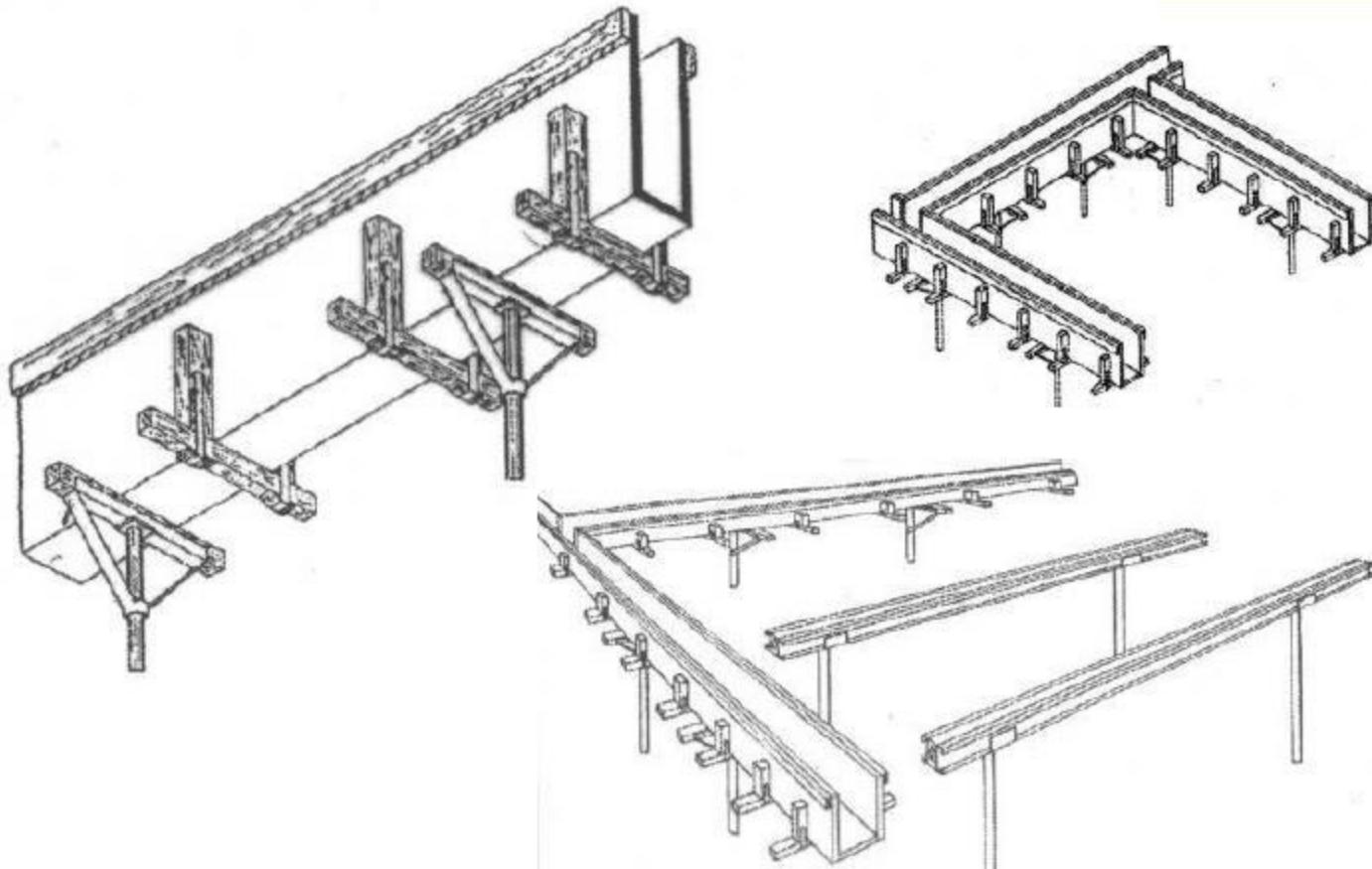
**Painel estruturado
(aço + madeira)**

Subsistemas de fôrmas: PILARES (Racionalizado)



Painel
plástico
estruturado

Subsistema de fôrma para vigas



Subsistema de fôrma para vigas



Subsistema de fôrma para vigas



**Painel estruturado
(aço + madeira)**

Subsistema de fôrma para vigas

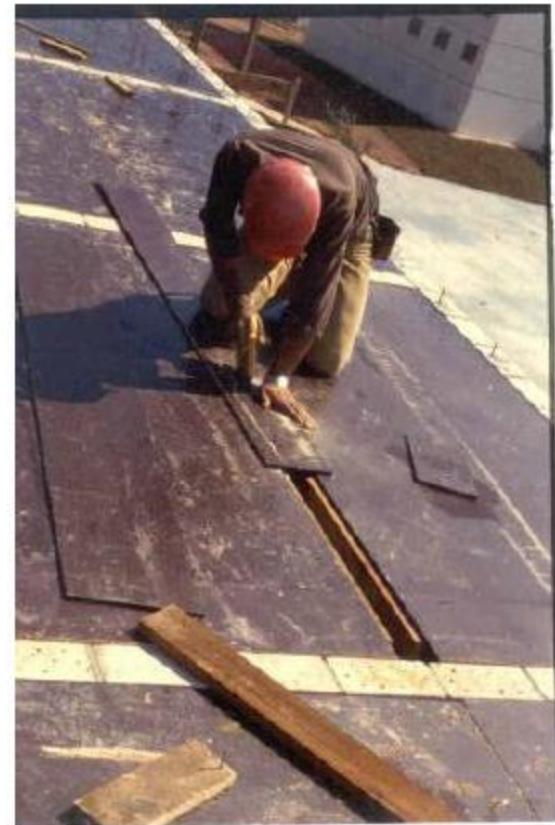
Painel de plástico



Fôrmas de laje (tradicional)



Fôrmas de laje (tradicional)



Fôrmas de laje (Racionalizado)



Painel estruturado
(alumínio +
madeira)

Estruturas em Concreto Armado

- ◆ Lajes

- Mista
- Pré-fabricada
- Composta

Racionalização das fôrmas

Menor consumo de mão-de-obra

Racionalização do processo construtivo

Estruturas em Concreto Armado

- ◆ Laje mista



Poliestireno expandido



Escada

- ◆ Fôrma metálica



Escada pré-moldada



Apoio

Escada Tradicional



Vamos exercitar!!