

*estruturas: Concreto armado
moldado in loco*

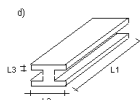
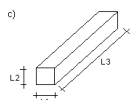
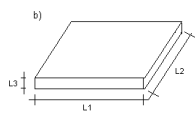
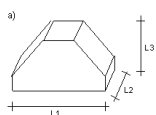
tópicos



*introdução
terminologia
materiais
classificação
execução*

Introdução

TIPOS DE PEÇAS ESTRUTURAIS



(a)	Blocos	<ul style="list-style-type: none"> Os três comprimentos principais são da mesma ordem de grandeza (relação máxima de 1 para 10), ou seja, $L1 = L2 \approx L3$
(b)	Folhas ou estruturas de superfície	<ul style="list-style-type: none"> $L1 = L2 > L3$ As folhas são divididas em cascas (superfície é curva) e em placas ou chapas, quando a superfície média é plana. Placas têm carregamento perpendicular ao seu plano, enquanto que Chapas têm carregamento paralelo ao mesmo Placas (lajes); chapas (paredes)
(c)	Barras	<ul style="list-style-type: none"> Uma das dimensões predomina sobre as demais; $L1 = L2 < L3$
(d)	Barras de elementos delgados	<ul style="list-style-type: none"> Uma das dimensões é significativamente superior às outras duas; entretanto, possui uma seção delgada ($L1 > L2 > L3$)

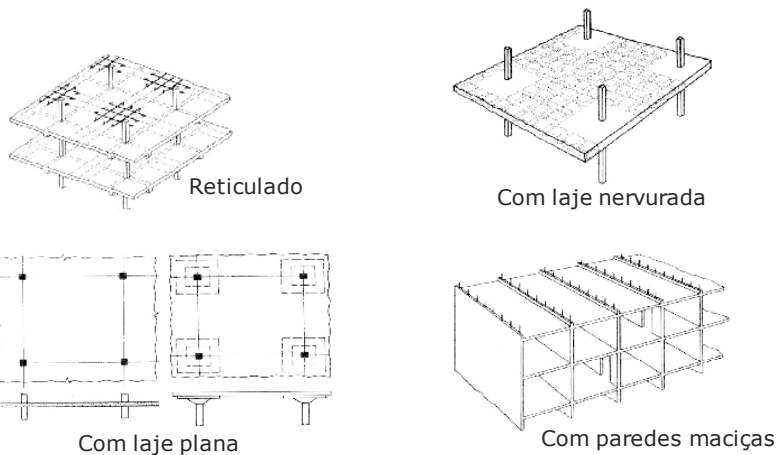
Introdução

ELEMENTOS ESTRUTURAIS

BÁSICOS	Laje	<ul style="list-style-type: none"> Elemento estrutural bidimensional (placa), geralmente horizontal, constituindo os pisos de compartimentos; suporta diretamente as cargas verticais do piso; é solicitada predominantemente à flexão;
	Viga	<ul style="list-style-type: none"> Elemento unidimensional (barra), geralmente horizontal, que vence os vãos entre os pilares dando apoio às lajes, às alvenarias e, eventualmente, a outras vigas; é solicitada predominantemente à flexão;
	Pilar	<ul style="list-style-type: none"> Elemento unidimensional (barra), geralmente vertical, que garante o vão vertical dos compartimentos (pé-direito), fornecendo apoio às vigas; é solicitado predominantemente à compressão.
COMPLEMENTARES	Escada, reservatório de água, muro de arrimo	<ul style="list-style-type: none"> São elementos que completam a estrutura do edifício e que, normalmente, são formados por uma combinação dos elementos estruturais básicos

Introdução

SISTEMAS ESTRUTURAIS



importância do sistemas de fôrmas

Custos

Decomposição dos custos de estrutura de concreto armado para edificação de múltiplos pavimentos (CONCRETE SOCIETY, 1995)

Item	Custo do material (%)	Custo da mão-de-obra (%)	Participação no custo da estrutura (%)
Concreto	12	8	20
Aço	19	6	25
Fôrmas e escoramentos	8	27	35
Outros (embutidos, distanciadores etc.)	13	7	20
TOTAL	52	48	100

Fôrmas: 35% do total da estrutura
Estrutura: 20% do custo total do edifício



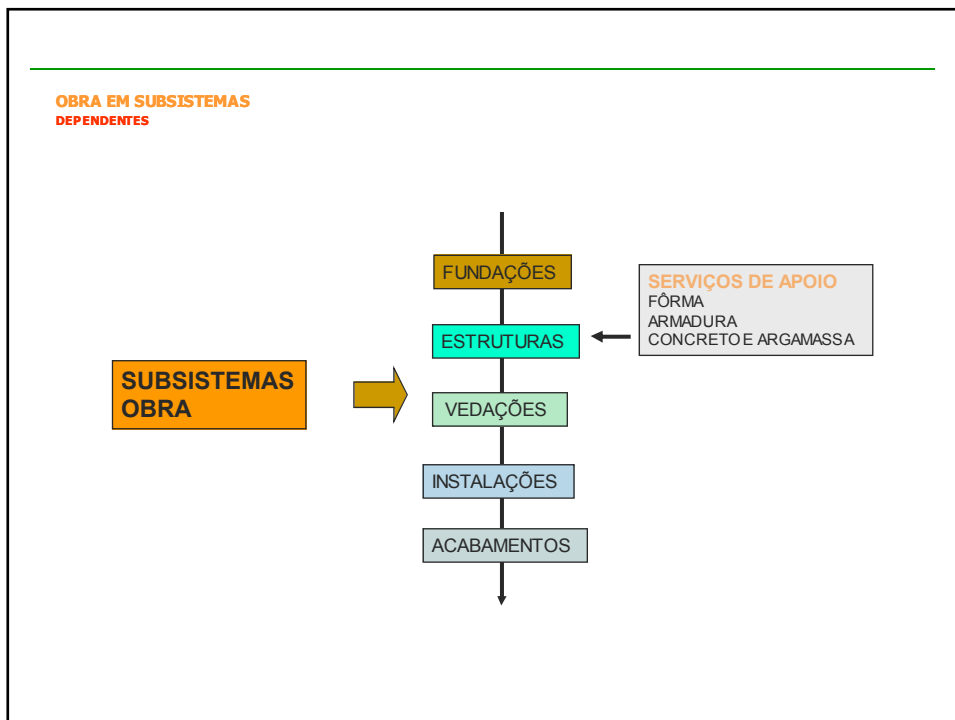
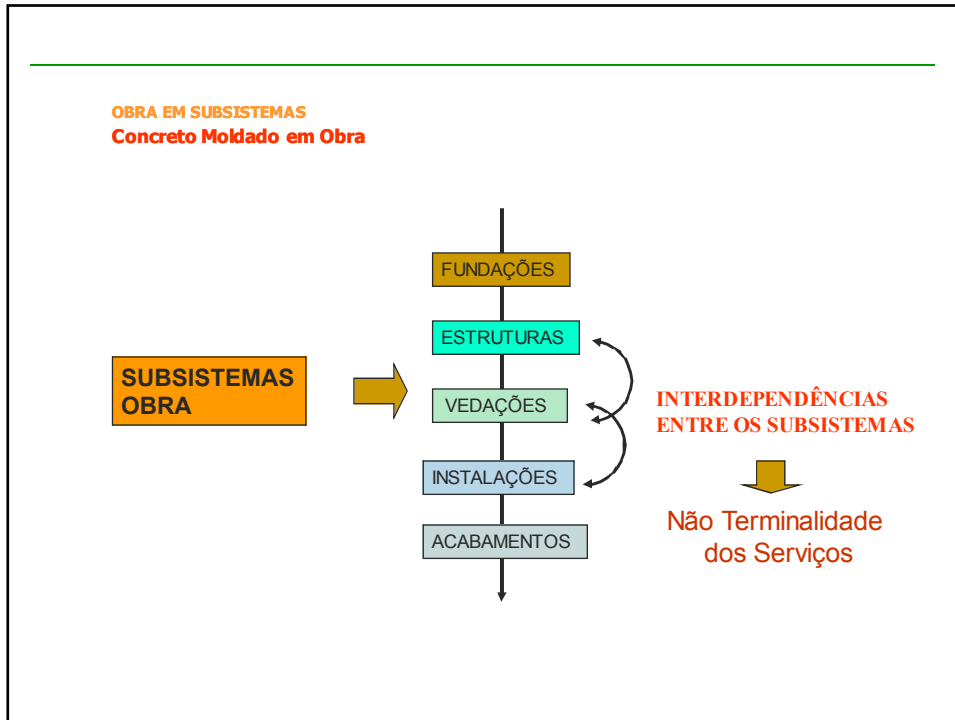
Fôrma = 7% do custo total do edifício

Fôrmas: 60% Hh
40% restantes, atividades de armação e concretagem

introdução



*estruturas: seqüência
de obra*



Seqüência de Obra

Estrutura de Concreto Armado (moldado in loco)

- Escavação
- Fundações
- **Estruturas**
- Vedações
- Instalações (embutimentos)
- Rebocos e Contra-pisos
- Instalações (fios e acessórios)
- Acabamentos (pisos e azulejos)
- Colocação Louças e metais
- Limpeza

Seqüência de Obra

Estrutura de Concreto Armado (moldado in loco)

■ Estruturas

- Montagem das fôrmas de pilares
- Armação dos Pilares
- Montagem da fôrmas de vigas e lajes
- Concretagem de pilares
- Escoramentos de lajes
- Montagem da armação
- **Embutimentos de caixas de elétrica e conduites** (*interferência com outros subsistema*)
- **Marcação das furações de hidráulica** (*interferência com outro subsistema*)
- Concretagem das vigas e lajes
- Desforma parcial
- Re-escoramento / Desforma

Obra Bruta: Estrutura de Concreto Armado (moldado in loco)

FLUXO A

■ Estruturas - ATIVIDADES DE APOIO


- Preparação e montagem de fôrmas
- Corte, dobra e montagem da armação
- Mistura do concreto (quando não for usinado).

■ Estruturas – TRANSPORTE

- Transporte de concreto (jélica e elevador de obra ou bomba)
- Transporte de armadura (elevador de obra, grua)
- Transporte das peças fôrmas (elevador de obra, grua)

■ Estruturas – ESTOQUES

- Madeira → Fôrmas
- Aço → Armadura
- Acessórios



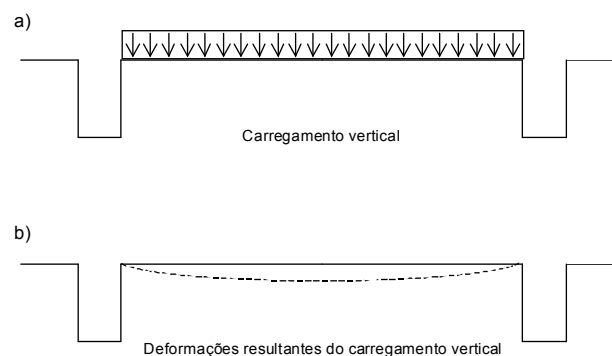
estruturas: fôrmas

funções do sistema de fôrmas

- moldar o concreto;
- servir de estrutura provisória para as atividades de armação e concretagem, devendo resistir às cargas provenientes do seu peso próprio, além das de serviço, tais como pessoas, equipamentos e materiais;
- servir de suporte para o posicionamento da armação, permitindo a colocação de espaçadores para garantir os cobrimentos;
- servir de suporte para o posicionamento de elementos das instalações e outros itens embutidos;
- conter o concreto fresco e sustentá-lo até que tenha resistência suficiente para se sustentar por si só;
- proteger o concreto novo contra choques mecânicos;
- limitar a perda de água do concreto, facilitando a cura.

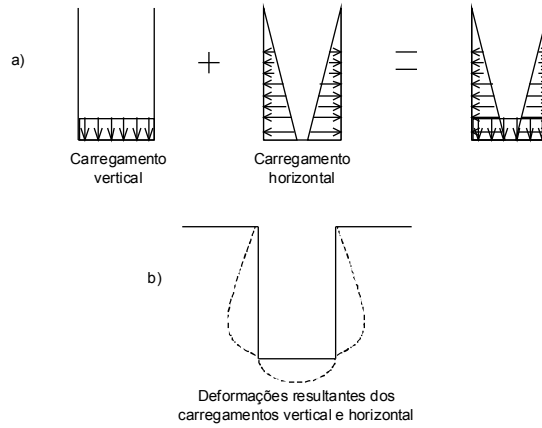
cargas atuantes no sistemas de fôrmas

Lajes



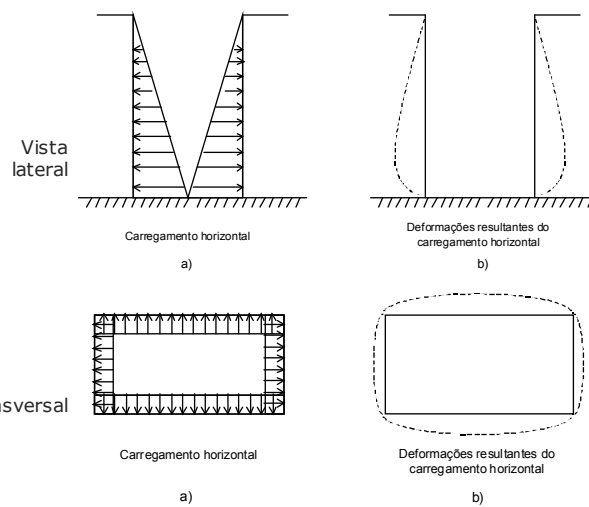
cargas atuantes no sistemas de fôrmas

Vigas



cargas atuantes no sistemas de fôrmas

Pilares



terminologia

MOLDE

É a parte do sistema que dá a forma à peça, entrando em contato com a superfície do concreto. Normalmente é composto por painéis, que podem ser estruturados ou não.

CIMBRAMENTO

É o conjunto de elementos que absorve ou transfere as cargas que atuam nas fôrmas. Pode ser dividido em quatro grupos:

escoramento: peças verticais sujeitas aos esforços de compressão;

vigamento: peças horizontais sujeitas aos esforços de flexão originados pelos carregamentos verticais;

travamento: peças verticais ou horizontais sujeitas aos esforços de tração e/ou flexão originados pelos carregamentos horizontais; e

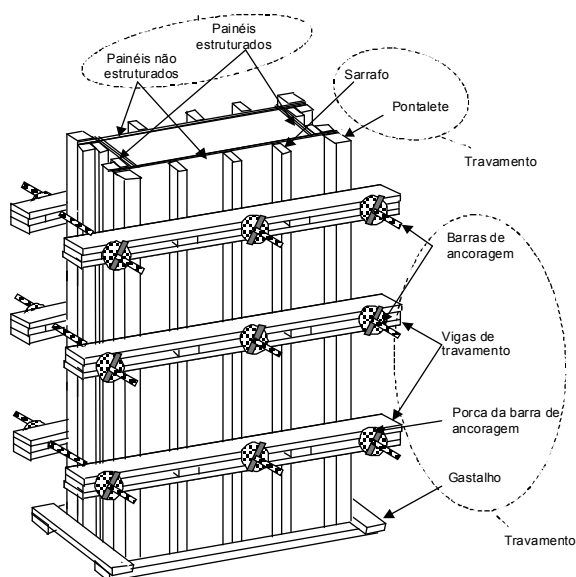
mãos-francesas: peças inclinadas para contenção horizontal.

ACESSÓRIOS

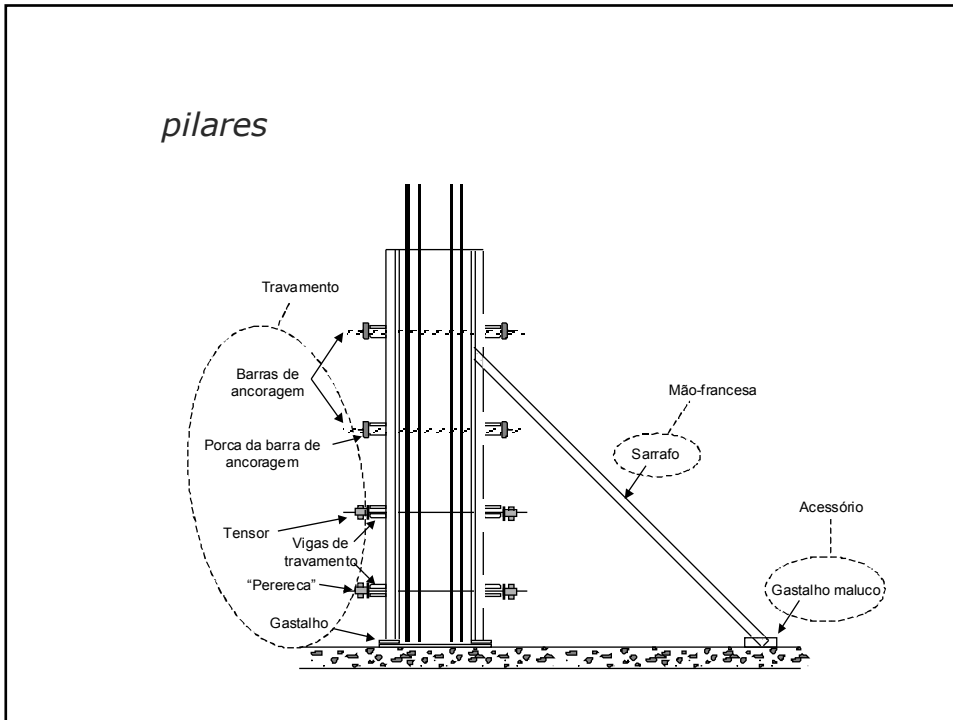
É o conjunto de peças que auxiliam o desempenho das outras.

pilares

Molde



pilares



Pilares e simbramentos



Escoramentos



pilares

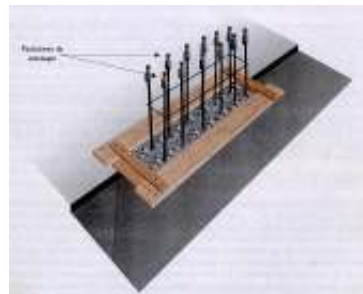


montagem das fôrmas
pilares

Locação dos gastalhos



Gastalho



Pintar o gastalho com uma cor de destaque (branco ou amarelo)

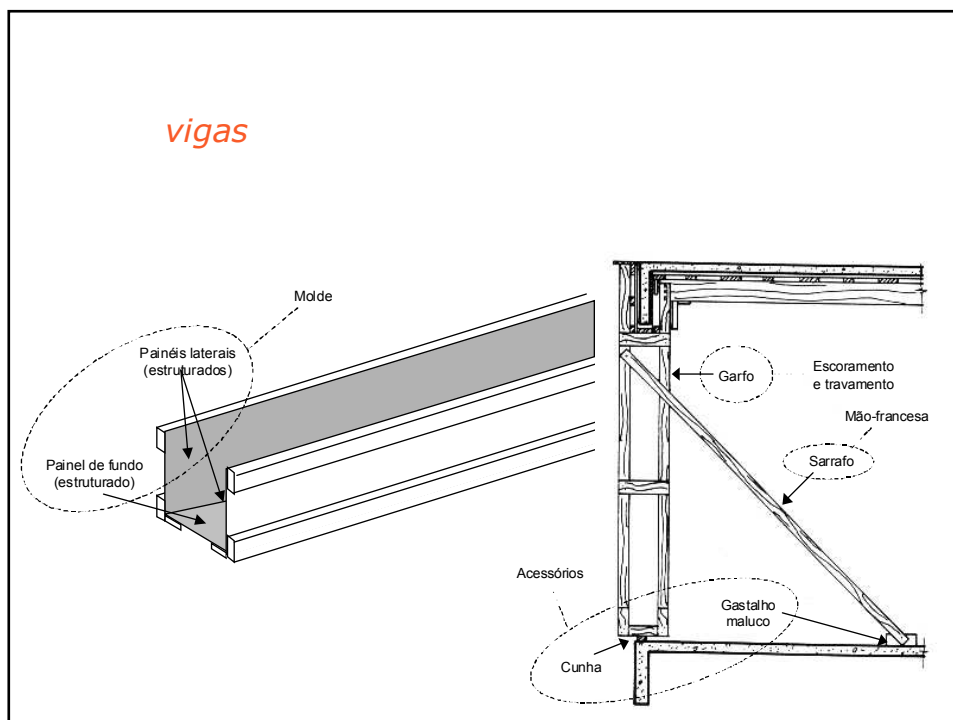
Pilares

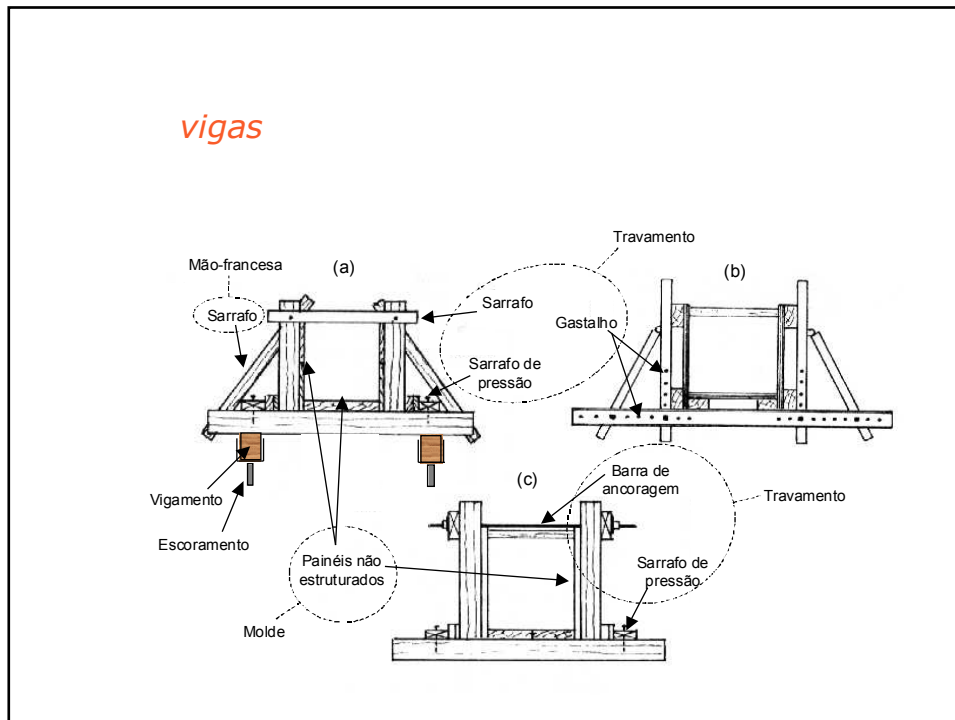
1. Apicoar o concreto da base dos pilares, removendo a nata de cimento depositada na superfície;
2. Passar desmoldante nas faces internas das fôrmas com pincel, broxa ou rolo;
3. Montar 3 faces dos pilares;
4. Posicionar a armadura, conferindo os espaçadores (cobrimento das armaduras) e posicionando as galgas (impedir o estrangulamento da seção interna da fôrma);
5. Pilares com mais de 2,5 m de altura, prever janela de inspeção.
6. Montar última face do pilar

Montagem das fôrmas dos pilares



vigas

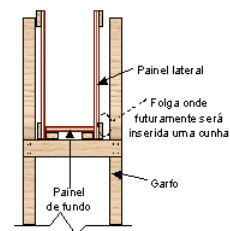




montagem das fôrmas vigas

IMPORTANTE: o encaixe dos fundos de viga entre pilares deve ser perfeito)

1. Passar desmoldante;
2. lançar os fundos de viga a partir das "cabeças" dos pilares, apoiando-os diretamente em alguns garfos do vão (estas posições poderão estar demarcadas com tinta);
3. passar uma linha de náilon unindo dois pilares, a uma altura de aproximadamente 1 m do fundo da viga;
4. nivelar os fundos de vigas com cunhas de madeira aplicadas na base dos garfos;
5. posicionar os painéis laterais



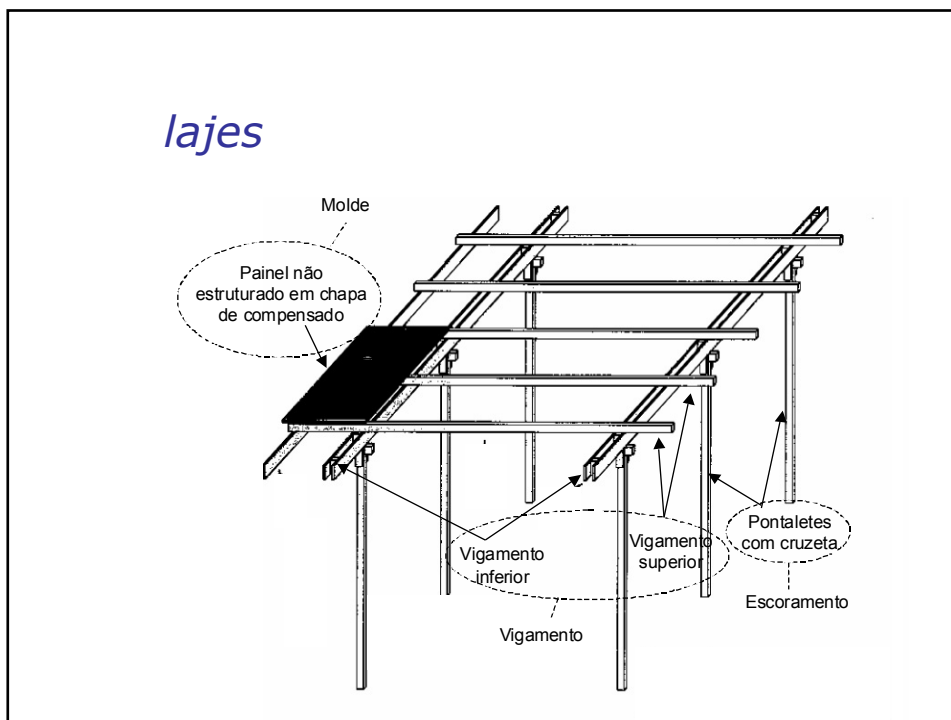
vigas



Vista geral do sistema de fôrmas



lajes



montagem das fôrmas lajes

- Pregiar sarrafos-guia na lateral dos garfos a uma distância igual a altura da longarina, medida a partir do fundo do assoalho;
- posicionar as longarinas devidamente escoradas;
- lançar o assoalho da laje do andar superior sobre as longarinas, segundo a identificação do projeto;
- pode-se pintar a posição das paredes no assoalho da laje, a fim de facilitar o trabalho e evitar erros na locação de tubulações e gabaritos de furação;
- para facilitar a desforma, deve-se pregar uma alça de corda na 1ª. Chapa do assoalho a ser desformada;
- pregar o assoalho nos sarrafos laterais das fôrmas das vigas;
- pregar o restante do assoalho nas longarinas.



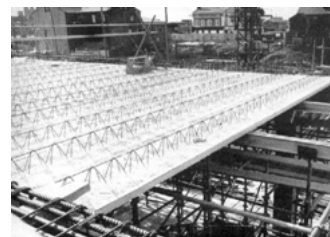
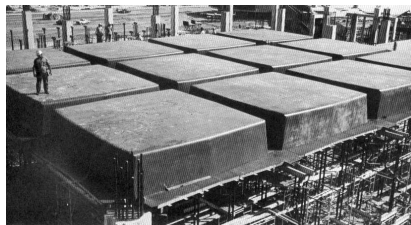
lajes



Lajes nervuradas

papelão

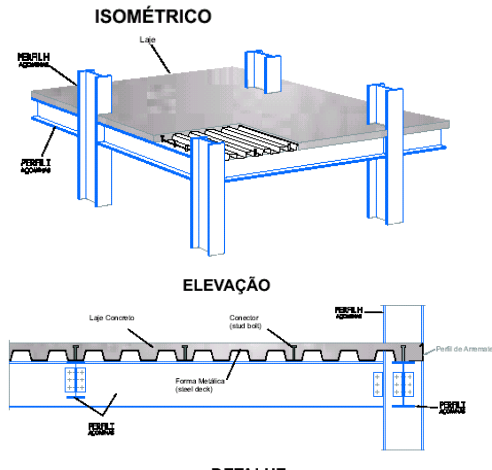
sintéticos



concreto

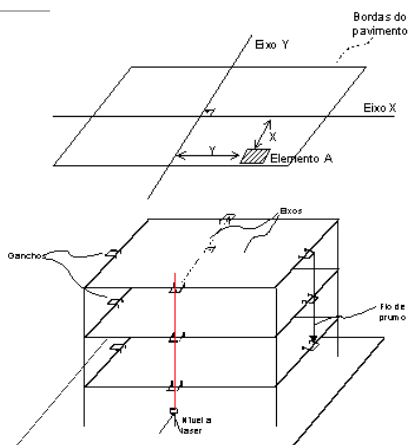
Laje steel deck

"Steel Deck"

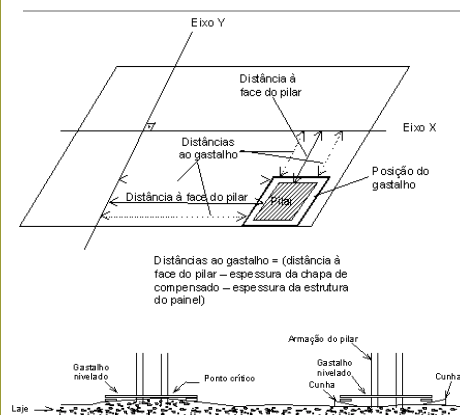


Processamento final: montagem das fôrmas

Locação ou transferências dos eixos



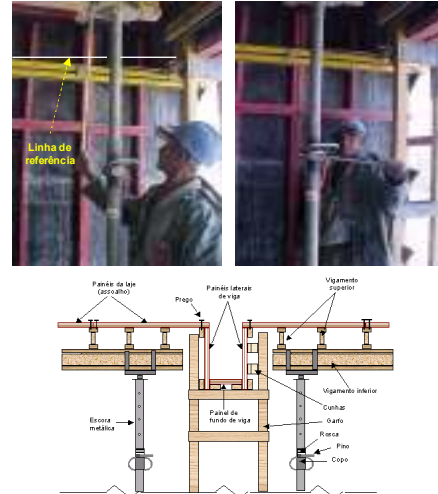
Locação dos gualhos



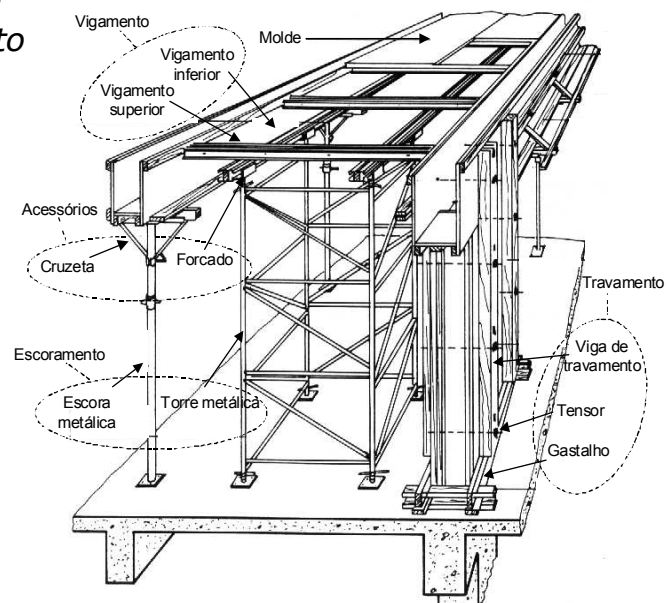
montagem das fôrmas

Montagem das fôrmas das lajes

- nivelar os panos de laje e verificar a contraflecha (ajustar a altura das escoras de apoio da fôrma por meio de cunha ou copo das escoras metálicas);
- conferir nivelamento com auxílio de uma linha de náilon colocados na parte superior ou inferior da fôrma, ou com aparelho de nível a laser na parte superior da fôrma;
- verificar o esquadro da laje (medidas das diagonais);
- passar desmoldante em toda a superfície do assoalho;
- fixar os gabaritos de furação elétrica e hidráulica.



sistema completo



Estrutura de Concreto Armado
(moldado in loco)



montagem das fôrmas

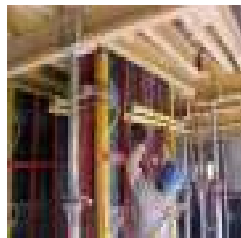
Montagem das fôrmas das escadas



desmontagem das fôrmas

Desforma

- Inicia-se pelos pilares;
- posicionar as reescoras das vigas em locais previamente marcados nas fôrmas;
- retirar os sarrafos-guia e remover as cunhas laterais e da base dos garfos;
- desformar as laterais das vigas;
- posicionar o reescoramento nas tiras do assoalho da laje, conforme marcação na fôrma;
- retirar os painéis da laje, começando pela peça munida de alça;
- usar cordas ou rede, de maneira a amortecer os impactos;
- limpar os painéis



desmontagem das fôrmas



Re-Escora Lajes e vigas



Re-escora de lajes e vigas

*Outros sistemas de fôrmas
sistema modular
de fôrmas de pilares*



sistema modular



sistema modular



estruturas: armadura

*armadura –
produção em canteiro*



*armadura -
produção em canteiro*



Corte de Aço

Pré-Montagem da armadura



*armadura
montagem*



Estrutura de Concreto Armado (moldado in loco)

EXECUÇÃO DA ESTRUTURA DA LAJE – Armação



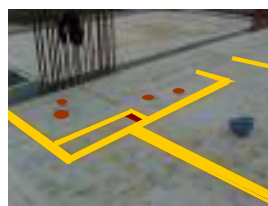
Posicionamento de Caixas e co

Armação da Laje

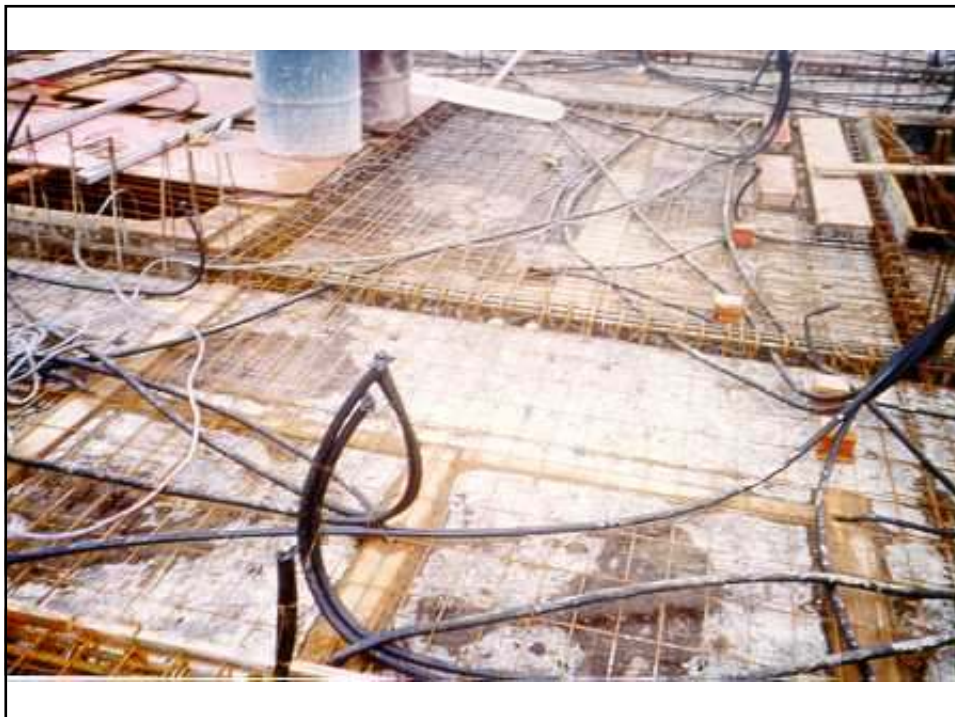
Marcação e posicionamento de instalações



Instalações elétricas na laje: a) eletrodutos ligados à caixa de passagem; b) utilização de "caranguejo" para fixar os eletrodutos que saem para o lado superior da laje.



Marcação, na forma da laje, da posição das verticais (faixas).



armadura - espaçadores



Peça para pilares de laterais de viga



Exemplo de aplicação: estribo do pilar



Peça para laje e fundo de viga



armadura - espaçadores



sistemas prediais



Blocos de *isopor* para passagens de prumadas isoladas na laje.



Tubos de PVC, com enchimento de *isopor*, posicionados na armadura da viga.

*estruturas:
concretagem*

concretagem



mistura
transporte
lançamento
espalhamento
adensamento
acabamento
cura

Serviços antecedentes



Laje pronta para concretagem
(armada + caixas, marcações, conduites e indicação de nível)

recebimento

- Confrontar dados da Nota Fiscal com o especificado em projeto
- Checar o volume de concreto entregue;
- Realizar o ensaio de abatimento do tronco de cone (*slump test*);
- Retirar amostras para ensaio de resistência à compressão, conforme índice de amostragem definido

COM DECOMPOSIÇÃO DE MOVIMENTOS*transporte***Elevador de carga e jericas ou carrinhos-de-mão (não recomendável)**

- capacidade: jericas: 110 a 180 litros ; carrinho-de-mão: 80 litros
- molhá-las antes da concretagem
- o eixo das rodas deve ser engraxado semanalmente



a) carrinhos-de-mão;



b) jericas;



c) elevador de carga.

transporte

a)



b)

Passarelas para movimentação de jericas em concretagem de laje.

Necessidade de passarelas sobre a fôrma da laje, formando caminhos que permitem o acesso de jericas e carrinhos-de-mão até o local de lançamento sem que as armações e os embutidos sejam danificados.

transporte**SEM DECOMPOSIÇÃO DE MOVIMENTOS**

GRUA + CAÇAMBAS
BOMBEAMENTO
CAMINHÃO-LANÇA



a) bomba-lança



b) grua

lançamento



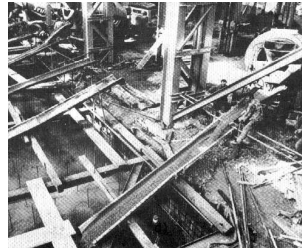
a) concretagem de laje com tubulação



b) concretagem de laje com caçamba da grua



c) concretagem de pilar solteiro com caçamba da grua;



d) caminhão-betoneira descarregando em bica

lançamento



Concretagem de pilar.



Grua segurando o mangote da bomba.



lançamento



Lançamento com bomba

lançamento



espalhamento

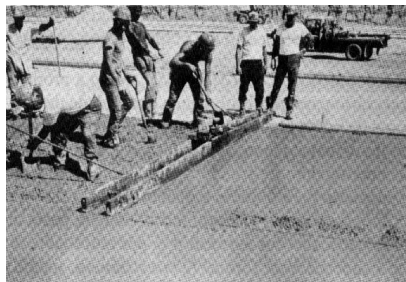
Espalhamento do concreto.



Concretagem da laje: a) espalhamento; b) sarrafeamento.

adensamento

a) vibrador de imersão



b) régua vibratória

Diâmetro da agulha (mm)	Raio de ação (cm)	Distância entre vibração (cm)
25 a 30	10	15
35 a 50	25	38
50 a 75	40	60

Em geral, 15 segundos são suficientes para adensar a área em que a agulha está imersa
 Evitar contato da agulha com as fôrmas e armaduras
 Não desligar o vibrador enquanto ele estiver imerso no concreto
 Não puxar o motor pelo mangote ou pelo cabo elétrico (o cabo e o motor devem estar isolados)

nivelamento



a) mestra para apoio do sarrafo



b) sarrafeamento do concreto



acabamento



Utilização do rollerbug



Bull float



Helicóptero

Estrutura de Concreto Armado (moldado in loco)

Controle de Nível
de concretagem
(nível laser)



Cura do
concreto

cura

É o conjunto de medidas que tem por objetivo evitar a evaporação prematura da água necessária à hidratação do cimento e sua conseqüente pega e endurecimento

TIPOS

- Represamento ou imersão;
- Borrifamento de água;
- Uso de revestimentos saturados de água;
- Aplicação de filme impermeável.



a) cobertura com lonas molhadas em trecho concretado da laje



(b) borrifamento de resina PVA.

desmoldagem



Sistema INPAR



Sistema INPAR



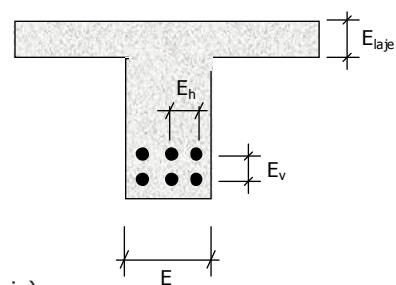
Concreto de Cimento Portland – Dosagem (agregados)

Elaje = espessura da laje

Eh = menor distância horizontal entre as barras de aço

Ev = menor distância vertical entre as barras de aço

E = menor distância entre fôrmas



$D_{m\acute{a}x} \leq$

1/3 da espessura da laje (Elaje)

1/4 da distância entre as faces de fôrmas (E)

2 vezes Ev

0,83 vezes Eh

1/4 do diâmetro da tubulação de bombeamento do concreto