

PRODUÇÃO DE ESTRUTURAS

CONCRETO ARMADO

LEITURA RECOMENDADA

1. Apostila para produção de estruturas em concreto armado
2. Apostila tecnologia de produção em concreto armado

(Arquivos no Moodle da disciplina)

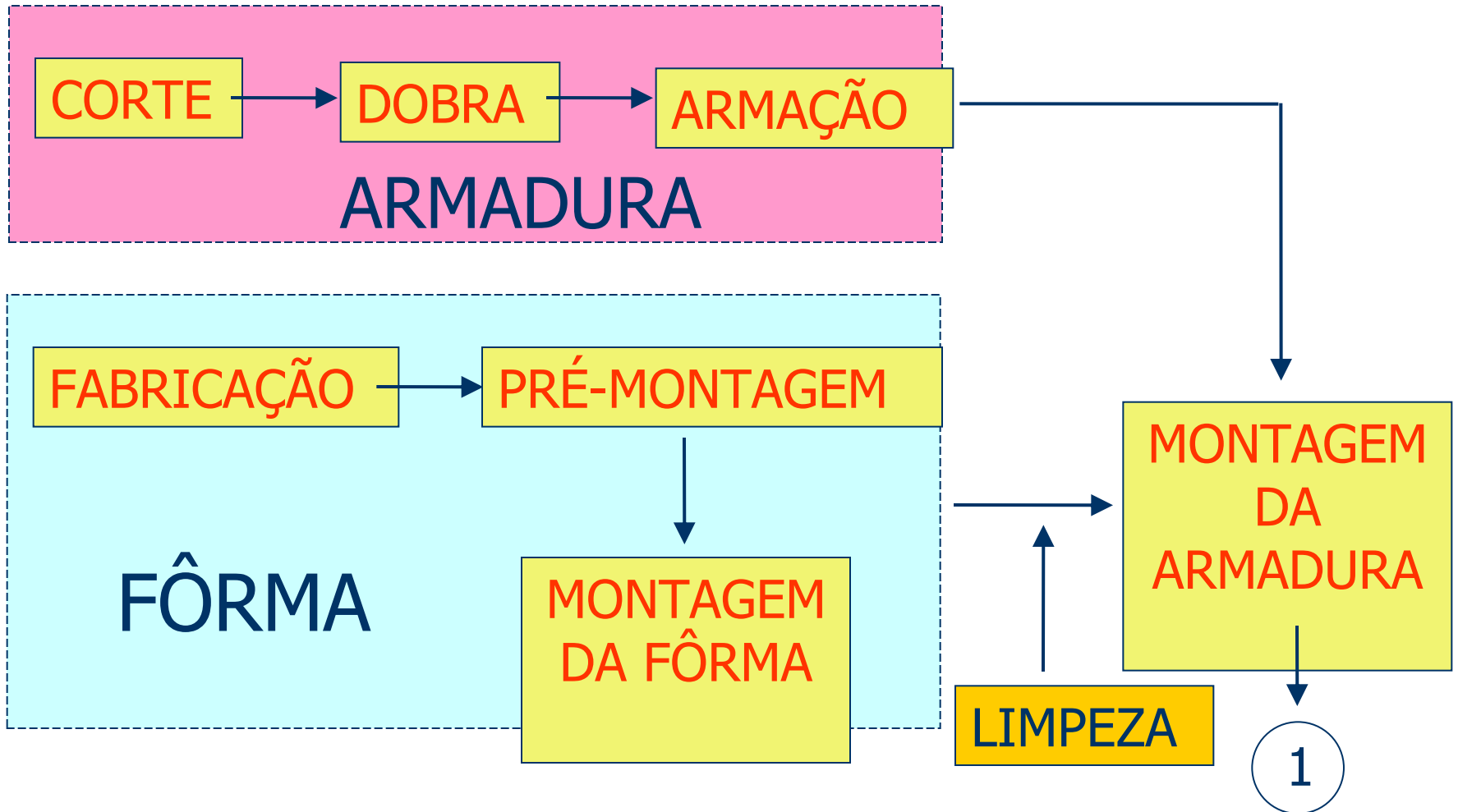
OBJETIVO

Conhecer os **principais *elementos*** que formam o subsistema estrutura de concreto armado bem como suas respectivas **funções**

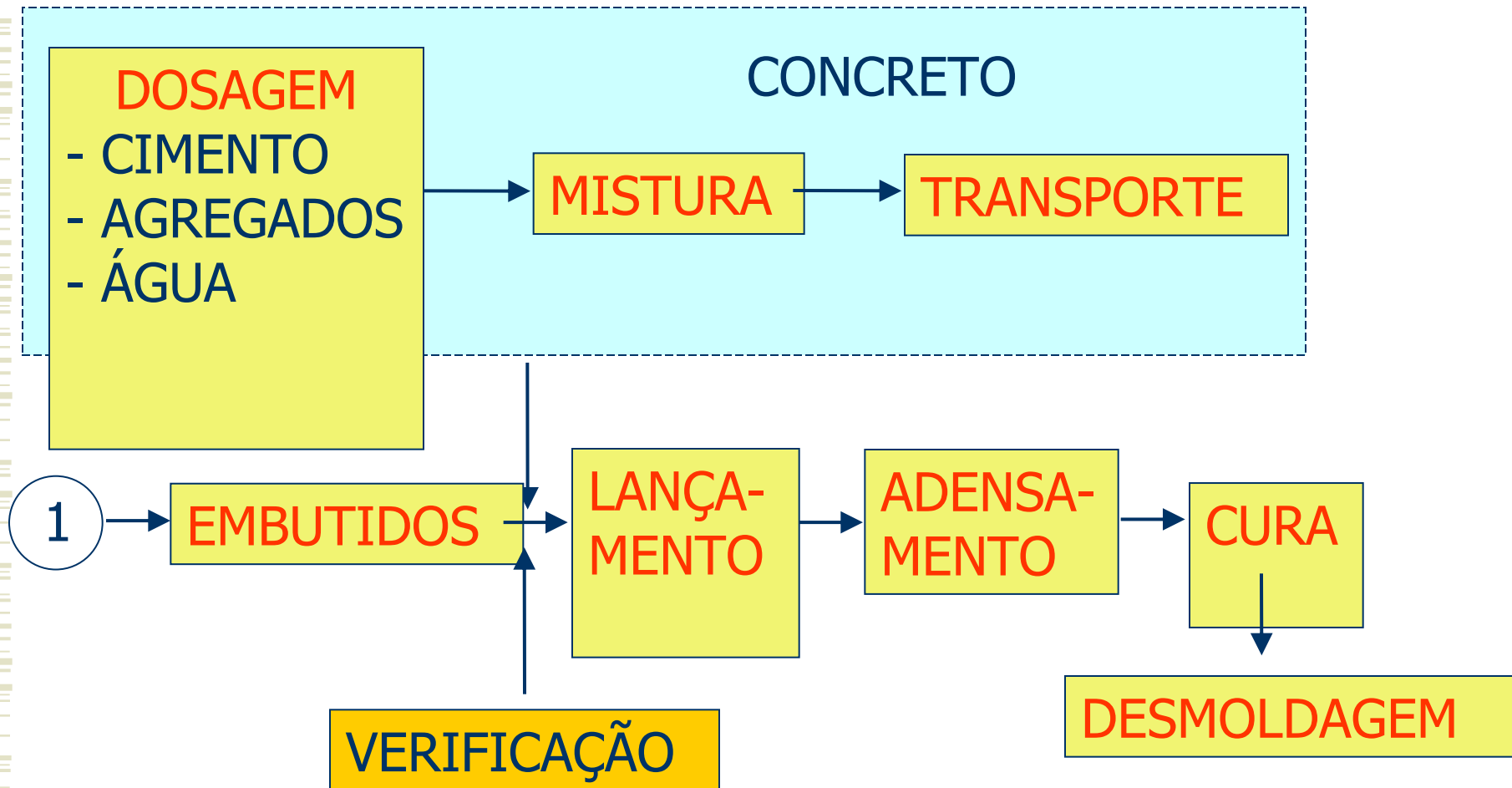
ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO



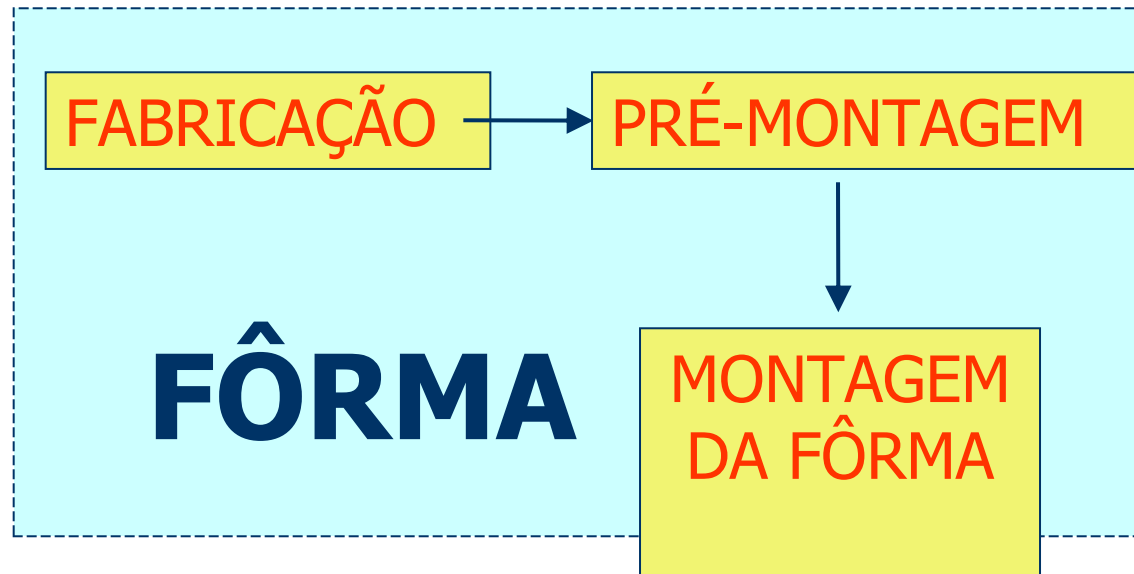
ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO



ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO



ESTRUTURAS: FÔRMAS



Fôrmas



FÔRMAS CIRCULARES

FÔRMAS: Objetivos

1. Conhecer os **principais elementos** que formam o sistema de fôrma bem como as **funções** de cada um deles
2. Conhecer a **importância** de um adequado sistema de fôrma para o desempenho do edifício
3. Analisar os **métodos de racionalização** no projeto e na execução das fôrmas

Fôrmas

O que é?

“a fôrma é um molde provisório que serve para dar ao concreto fresco a geometria e rugosidade superficial desejada”

Fonte: ASSAHI, Paulo - Sistema de Fôrma para estrutura de concreto (apostila Moodle)

Qual a importância da fôrma?

1. A fôrma é a **principal responsável pela geometria** dos elementos estruturais de C.A. do edifício
2. Em termos de custo e prazo, a fôrma representa **3% a 10% dos gastos totais** do empreendimento e **15 a 30% do prazo total.**
3. A má utilização pode levar a formação de trincas na estrutura, vazamentos de água, corrosão da armadura do concreto, etc.

ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

- Dos prazos do Edifício

25 - 50%



**Todos os demais
serviços**

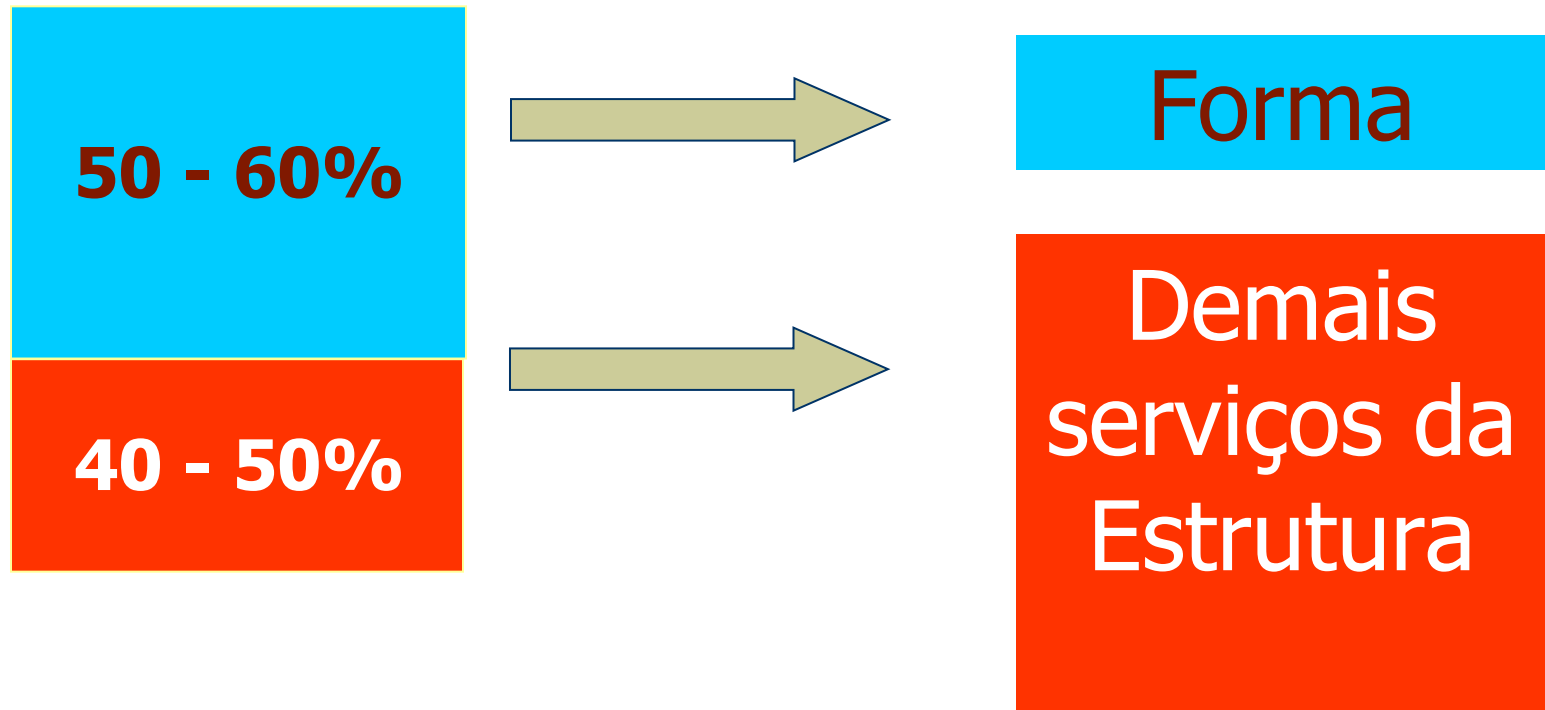
25 - 50%



**Estrutura em
concreto armado**

ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

- Dos prazos da **Estrutura**



ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

- Dos prazos da **Estrutura**

Fôrma representa aprox. **15 - 30%**
do prazo total do empreendimento

40%



**Demais
serviços da
Estrutura**

ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

- Dos custos do Edifício

81% - 91%



Todos os demais
serviços

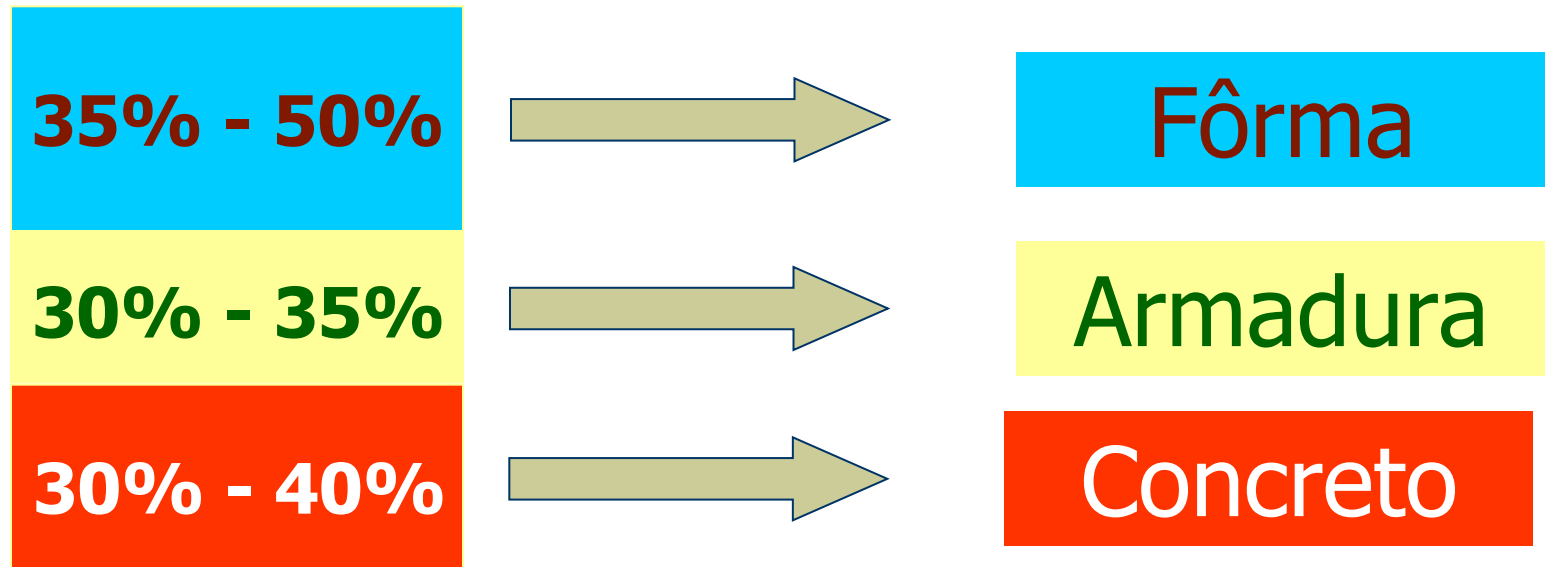
9% - 19%



Estrutura em
concreto armado

ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

- Dos custos da **Estrutura**



ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

- Dos custos da **Estrutura**

Fôrma representa aprox. **3% a 10%**
do custo total do empreendimento

30% - 35%

30% - 40%



Armadura

Concreto

PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS FÔRMAS

1. Molde: Dar forma ao concreto



PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS FÔRMAS

1. Molde: Dar forma ao concreto



A fôrma é a **principal responsável** pela geometria dos elementos estruturais



PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS FÔRMAS

- 2. Contenção:** Conter o concreto fresco na fôrma. Proteger contra a evaporação superficial, muito prejudicial para o processo de cura do



PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS FÔRMAS

3. Sustentação: Serve de suporte ao concreto fresco até que se atinja a resistência mecânica necessária para ela poder se autosustentar



Antes da desenforma



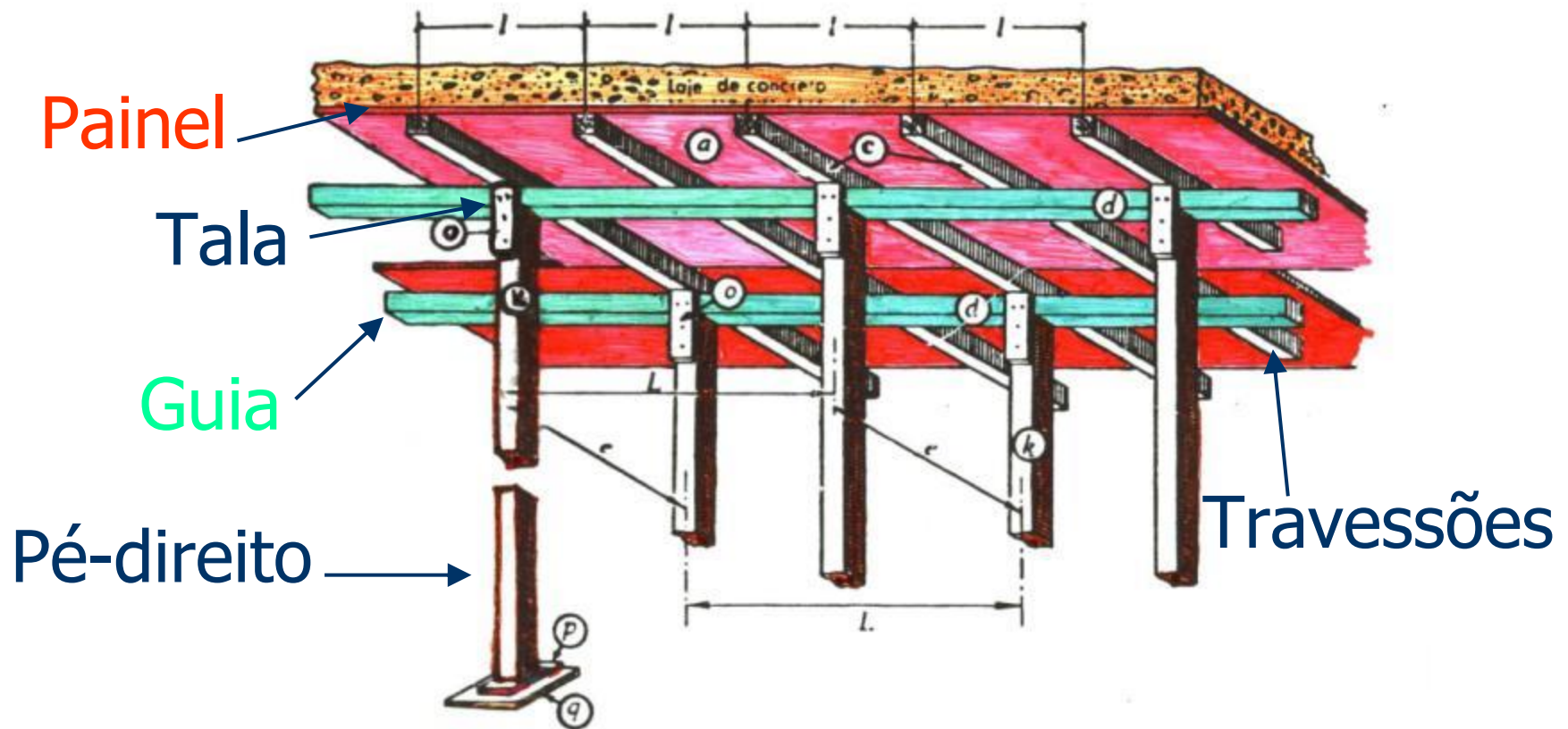
Depois da desenforma

PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS FÔRMAS

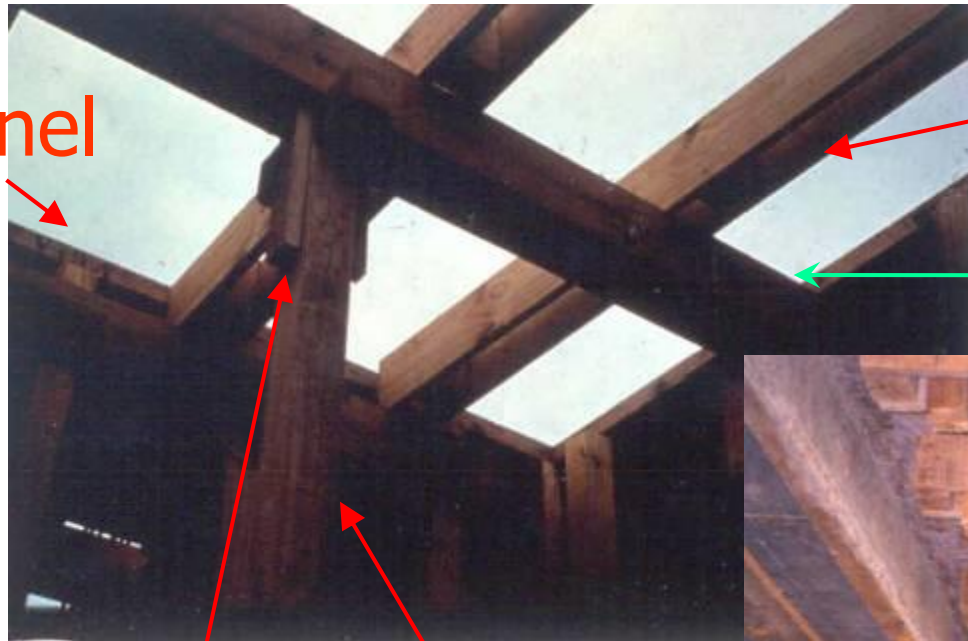
4. **Acabamento superficial:** Proporcionar ao concreto a rugosidade superficial requerida. Pode variar entre **lisa** e **texturizada**.



Disposição geral de um sistema de fôrma: laje



Disposição geral de um sistema de fôrma: laje



Painel

Travessões

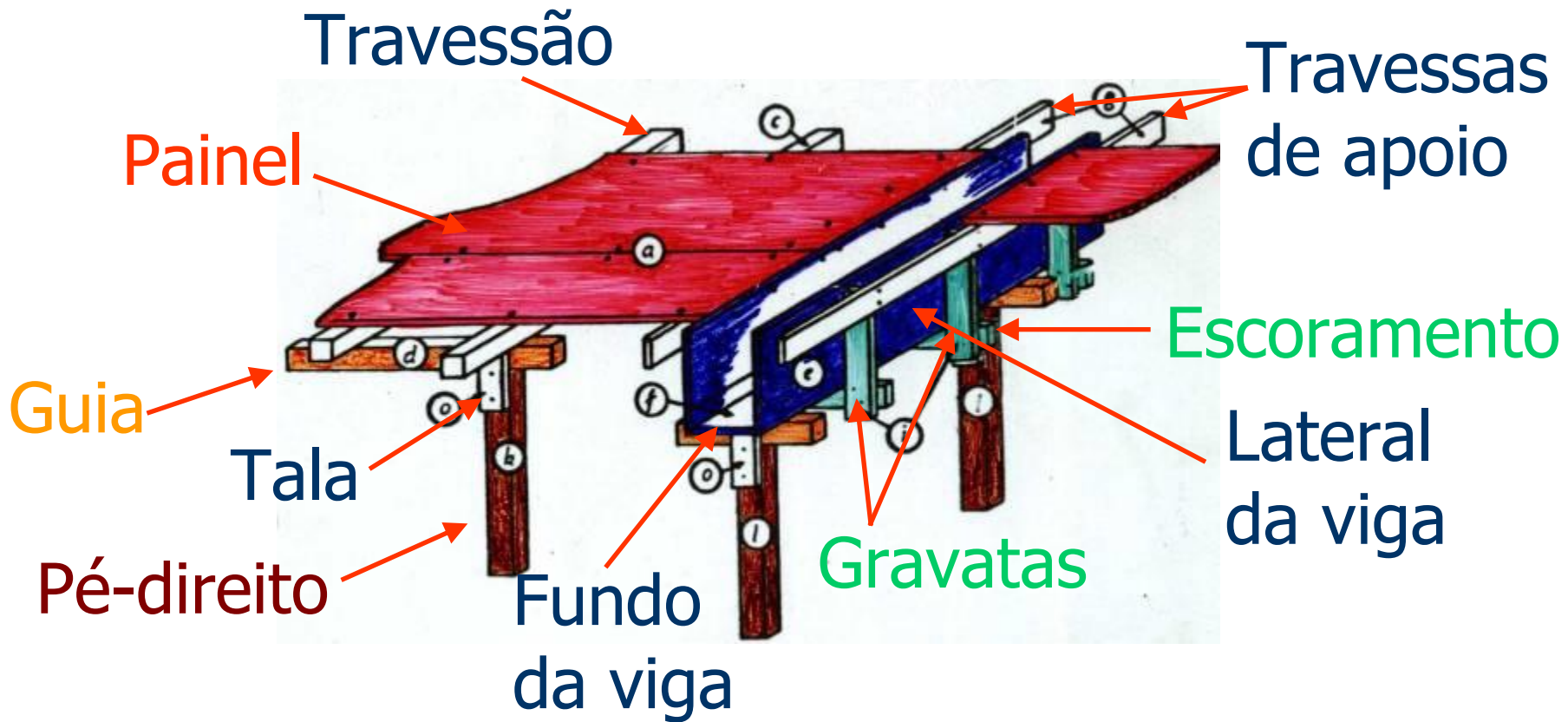
Guia

Tala

Pé-direito

Escoramento

Disposição geral de um sistema de fôrma: **viga**



Disposição geral de um sistema de fôrma: **viga**

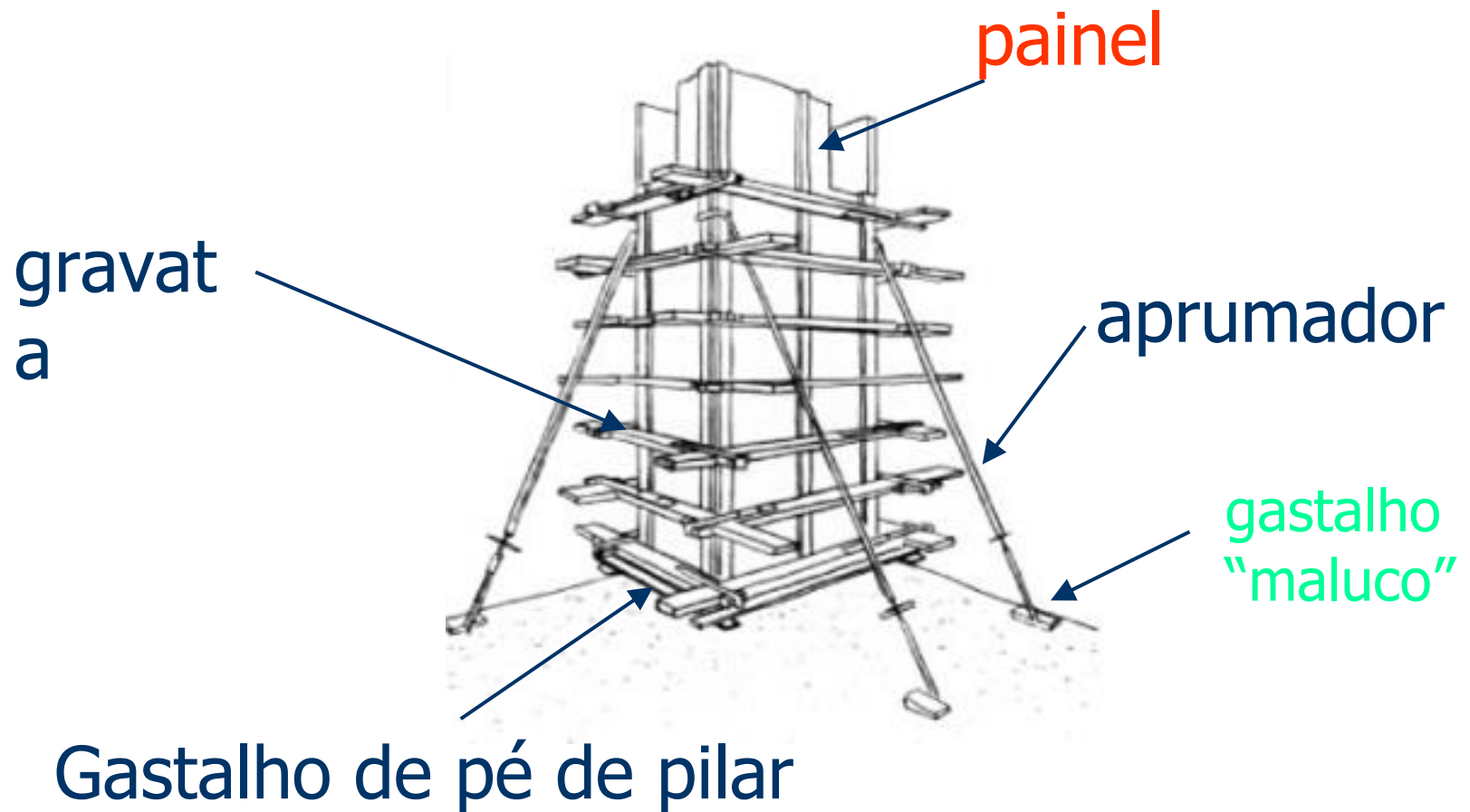


Viga

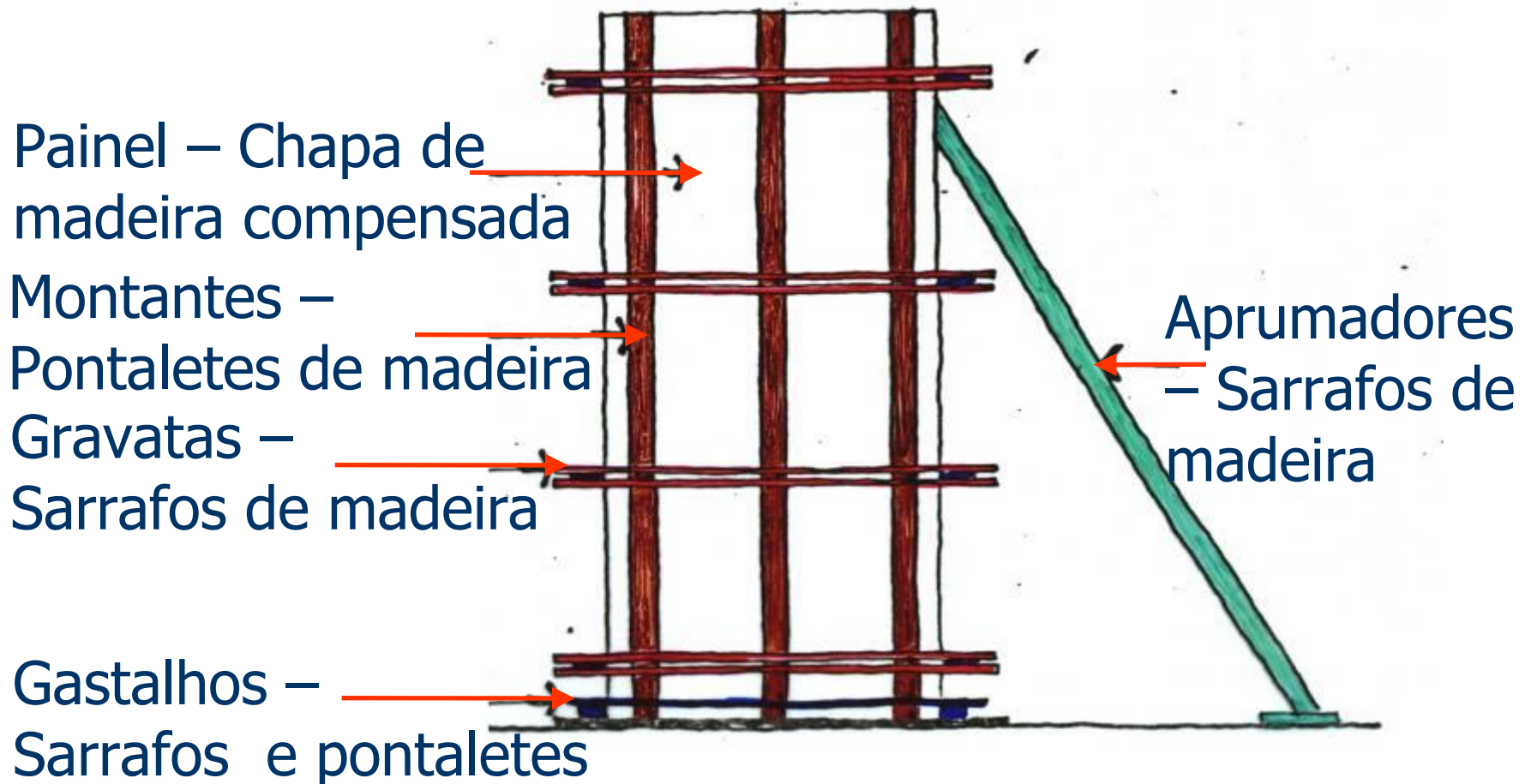
Painel lateral

Escoramento e gravata

Disposição geral de um sistema de fôrma: pilar



Subsistemas de fôrmas: PILAR (Tradicional)



VISTA

Subsistemas de fôrmas de PILARES



Elementos do Sistema de Fôrmas:

MOLDE

- Define o formato e a rugosidade do elemento de concreto.
- Principais materiais utilizados:
 - a. Madeira* (Tábuas, compensado)
 - b. Metálico*
 - c. Plásticos
 - d. Fibra de vidro
 - e. Papelão



* Mais empregados!

Elementos do Sistema de Fôrmas: **MOLDE**

Madeira*



Elementos do Sistema de Fôrmas: **MOLDE**

Metálico*



Elementos do Sistema de Fôrmas:

MOLDE

Plástico ou fibra de vidro



Elementos do Sistema de Fôrmas: **MOLDE**

Papelão



Elementos do Sistema de Fôrmas: Estrutura do Molde

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

Elementos do Sistema de Fôrmas: Estrutura do Molde



Madeira



Elementos do Sistema de Fôrmas: Escoramento

- 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 Fôrmas: Escoramento

Torres metálicas



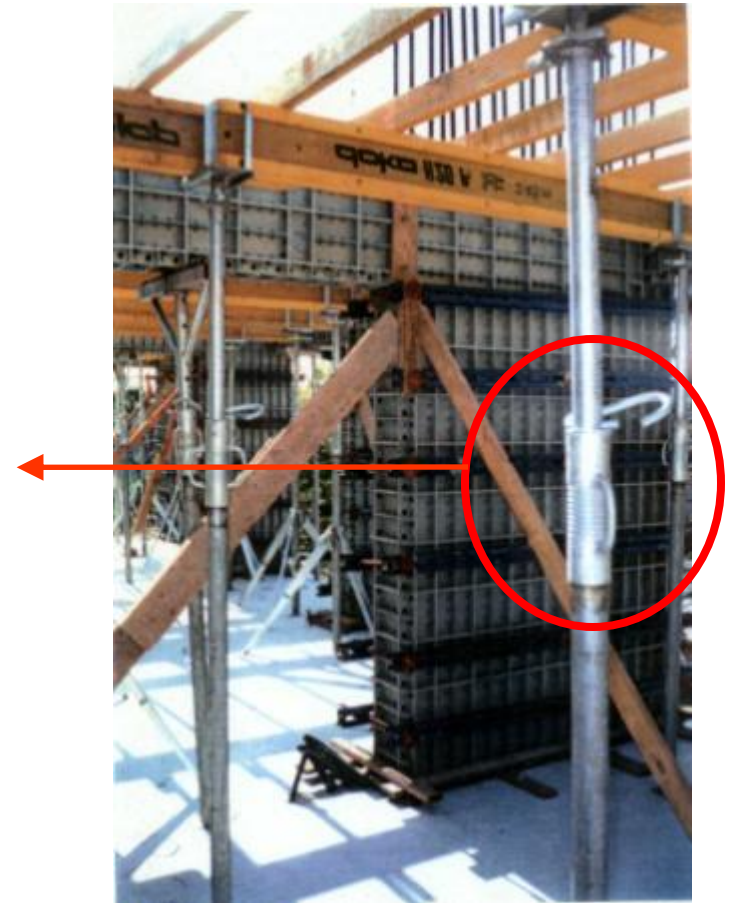
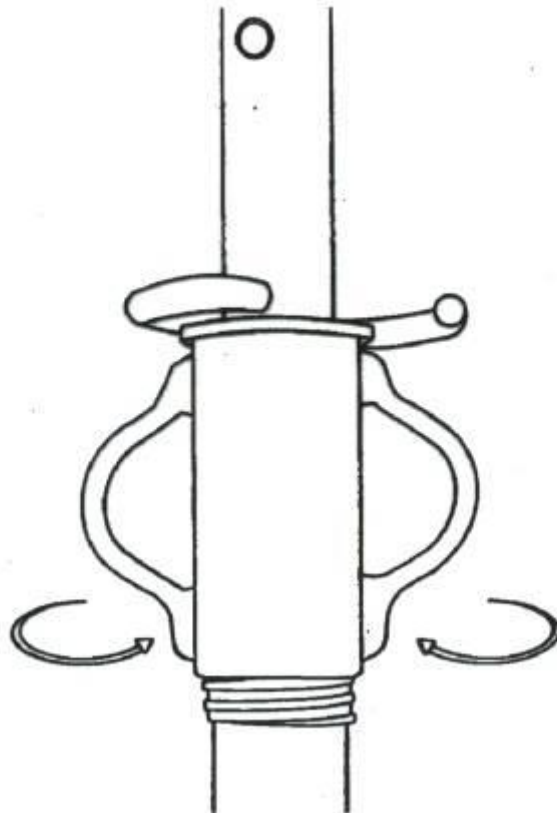
Elementos do Sistema de Fôrmas: Escoramento

Torres metálicas



Elementos do Sistema de Fôrmas: Escoramento

Escoras metálicas



Elementos do Sistema de Fôrmas: Escoramento

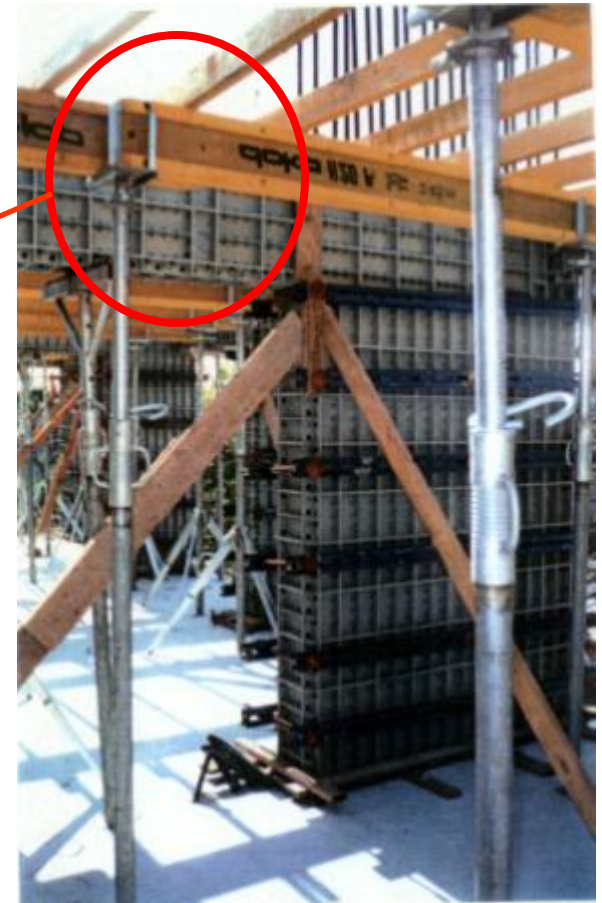
Pontaletes metálicos



Cabeçal de apoio



Cruzeta metálica



Elementos do Sistema de Fôrmas: Escoramento

Escoramento de madeira



Elementos do Sistema de Fôrmas: Escoramento

Escoramento de madeira



Elementos do Sistema de Fôrmas: Acessórios

Peças complementares

- Prumos
- Níveis



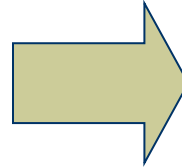
RACIONALIZAÇÃO DO SISTEMA DE FÔRMA

- Diminuir custos de produção (mão de obra)
- Diminuir o ciclo de produção
- Melhoria do desempenho da fôrma (funções das fôrmas)
- Racionalização dos demais subsistemas do edifício

RACIONALIZAÇÃO DO SISTEMA DE FÔRMA

- **COORDENAÇÃO DO PROJETO DO EDIFÍCIO ENTRE AS DIFERENTES ESPECIALIDADES**

**RACIONALIZAÇÃO
DAS FÔRMAS**



**ARQUITETURA
ESTRUTURAS
INSTALAÇÕES
REVESTIMENTOS**

META: CONSTRUTIBILIDADE & DESEMPENHO

Mudanças na concepção estrutural

Evitar formas complexas de execução



Racionalização no Projeto: **AÇÕES**

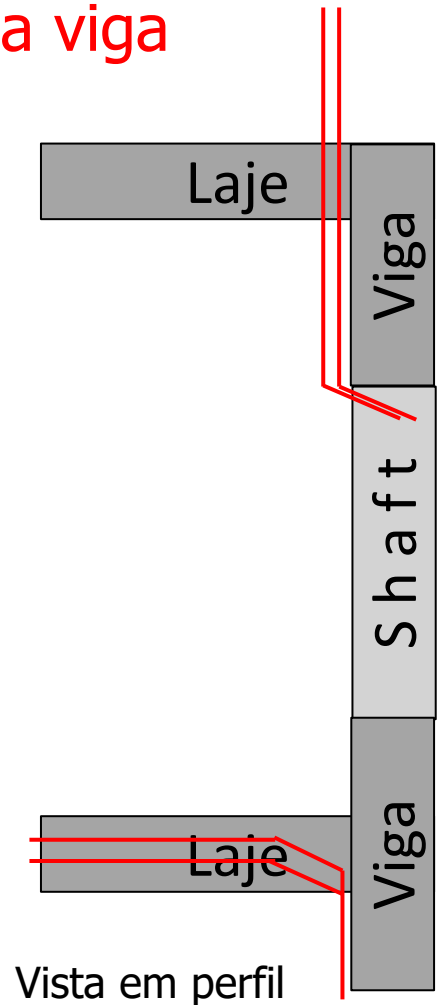
- PADRONIZAÇÃO DA ESTRUTURAS
- PILARES COM SEÇÃO CONSTANTE
- MODULAÇÃO DOS VÃOS

Racionalização no Projeto: **AÇÕES**

- COMPATIBILIZAÇÃO DE:
 - passagens de instalações
 - embutidos na laje
 - níveis de concretagens (revestimentos)
 - tolerâncias etc.
- DESEMPENHO DA ESTRUTURA X ALVENARIA E REVESTIMENTO

COMPATIBILIZAÇÃO !!!!

Instalações elétricas sem passar pela viga



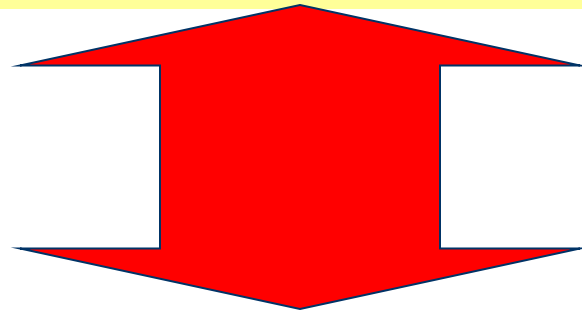
Racionalização na Execução: **AÇÕES**

- **PLANEJAMENTO** DA SEQÜÊNCIA DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS NA MONTAGEM DOS PAINÉIS
- PROCEDIMENTOS DE **LIMPEZA E PREPARAÇÃO**
- PROCEDIMENTOS DE **DESENFORMA**

Racionalização na Execução: **AÇÕES**

- CRITÉRIOS DE **VERIFICAÇÃO**,
PROCEDIMENTOS E TOLERÂNCIAS
- SISTEMA DE **CONTROLE** E
LIBERAÇÃO PARA CONCRETAGEM

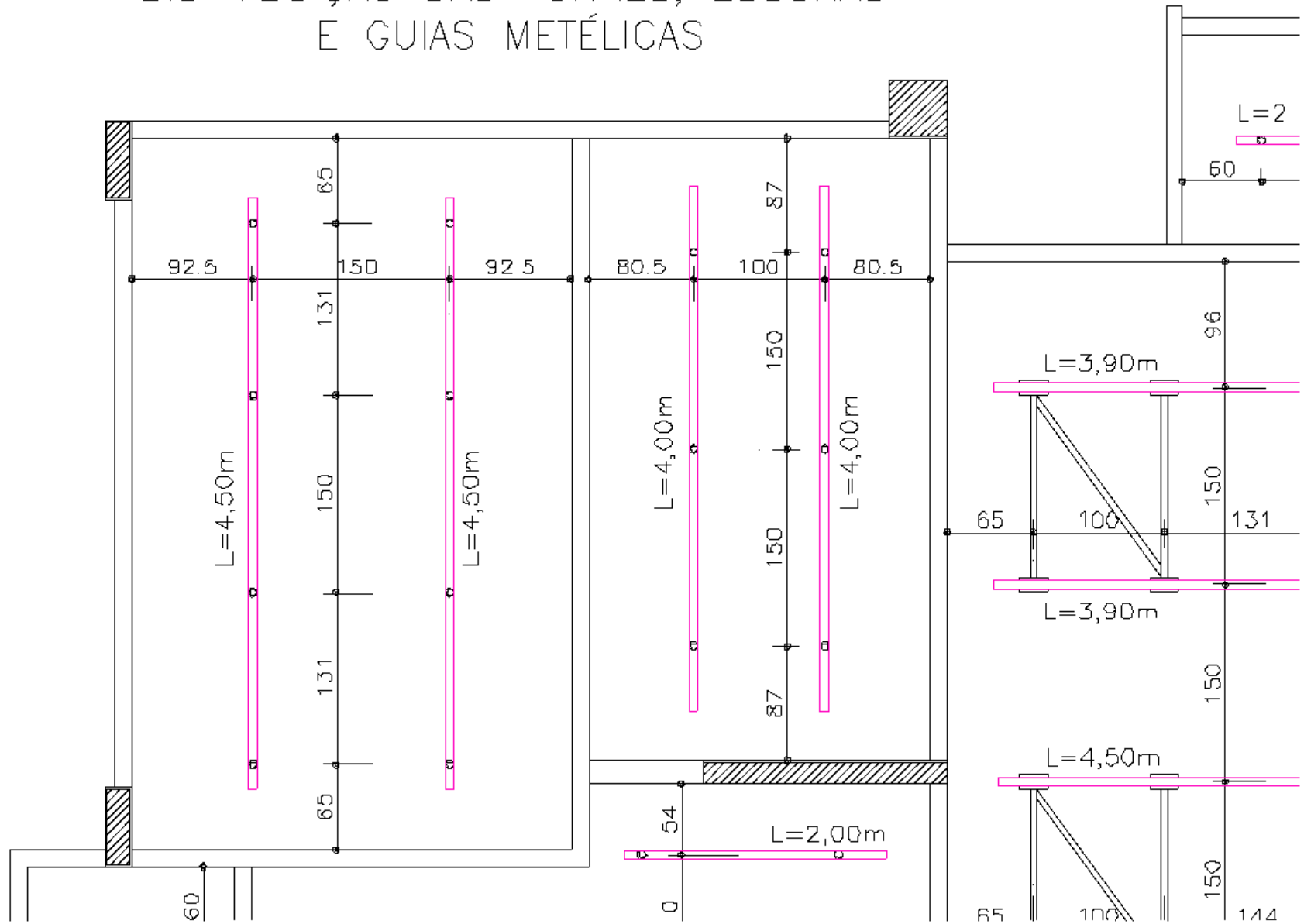
PROJETO DAS FÔRMAS



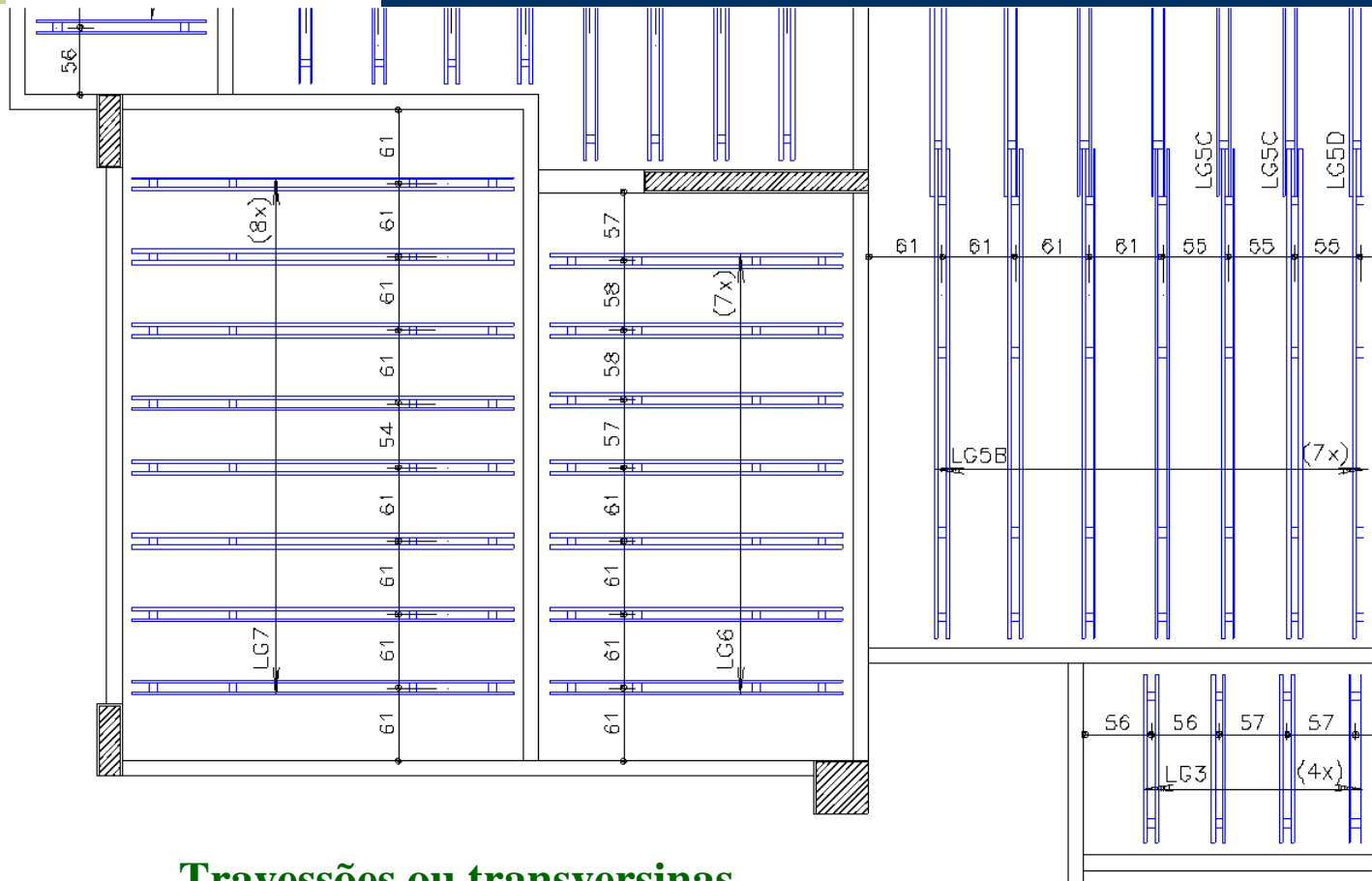
**PRINCIPAL FERRAMENTA
PARA RACIONALIZAÇÃO
DA PRODUÇÃO DE
ESTRUTURAS**

LOGARINAS E ESCORAS

DISTRIBUIÇÃO DAS TORRES, ESCORAS E GUIAS METÉLICAS



TRAVESSAS

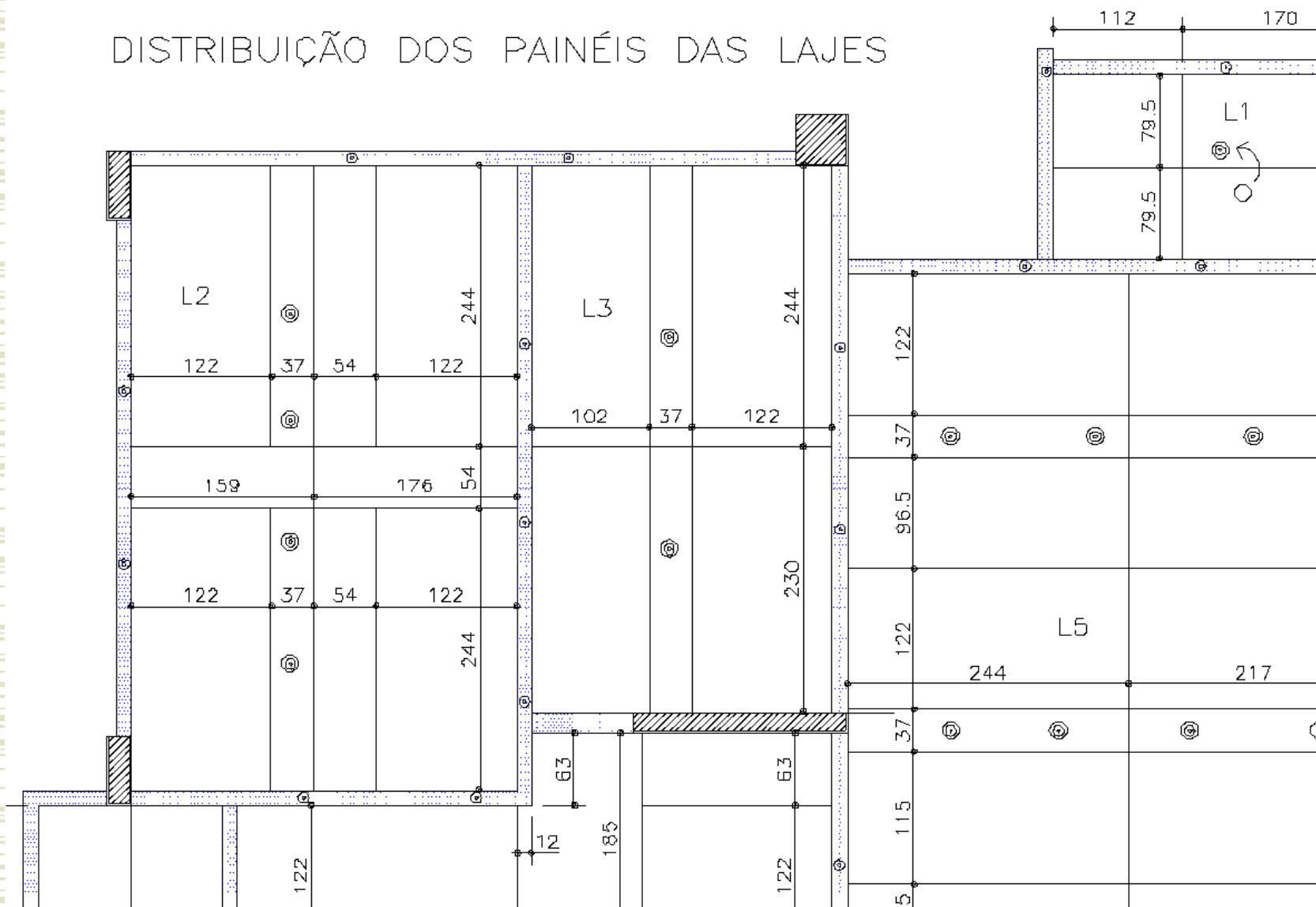


Travessões ou transversinas

(SARRAFO DUPLO DE 15cm)

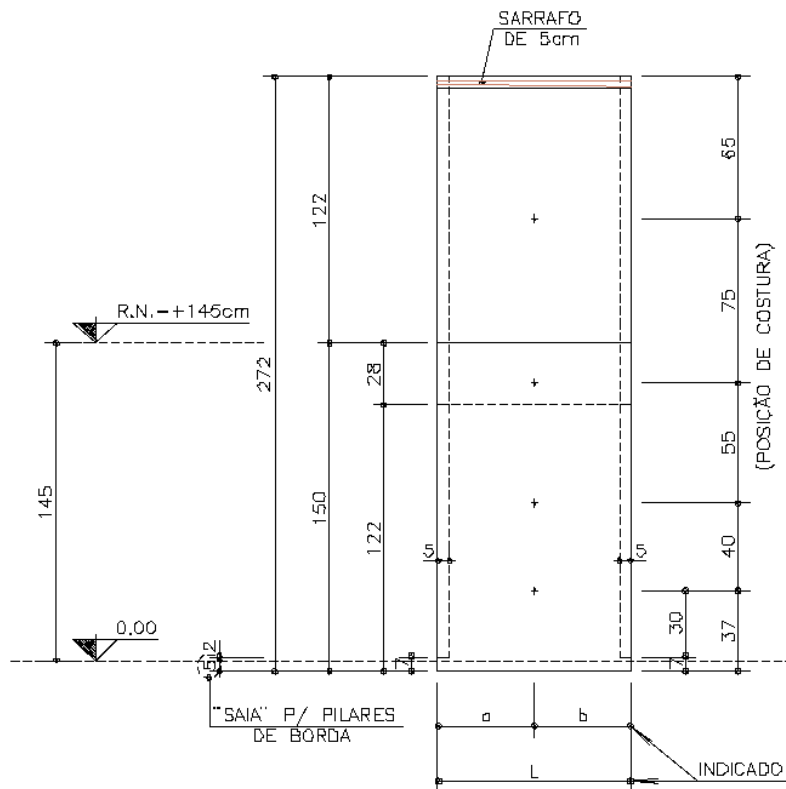
PAINÉIS E ESCORAS

DISTRIBUIÇÃO DOS PAINÉIS DAS LAJES

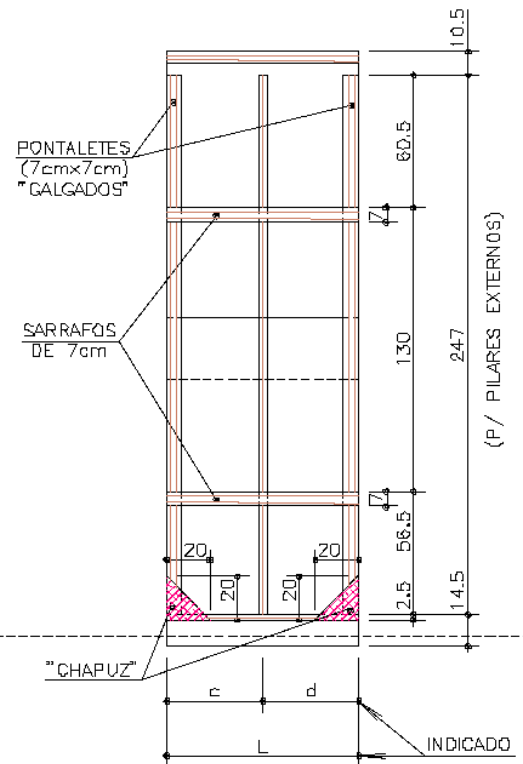


PILARES

FORMA

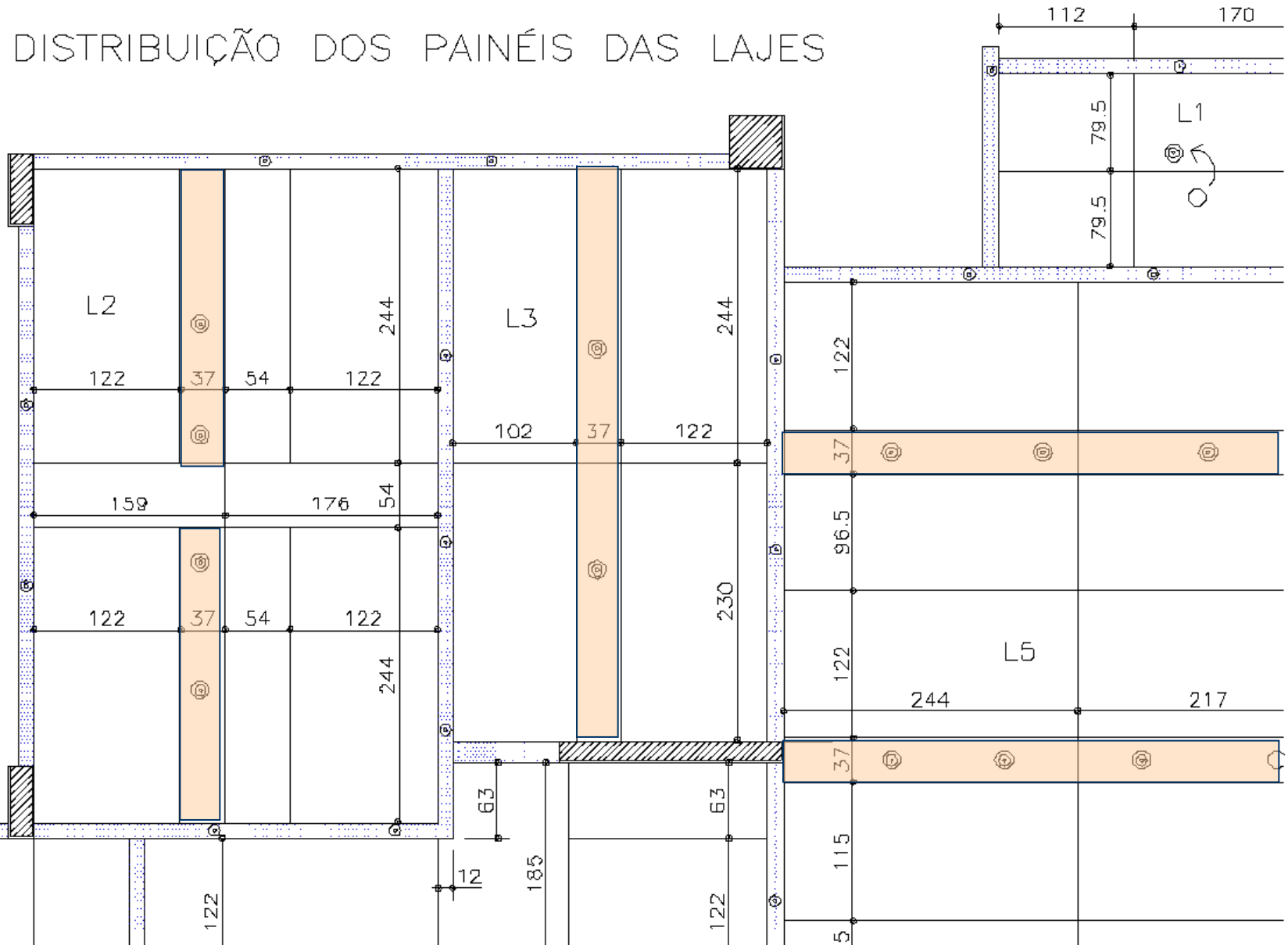


ESTRUTURAÇÃO
C/ PONTALETE



FAIXAS DE REESCORAMENTO

DISTRIBUIÇÃO DOS PAINÉIS DAS LAJES

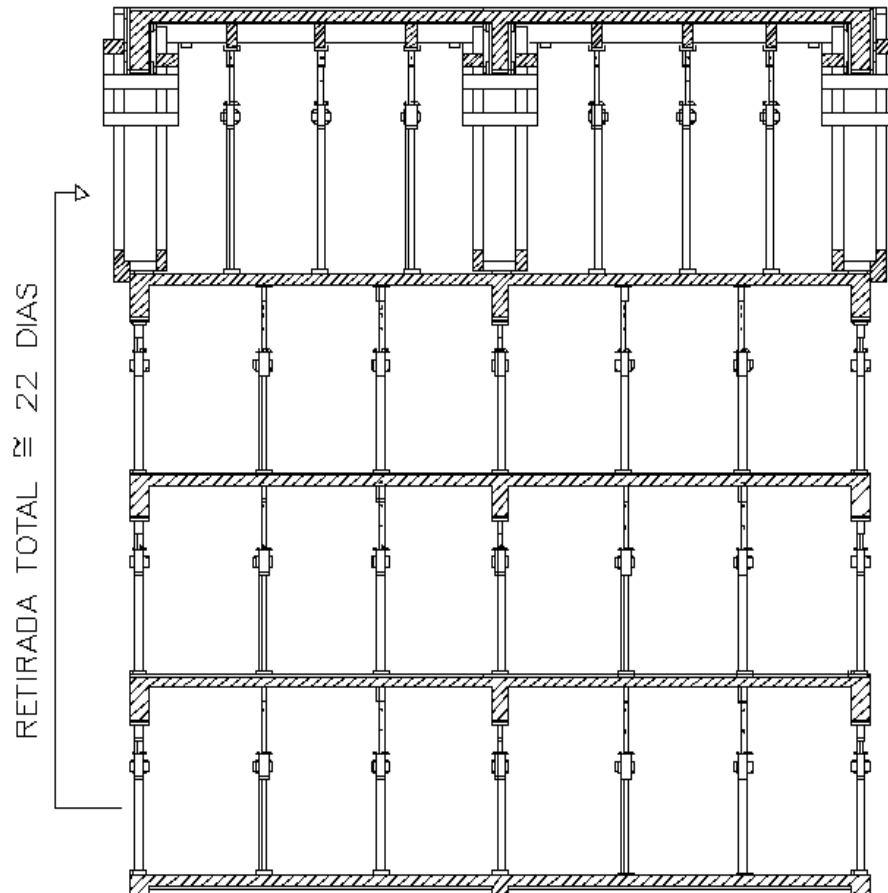


JOGOS DE FUNDOS DE VIGA E FAIXAS DE LAJES

ESTUDO DE REESCORAMENTO

(CICLO: 1 LAJE C/7 DIAS)

HIPÓTESE: PP = 0,5 P_{total}
 Fc7 = 0,6 Fck
 Fc14 = 0,8 Fck
 Fc21 = 0,9 Fck
 Fc28 = 1,0 Fck

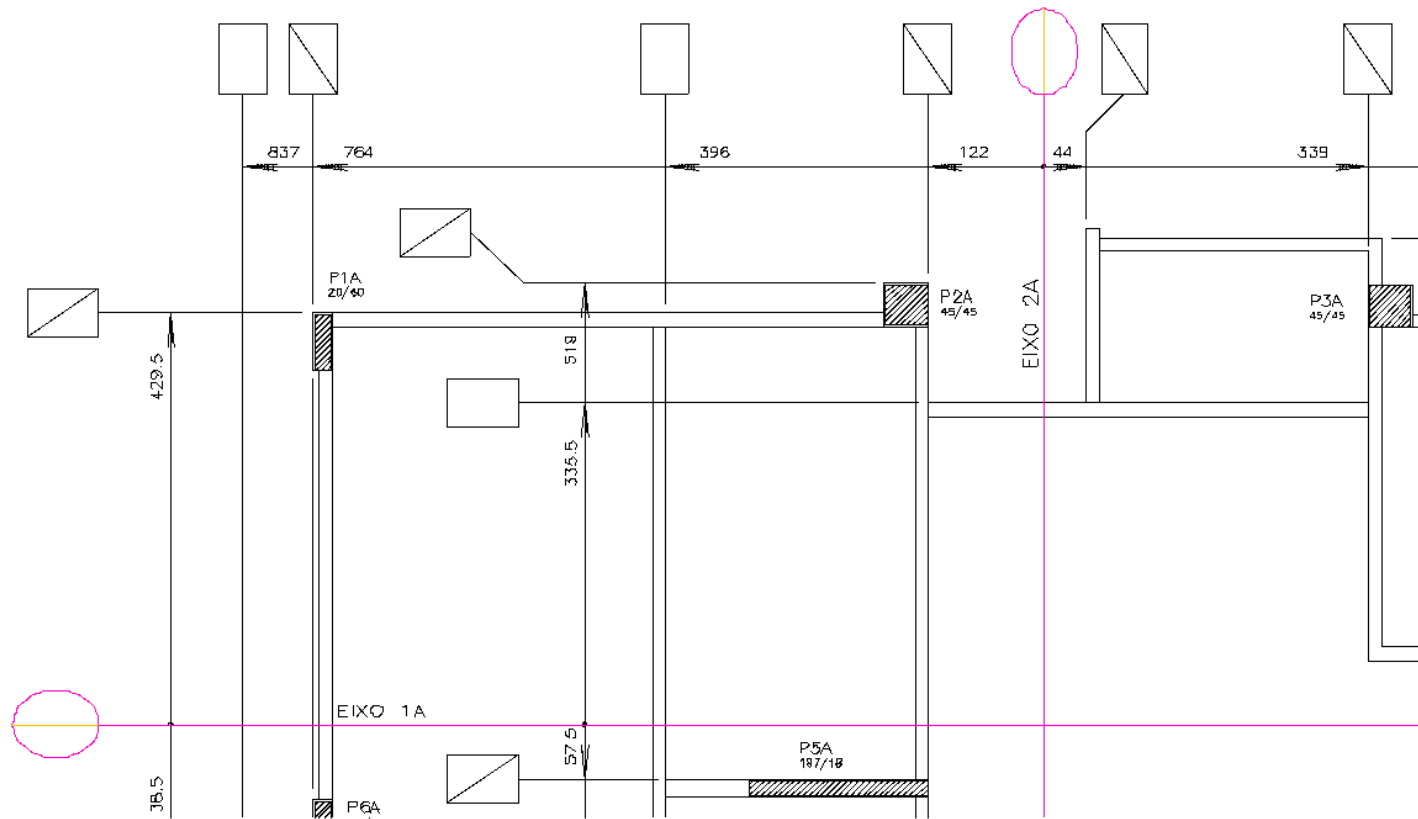


DATA	Σ PP	CAP.	Σ C.
0	1,3	0	
7	2,3	1,2	1,2
14	3,3	1,8	2,8
21	4,3	1,8	4,6
28	5,3	2,0	6,6

Σ C > Σ PP

MONTAGEM E CONTROLE

PLANTA DE LOCAÇÃO E VERIFICAÇÃO



SISTEMAS DE FÔRMA RACIONALIZADO



SISTEMAS DE FÔRMA RACIONALIZADO



SISTEMAS DE FÔRMA RACIONALIZADO



SISTEMAS DE FÔRMA RACIONALIZADO

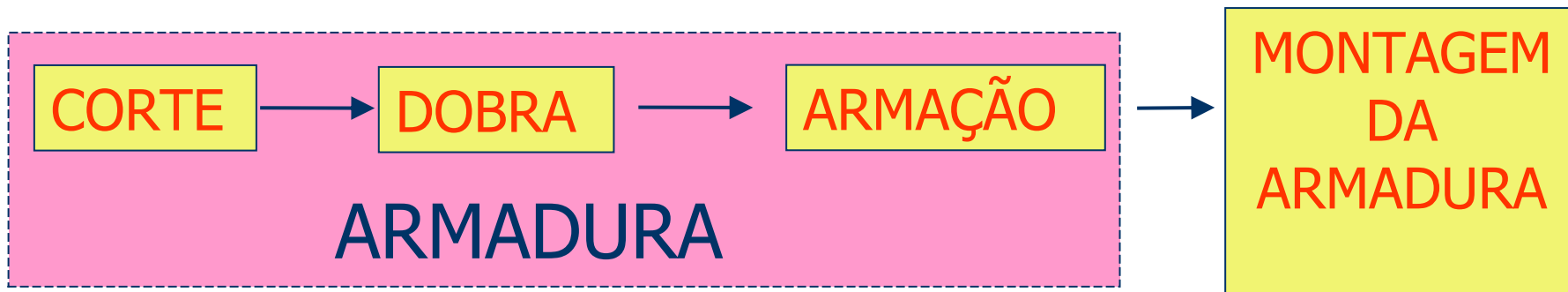


SISTEMAS DE FÔRMA RACIONALIZADO

ASSUNTO DO SEMINÁRIO 1B

- **Concreto protendido moldado in loco**
- **Sistemas Pré-fabricados de concreto**
- **Fôrmas cubetas para lajes**
- **Fôrmas voadoras (mesas ou mesas-paredes)**

ESTRUTURAS: ARMAÇÃO



ARMAÇÃO: Objetivo

- Conhecer o sistema de armação bem como as **o papel** de sua incorporação no concreto armado
- Conhecer as principais características da armação

ARMAÇÃO

O que é?

A armadura é um componente estrutural do concreto armado formado por associação de **elementos e barras de aço**

Qual sua função?

Ajudar o concreto a resistir às diferentes solicitações, principalmente as de **tração**

ARMAÇÃO



(Fonte:<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/20/imagens/i358240.jpg>, acesso 23 de fevereiro de 2017)

ARMAÇÃO

Barras e fios destinados a armação

- ❑ Norma: NBR 7480/96 da ABNT
 - Barras $\Phi > 5$ mm / fios $\Phi < 10$ mm
- ❑ Classificação
 - Resistência de escoamento
CA 25, CA 50 (barras) e CA 60 (fios)
- ❑ Processo de fabricação
 - Laminação a quente – barras
 - Trefilação - fios

ARMAÇÃO

Barras e fios destinados a armação

Principais propriedades

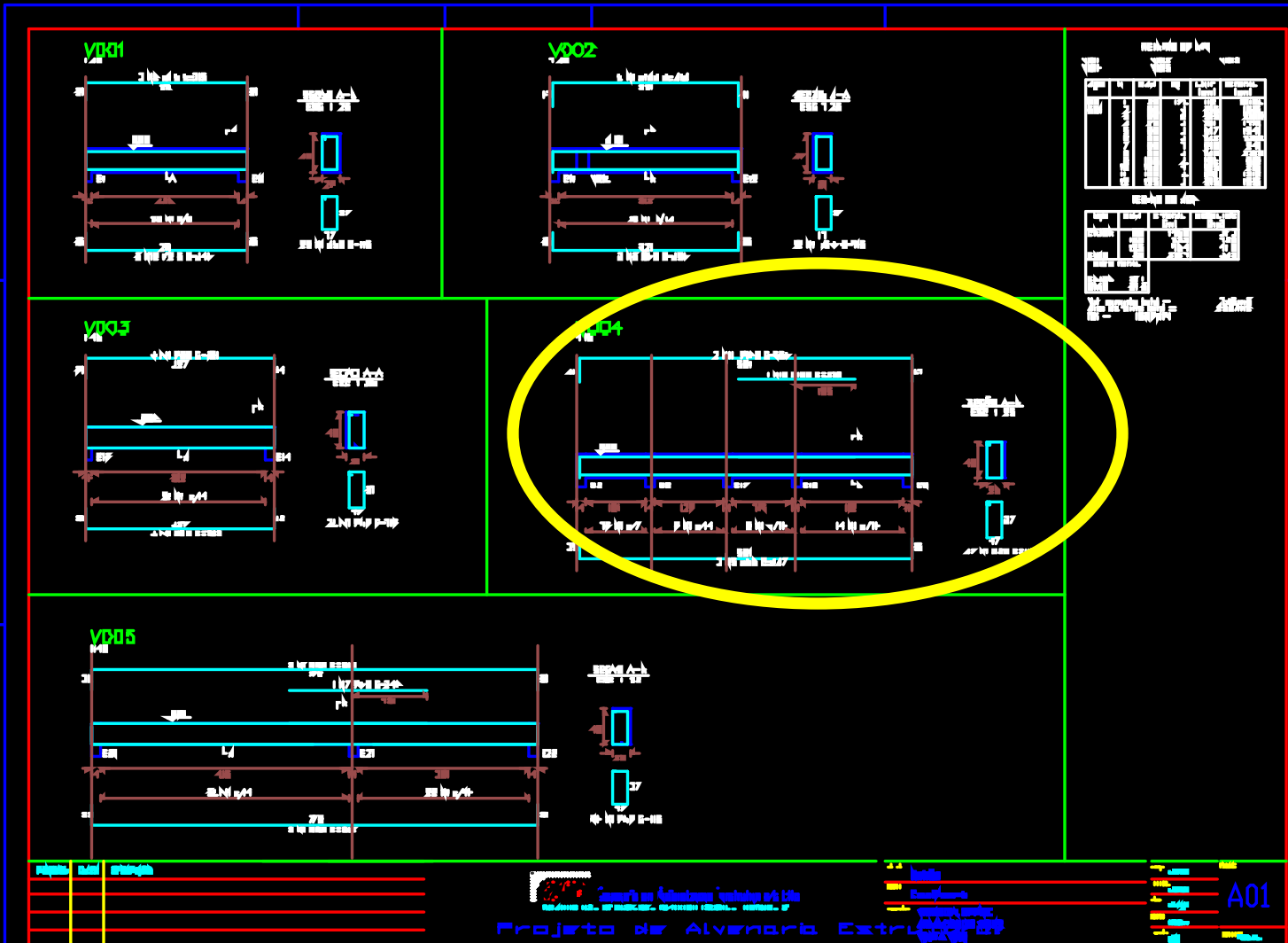
- Resistência característica de escoamento
- Limite de resistência
- Alongamento
- Dobramento
- Coeficiente de conformação superficial

ARMAÇÃO

Documentos de referência

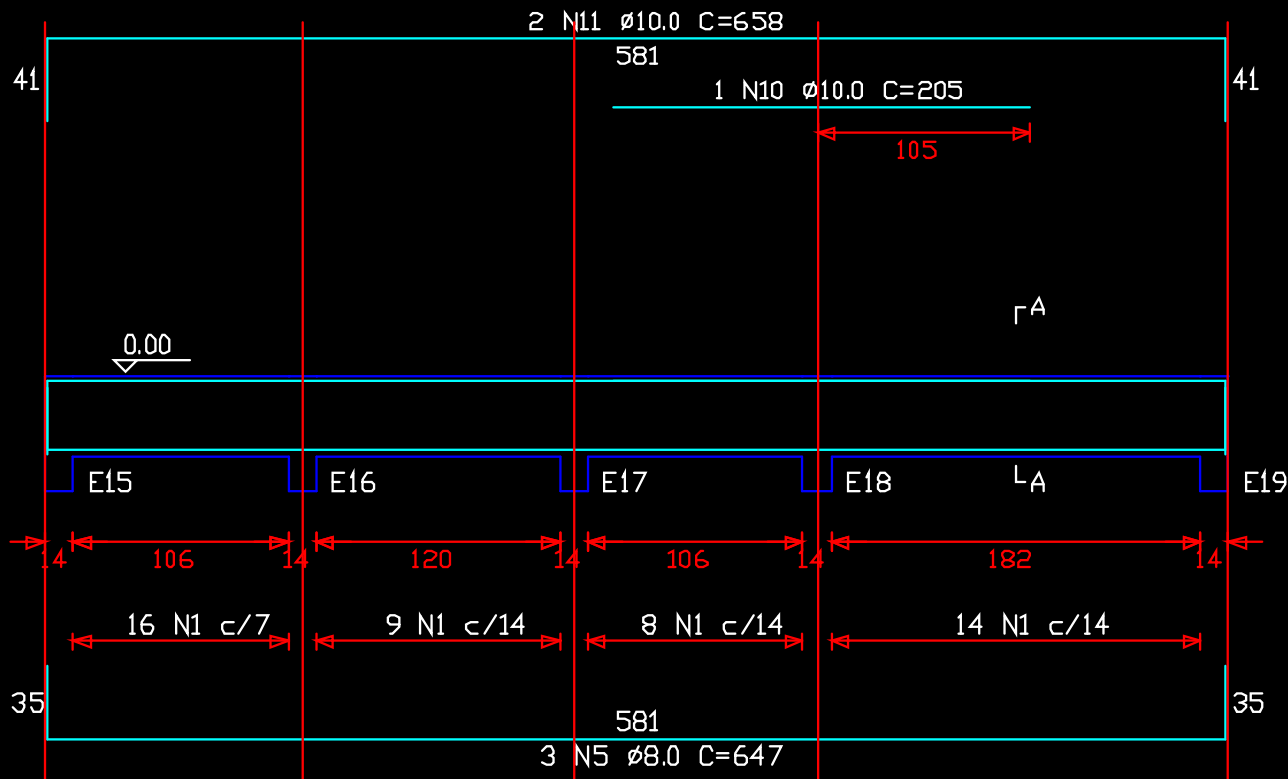
- Projeto de armação
- Projeto de estrutura (planta de fôrma)
- Plano de corte ($\Phi > 10 \text{ mm}$)
- Projeto de instalações (pára-raios)

ARMAÇÃO: Projeto (Viga)

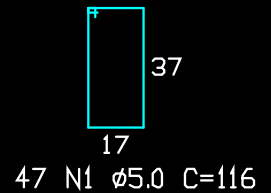
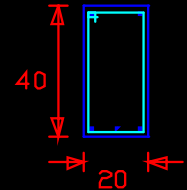


ARMAÇÃO: Projeto (Viga)

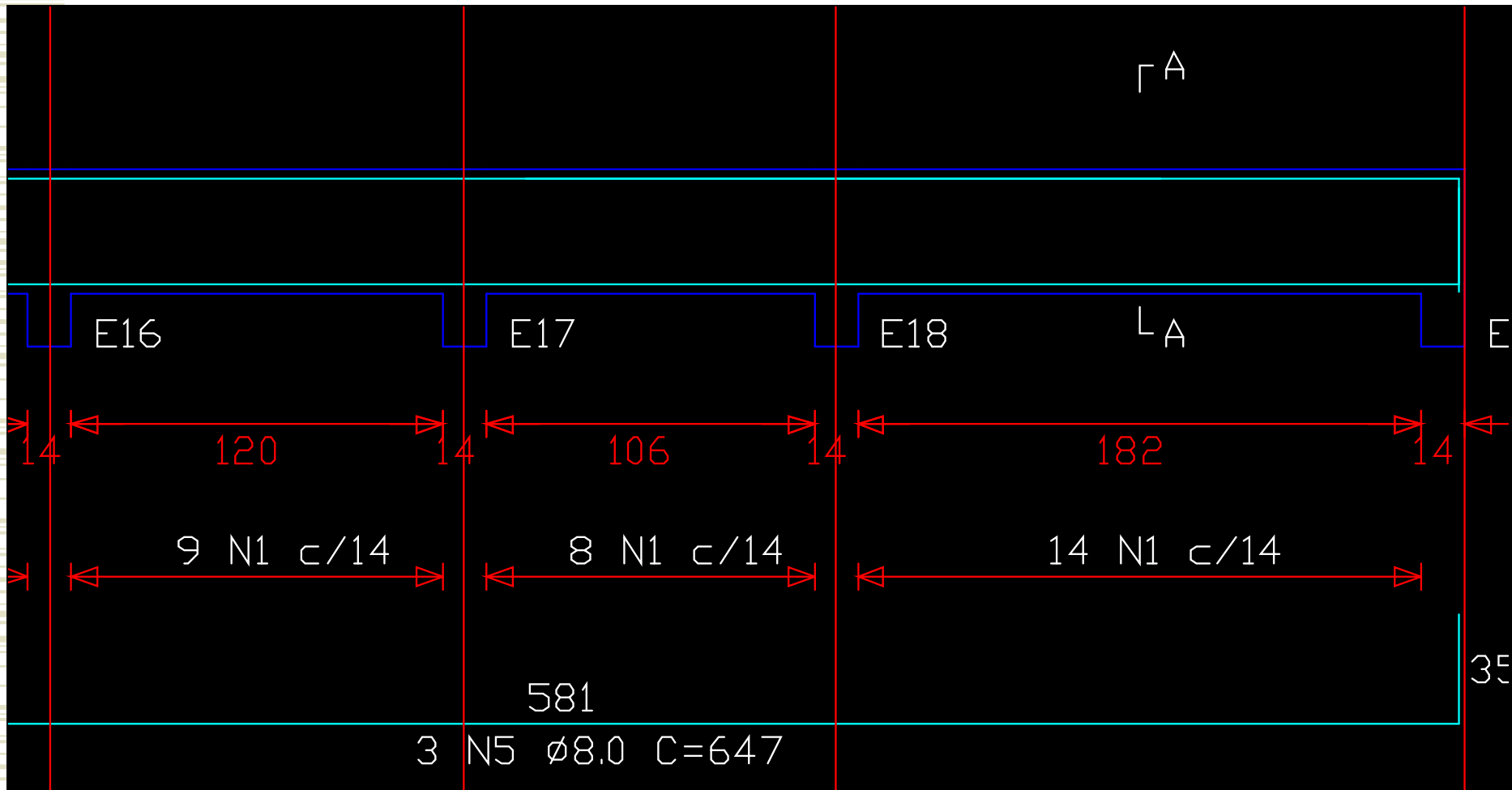
V004
1:40



SEÇÃO A-A
ESC 1:25



ARMAÇÃO: Projeto (Viga)



ARMAÇÃO: Projeto (Viga)

RELAÇÃO DO AÇO

V001
V004

V002
V005

V003

AÇO	N	DIAM	Q	UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
60 50A	1	5.0	174	116	20184
	2	8.0	3	345	1035
	3	8.0	6	393	2358
	4	8.0	3	391	1173
	5	8.0	3	647	1941
	6	8.0	3	842	2526
	7	8.0	1	240	240
	8	8.0	3	840	2520
	9	10.0	2	404	808
	10	10.0	1	205	205
	11	10.0	2	658	1316
	12	12.5	3	345	1035

ARMAÇÃO: Projeto (Viga)

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM	C.TOTAL (m)	PESO+10% (kg)
CA50A	8,0	118,0	51,3
	10,0	23,3	15,8
	12,5	10,4	11,0
CA60	5,0	202,7	34,3
PESO TOTAL			
CA50A	78,1		
CA60	34,3		

Vol. concreto total = 1.85 m³
Área de forma total = 23.07m²
fck = 15,00 MPa

ARMAÇÃO

O projeto de armação serve para

Determinação de
quantitativos

Solicitação de
pedidos

Instruções de corte

Instruções de dobra

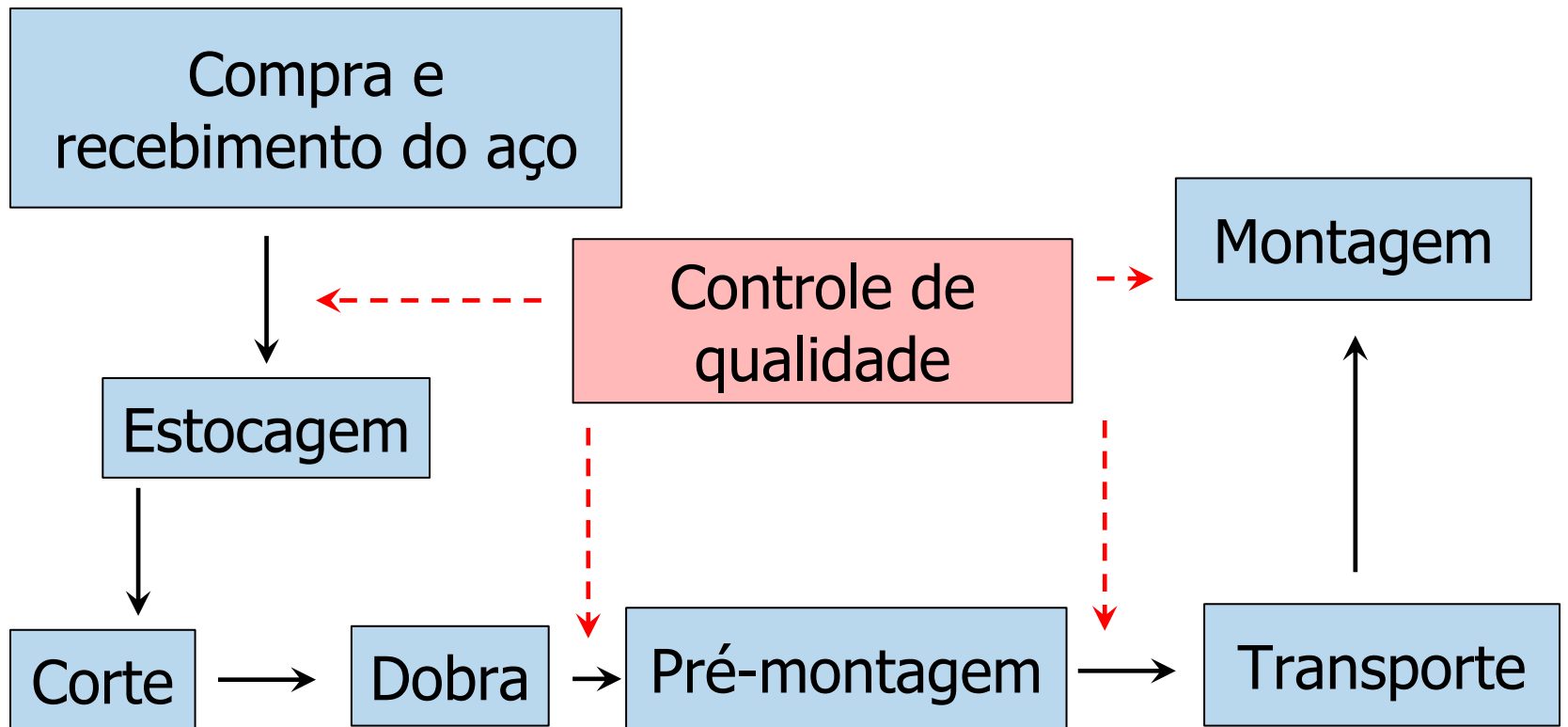
Instruções de pré-
fabricação

Montagem

Conferências

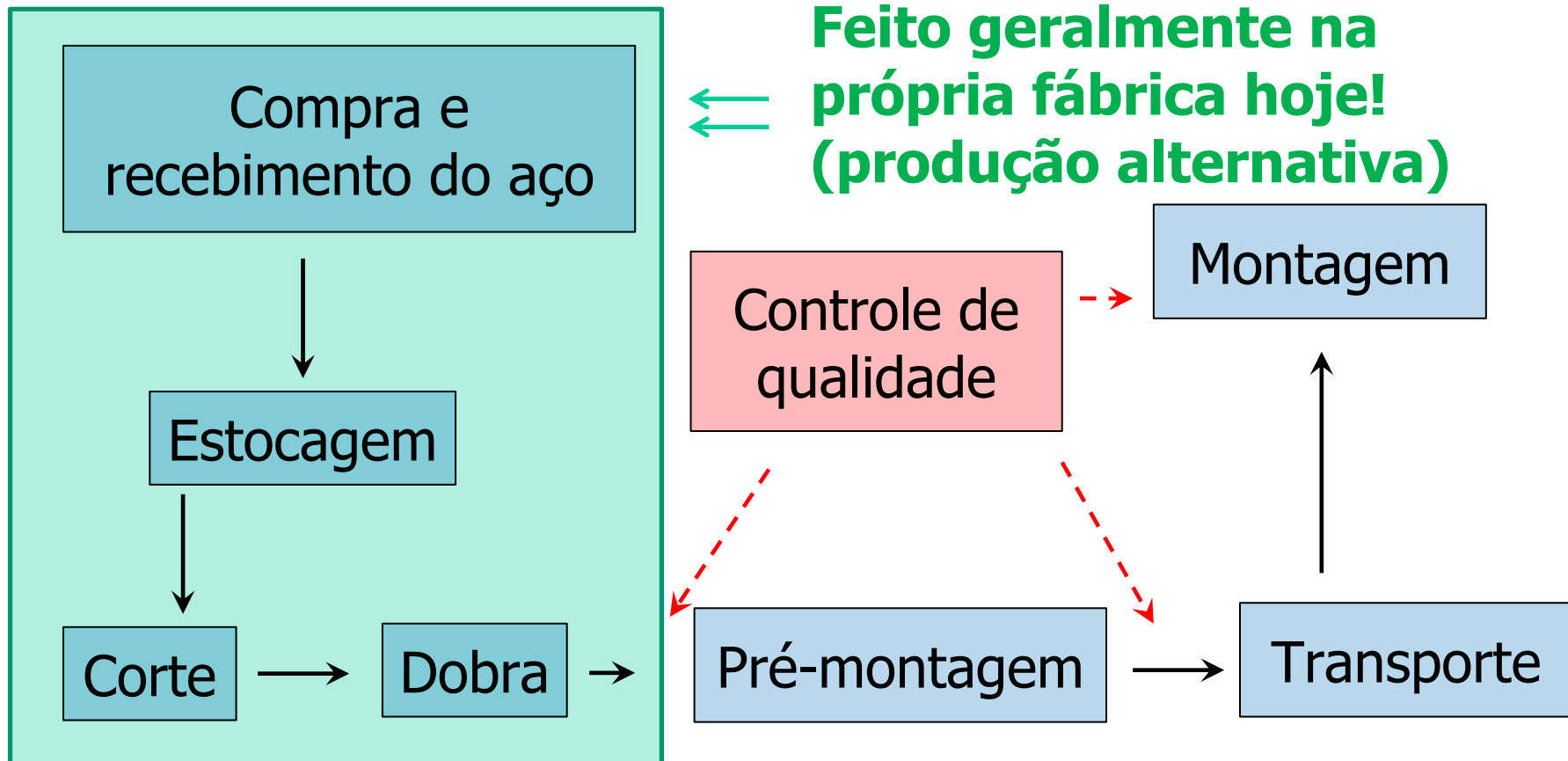
ARMAÇÃO

Produção de armaduras para o C.A



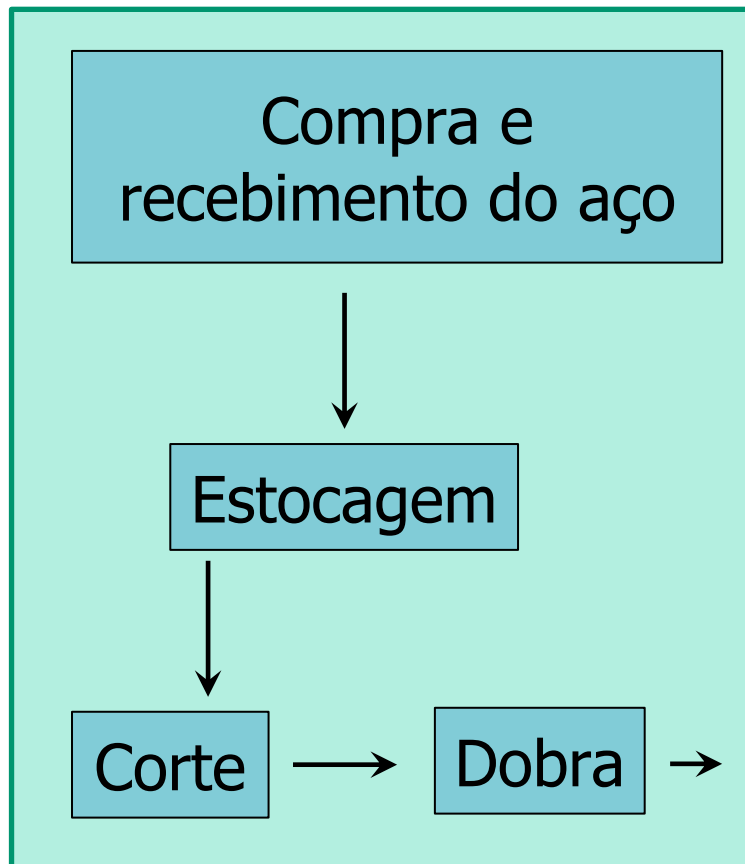
ARMAÇÃO

Produção de armaduras para o C.A



ARMAÇÃO

Produção de armaduras para o C.A



Vantagens:

- Permite uma redução do espaço do canteiro de obras
- Uso mais racionalizado do aço implica em condição de perda menor

ARMAÇÃO

Estocagem

- Local plano, não sujeito a acúmulo ou escoamento de água
 - Proteção para evitar corrosão
- Divisão em “baias” por diâmetro
- Local de estocagem x descarga

ARMAÇÃO: Estocagem inadequada



ARMAÇÃO: Estocagem mais adequada



Separação por diâmetro e protegida de contato com o solo, para não sofrer corrosão

ARMAÇÃO: Pré-montagem

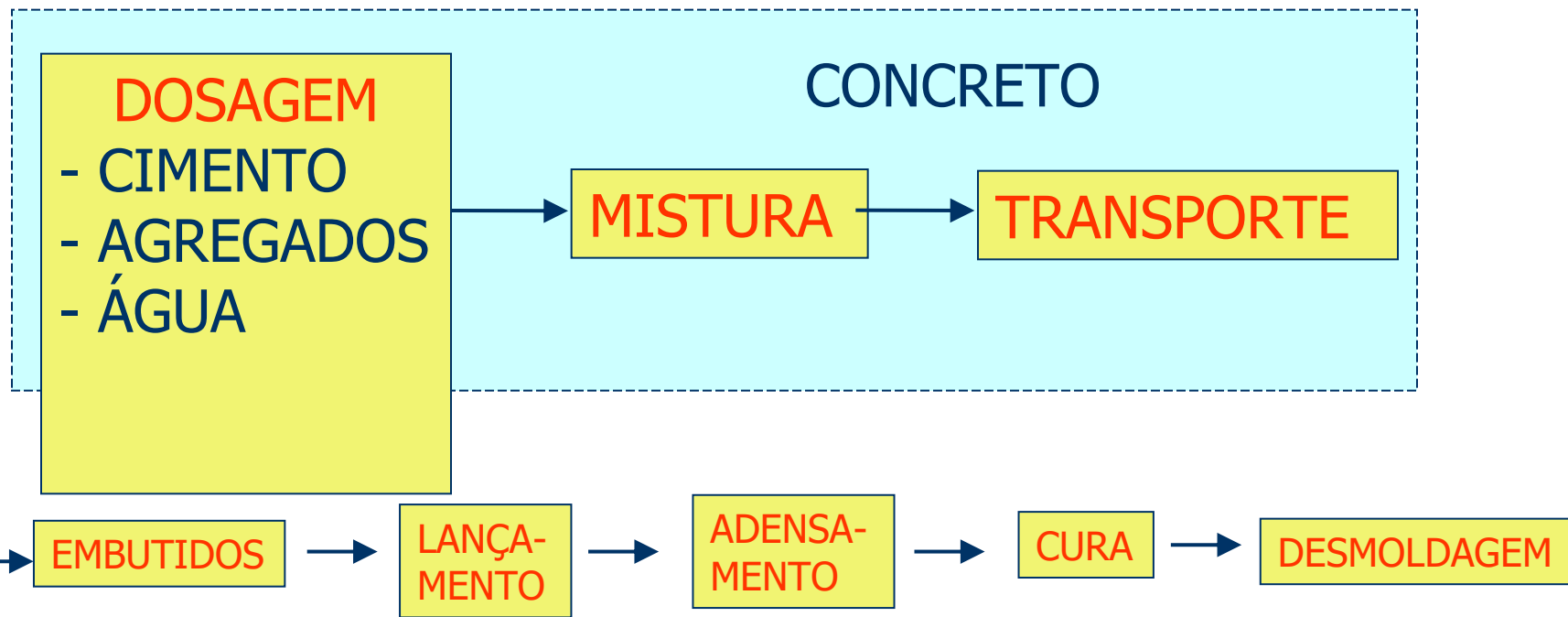


ARMAÇÃO

Montagem da armação

- Pré-montagem já feita em bancada
- Colocação de espaçadores ($5\text{un}/\text{m}^2$)
- Posicionamento na fôrma
- Verificação de cobrimentos

ESTRUTURAS: CONCRETAGEM



CONCRETAGEM

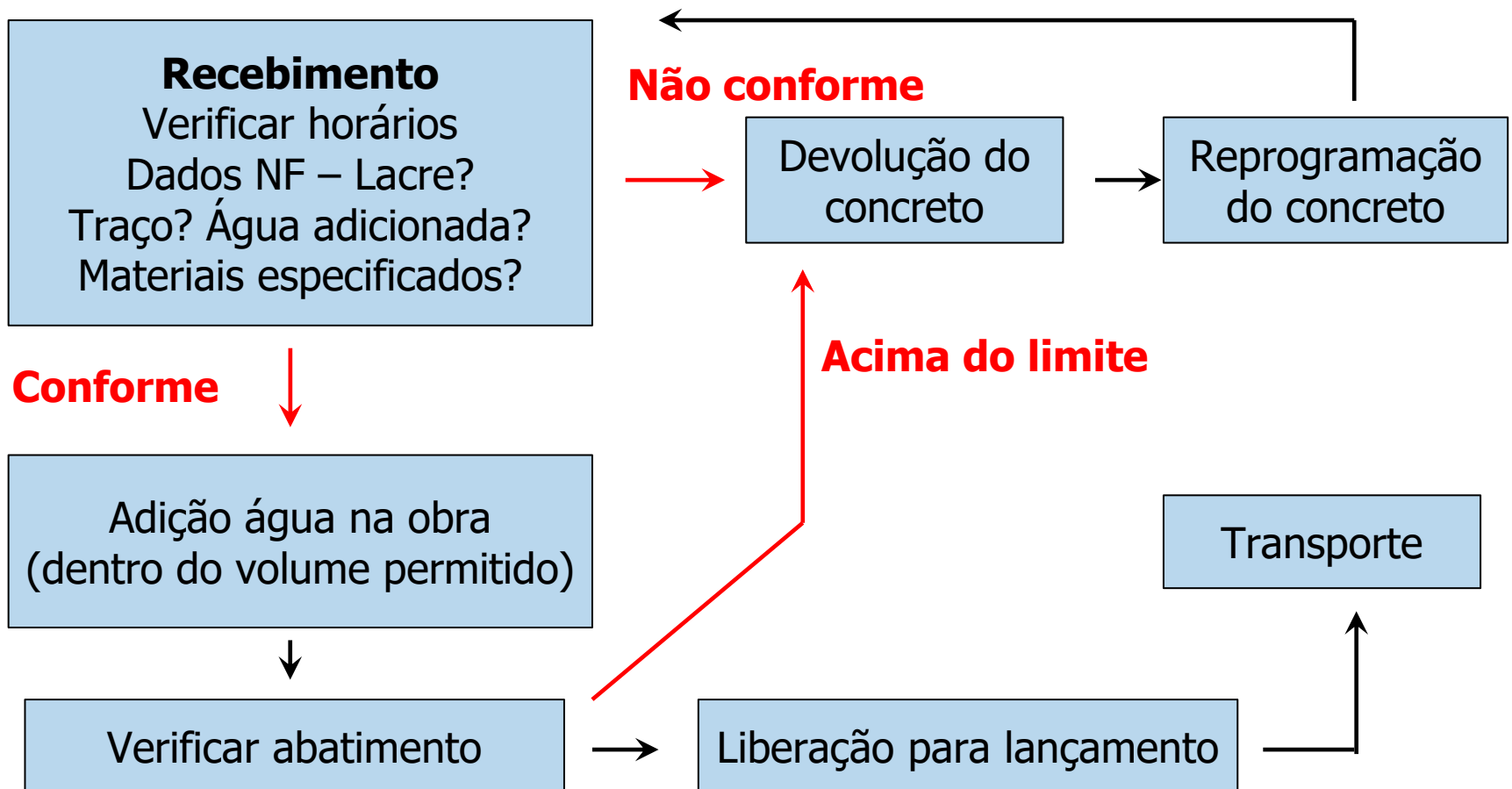


CONCRETAGEM: Objetivo

- Conhecer o processo de controle de qualidade da concretagem
- Conhecer os cuidados necessários a se tomar para garantir uma concretagem adequada

CONCRETAGEM

- Controle do recebimento do concreto





Transporte Caminhão Betoneira

CONCRETAGEM

Concretagem dos pilares

- Transporte
 - Elevadores de obra + jericas
 - Gruas com caçambas
 - Bombeamento

CONCRETAGEM: pilares



Elevadores de obras + jericas

CONCRETAGEM: pilares



Elevadores de obras + jericas

CONCRETAGEM: pilares



Transporte com caçambas

CONCRETAGEM: pilares



Transporte por bombeamento

CONCRETAGEM

Concretagem dos pilares

- Lançamento
 - Camadas não superiores a 50 cm
 - Vibrar cada camada expulsando os vazios (vibrador de agulha)

CONCRETAGEM

Controle da concretagem dos pilares

- O **lançamento** do concreto está sendo feito em camadas?
- O **vibrador** alcança toda a espessura da camada?
- Os **procedimentos de cura** estão sendo observados?

CONCRETAGEM

Concretagem de vigas e lajes

- Lançamento utilizando a bomba
 - Nivelar a bomba
 - Travar a tubulação em peças já concretadas
 - Deixar livre a forma da laje que está sendo concretada
 - Lubrificar a tubulação com argamassa de cimento a area



Bombeamento

CONCRETAGEM



Bombeamento

CONCRETAGEM: desempenho



CONCRETAGEM: desempenho



PRÓXIMA AULA

Estudar a próxima aula

Apostila Sistemas Prediais

**Aula 9 - Produção de Estruturas:
Sequência, etapas e controles.**