



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
PCC 3331 - Tecnologia e Gestão da Produção de
Obras Civas: Edifícios

Sistemas Estruturais

AULA 7

**Grupo de Tecnologia e
Gestão da Produção**

LEITURA RECOMENDADA

1. Construtoras do segmento de habitação popular otimizam a produtividade dos sistemas construtivos (Téchne, 2016)
2. Madeira- Sistema wood frame se prepara para avançar no mercado brasileiro (Construção Mercado, 2016)
3. Madeira- Construções com perfis e chapas de madeira (Téchne, 2010)
4. Aço- Como escolher componentes do sistema light steel framing (Téchne, 2015)

LEITURA RECOMENDADA

5. Aço- Estruturas metálicas com fechamentos industrializados exige cuidado das interfaces (Téchne, 2014)
6. Alvenaria Estrutural- Blocos com função estrutural se consolidam em edifícios mais robustos (Construção Mercado, 2016)
7. Alvenaria Estrutural- Atenção no projeto e na execução são fundamentais para garantir vantagens do sistema (Construção Mercado, 2014)
8. Concreto_Protendido- In loco- Tensão aplicada (Téchne, 2012)

LEITURA RECOMENDADA

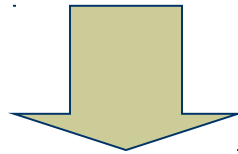
9. Concreto_Protendido- Pré moldado- Lajes protendidas pré-moldadas alveolares ganham espaço por versatilidade e rapidez na execução (Construção Mercado, 2016)
10. Concreto_Armado- Pré moldado- Pré-lajes (Téchne, 2009)
11. Concreto_Armado- Pré moldado- Painéis nervurados pré-fabricados de concreto armado para paredes (Téchne, 2015)

OBJETIVO

- Conhecer as principais tipologias de **sistemas estruturais** com os **materiais mais tradicionais** na Construção Civil
- Introduzir o estudo da **Estrutura de Concreto Armado moldado *in loco***, mais usual e objeto de estudo da disciplina

DEFINIÇÃO

Subsistema cuja função principal é **fornecer suporte** para o edifício



Absorver e transmitir, para as fundações, todos os esforços incidentes, **com segurança pré-definida.**

DEFINIÇÃO

Subsistema cuja função
é **fornecer suporte**

**GARANTIR A SEGURANÇA
ESTÁTICA DO EDIFÍCIO, QUANDO
ESTE FOR SUBMETIDO ÀS AÇÕES
PREVISÍVEIS**

para as
os esforços
**em segurança pré-
definida.**

NORMALIZAÇÃO APLICÁVEL

ABNT NBR 15575-2: Edificações Habitacionais-
Desempenho- Parte 2: Requisitos para os Sistemas Estruturais

ABNT NBR 7190: Projeto de Estruturas de **Madeira**

ABNT NBR 8800: Projeto de Estruturas de **Aço** e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios

ABNT NBR 14762: Dimensionamento de Estruturas de **Aço** constituídas por Perfis Formados a Frio

ABNT NBR 15279: Perfis Estruturais de **Aço** Soldados Por Alta Frequência (ELETROFUSÃO) - Perfis I, H E T - Requisitos

NORMALIZAÇÃO APLICÁVEL

ABNT NBR 15812-1: **Alvenaria Estrutural** - Blocos Cerâmicos - Parte 1: Projetos

ABNT NBR 15812-2: **Alvenaria Estrutural** - Blocos Cerâmicos - Parte 2: Execução e Controle de Obras

ABNT NBR 15961-1: **Alvenaria Estrutural** - Blocos de Concreto - Parte 1: Projetos

ABNT NBR 15961-2: **Alvenaria Estrutural** - Blocos de Concreto - Parte 2: Execução e Controle de Obras

ABNT NBR 9062: Projeto e Execução de Estruturas de **Concreto** Pré-Moldado

NORMALIZAÇÃO APLICÁVEL

ABNT NBR 6118: Projeto de Estruturas de **Concreto**-
Procedimento

ABNT NBR 14931: Execução de Estruturas de
Concreto - Procedimento

ABNT NBR 7480: Aço destinado a Armaduras para
Estruturas de **Concreto** Armado - Especificação

ABNT NBR 7483: Cordoalhas de Aço para Estruturas
de **Concreto** Protendido - Especificação

E muito mais...

EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO

ABNT NBR 15575-2

- ◆ **Segurança Estrutural**
 - Estabilidade Global e dos Elementos
 - Resistência Mecânica
- ◆ **Limitação de:**
 - Deformações
 - Deslocamentos
 - Fissuração

EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO

ABNT NBR 15575-2

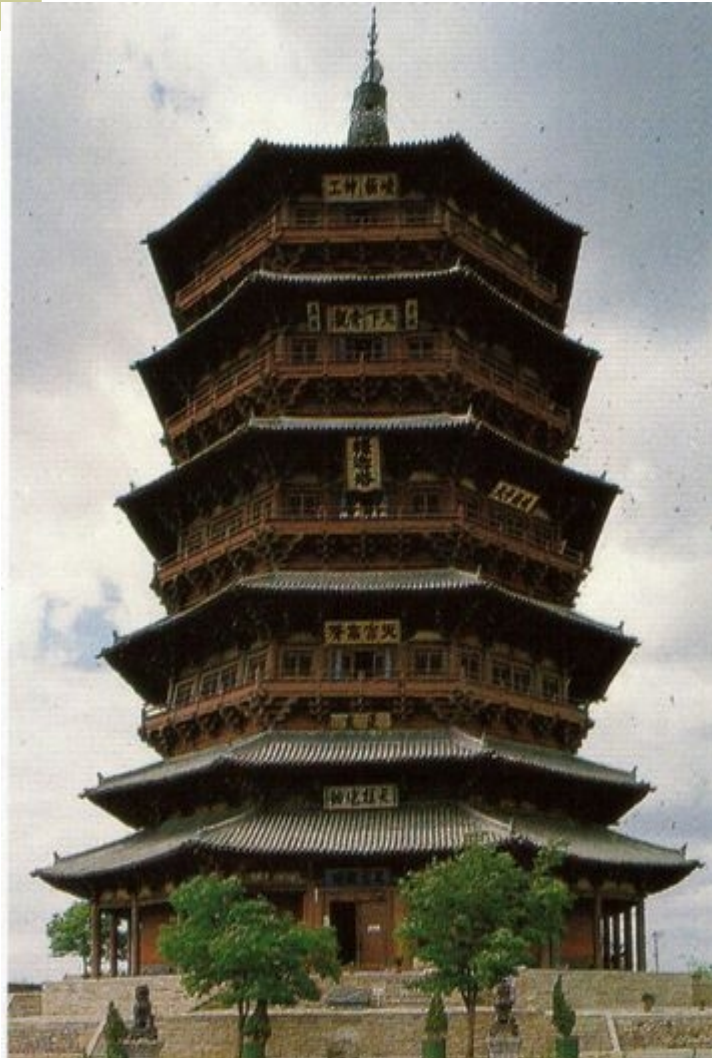
- ◆ Resistência frente à ação do fogo
- ◆ Durabilidade
- ◆ Aspectos econômicos
 - Custo inicial
 - Custos de manutenção
 - Depreciação

CLASSIFICAÇÃO

QUANTO AOS MATERIAIS

- ◆ **Madeira**
- ◆ **Aço**
- ◆ **Alvenaria** (blocos - de concreto, cerâmicos, sílico-calcários.)
- ◆ **Concreto** (armado, protendido, com fibras, etc...)

ESTRUTURAS DE MADEIRA



YINGXIAN
PAGODA CHINA
Construído em 1056;
61 m de altura;
Mais alta estrutura
totalmente em
madeira.

ESTRUTURAS DE MADEIRA

Limitações

- Necessidade de tratamento (ação de microorganismos)
- Suscetibilidade a incêndio
- Exigência de área coberta para estocagem de elementos

ESTRUTURAS DE MADEIRA

Limitações

- Mão de obra especializada para produção e montagem
- Legislação restritiva

Seguro Alto



ESTRUTURAS DE MADEIRA

◆ Edifícios de baixa capacidade de carga



ESTRUTURAS DE MADEIRA

Vantagens

- Uso de ferramentas manuais
- Potencial de industrialização
- Equipamentos para transporte de pequeno porte
- Prazo de execução curto
- Baixo Custo

ESTRUTURAS DE MADEIRA

◆ Estruturas de Cobertura



ESTRUTURAS DE MADEIRA

WOOD FRAME

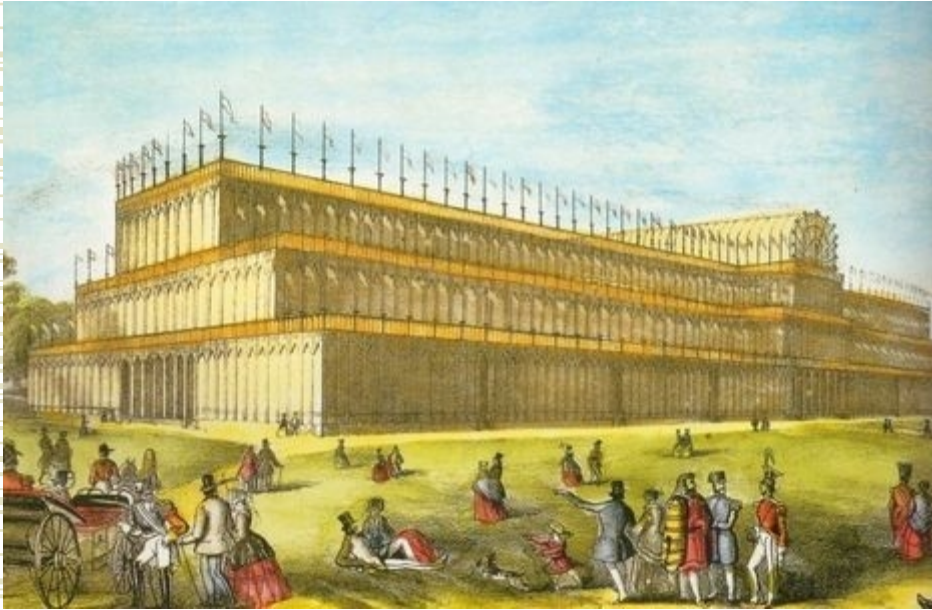


Primeiro prédio *wood frame* do Brasil

ESTRUTURAS DE AÇO



ESTRUTURAS DE AÇO



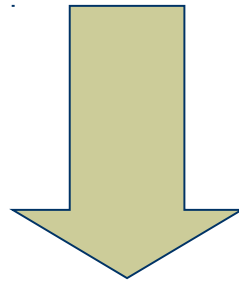
Cristal Palace 1851-1936: 610 x 135m x 36m(altura); projetado em 8 dias; e construído em 17 semanas. Contém 4500 ton de ferro fundido e 100.000 m² de vidros.



Empire State 1931: 412,5 m altura; construído em 18 meses e por 42 anos maior edifício. Contém 57.000 ton de aço.

ESTRUTURAS DE AÇO

Elevada resistência mecânica



Elevado potencial de
utilização em **EDIFÍCIOS**
ALTOS

ESTRUTURAS DE AÇO

- Grande Flexibilidade
- Elevado potencial de racionalização
- Suscetibilidade a incêndio



ESTRUTURAS DE AÇO



STEEL DECK

**WTorre Santander
(2011)**



ESTRUTURAS DE AÇO



STEEL FRAME



**Acoplamento
Mecânico a
seco**

ESTRUTURAS DE AÇO

Limitações

- Não existe tradição construtiva
- Precária divulgação do material
- Falta de profissionais nessa área

ESTRUTURAS DE AÇO

Limitações

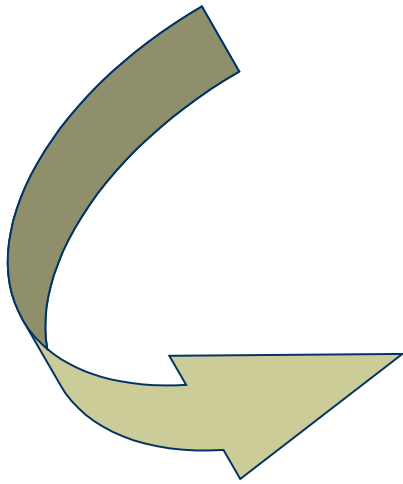
- Competitividade de custo depende do prazo de execução do edifício
- Necessidade de investimento na racionalização global do edifício - visão sistêmica

ESTRUTURAS DE ALVENARIA



ESTRUTURAS DE ALVENARIA

Grande potencial de
racionalização



**ESTRUTURA
+
VEDAÇÃO**

ESTRUTURAS DE ALVENARIA

HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL



Inicialmente associado a construção de habitações de interesse social.

ESTRUTURAS DE ALVENARIA



EDIFÍCIOS DE MÉDIO PORTE



ESTRUTURAS DE ALVENARIA



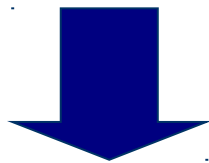
EDIFÍCIOS DE PADRÃO MÉDIO

Edifícios de padrão médio-alto, com restrições de modificações da unidade

ESTRUTURAS DE ALVENARIA

MÃO DE OBRA

- Tradicional da construção civil
- Devidamente treinada



**Elevada
Produtividade**

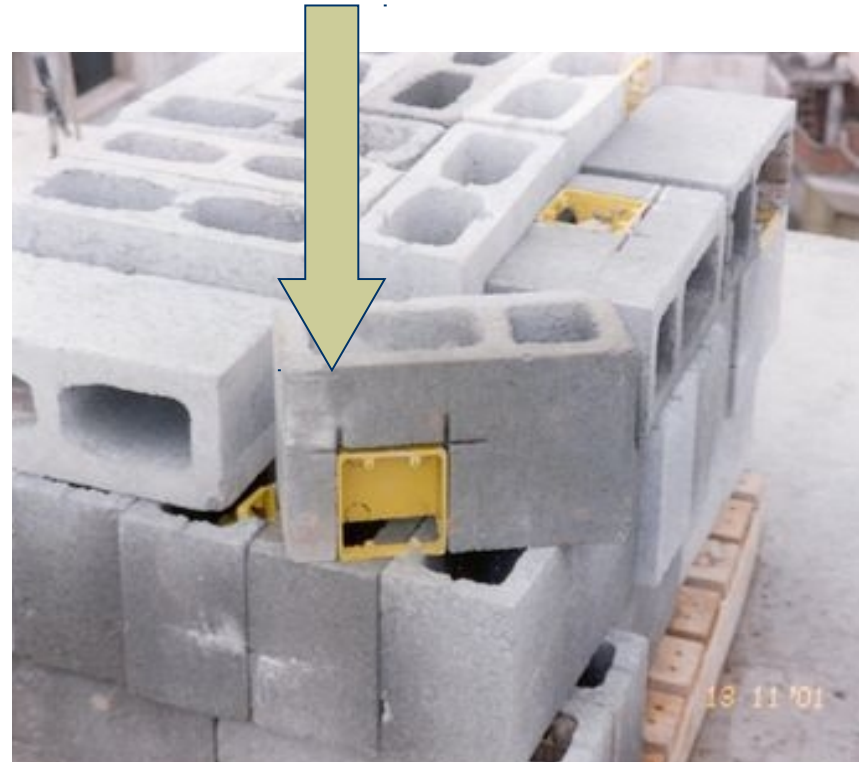


**Utilização equipamentos
tradicionais**

ESTRUTURAS DE ALVENARIA

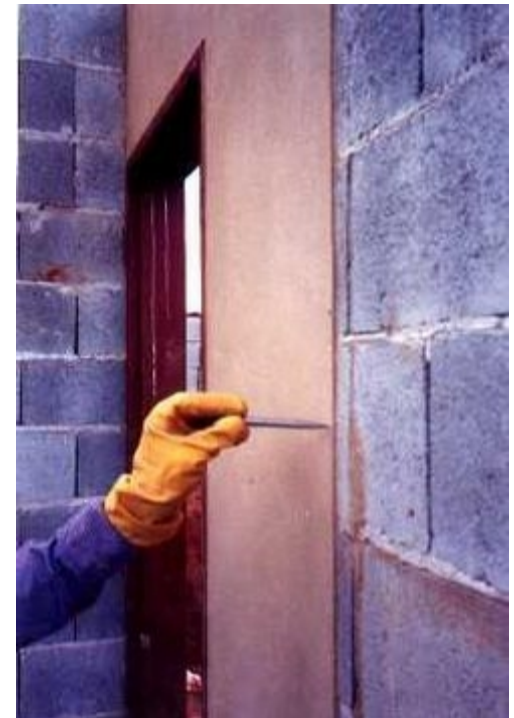
- ◆ Desenvolvimento do processo construtivo e de produção
 - Projeto modulado
 - Detalhamento construtivo

PROJETO PARA PRODUÇÃO



ESTRUTURAS DE ALVENARIA

- ◆ Grande potencial de racionalização
- ◆ Custo competitivo com o concreto armado
- ◆ Regularidade Superficial



ESTRUTURAS DE ALVENARIA

Limitações

- Edifícios de média altura
- Baixa possibilidade de alteração da arquitetura
- Necessidade de integração com outros subsistemas
- Necessidade de componentes de alvenaria com características adequadas

ESTRUTURAS DE CONCRETO



Paredes Maciças
de Concreto



Pré-fabricados:
Pilar, Viga e Laje

ESTRUTURAS DE CONCRETO



Pré-moldado:
Laje



Moldado *in loco*:
Laje

ESTRUTURAS DE CONCRETO

CONCRETO PROTENDIDO

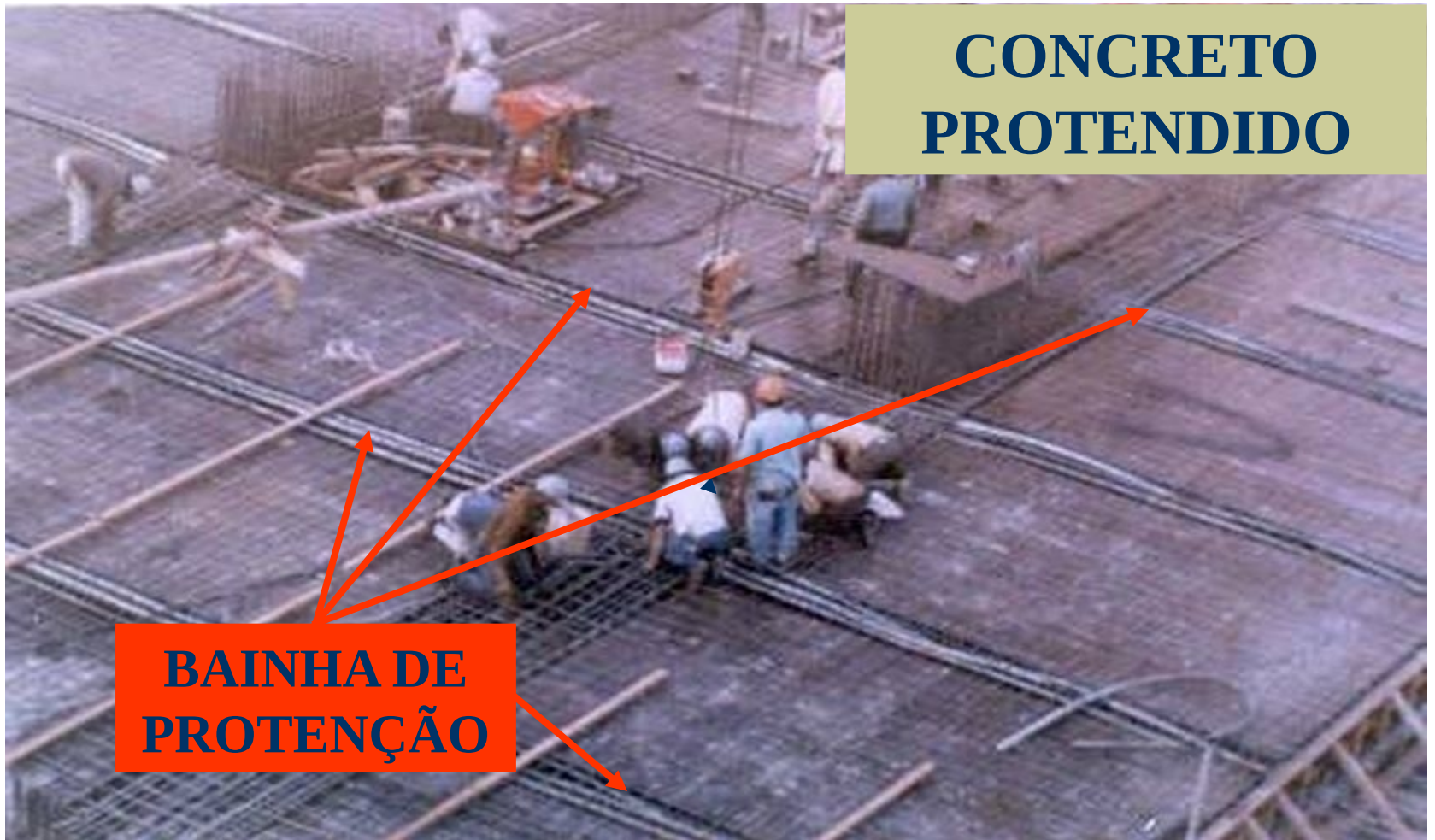


**Uso em lajes planas
com grande vão**

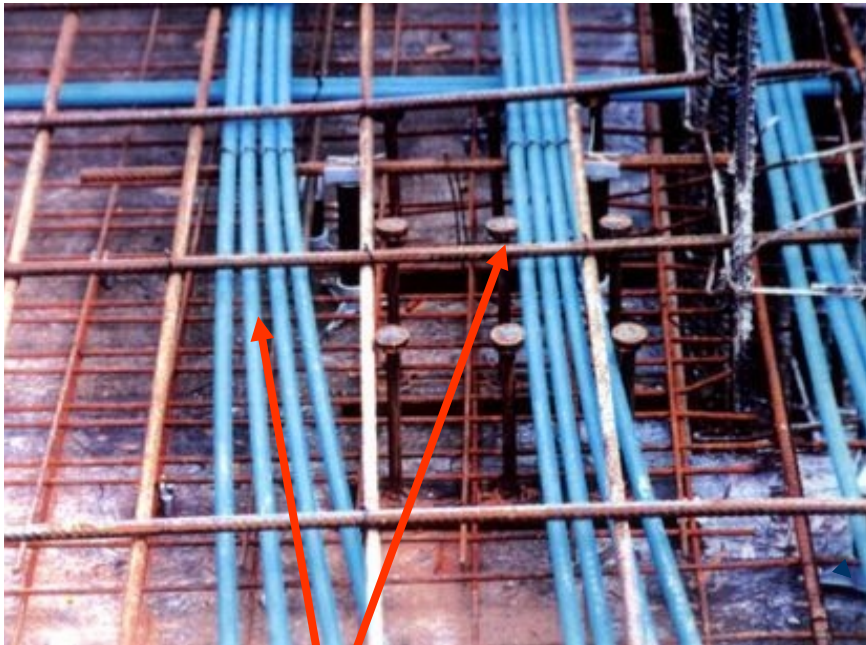
ESTRUTURAS DE CONCRETO

**CONCRETO
PROTENDIDO**

**BAINHA DE
PROTENÇÃO**

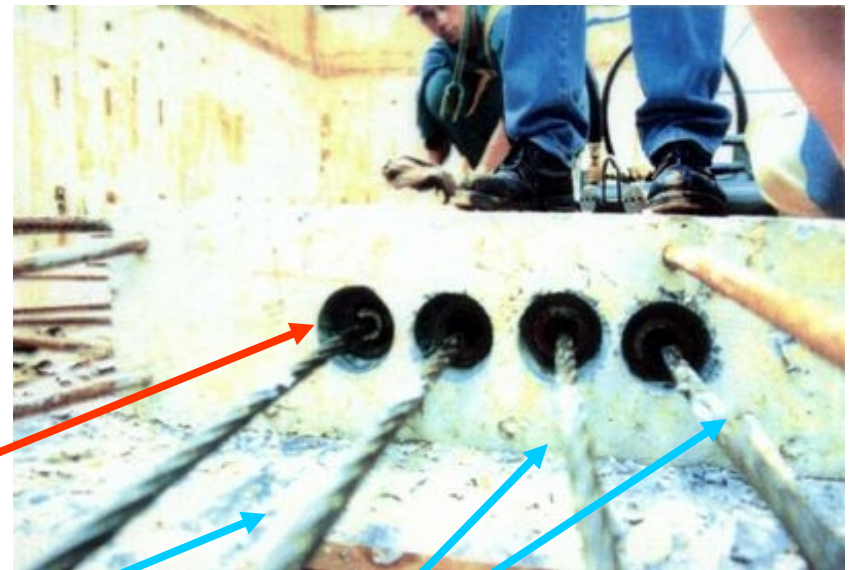


ESTRUTURAS DE CONCRETO



**BAINHA DE
PROTENÇÃO**

**CONCRETO
PROTENDIDO**



**CORDOALHA
DE PROTENÇÃO**

ESTRUTURAS DE CONCRETO

CONCRETO PROTENDIDO

Limitações

- Mão de obra especializada
- Diversidade de materiais a serem estocados
- Equipamentos Especiais

Uso em lajes planas
com grande vão

ESTRUTURAS DE CONCRETO

**CONCRETO
PROTENDIDO**



Macaco para Protensão

ESTRUTURAS DE CONCRETO

Vantagens

CONCRETO PROTENDIDO

- Grande flexibilidade de leiaute
- Racionalização do sistema de fôrmas
- Possibilidade de maior organização do processo

Uso em lajes planas
com grande vão

ESTRUTURAS DE CONCRETO

**CONCRETO
PROTENDIDO**



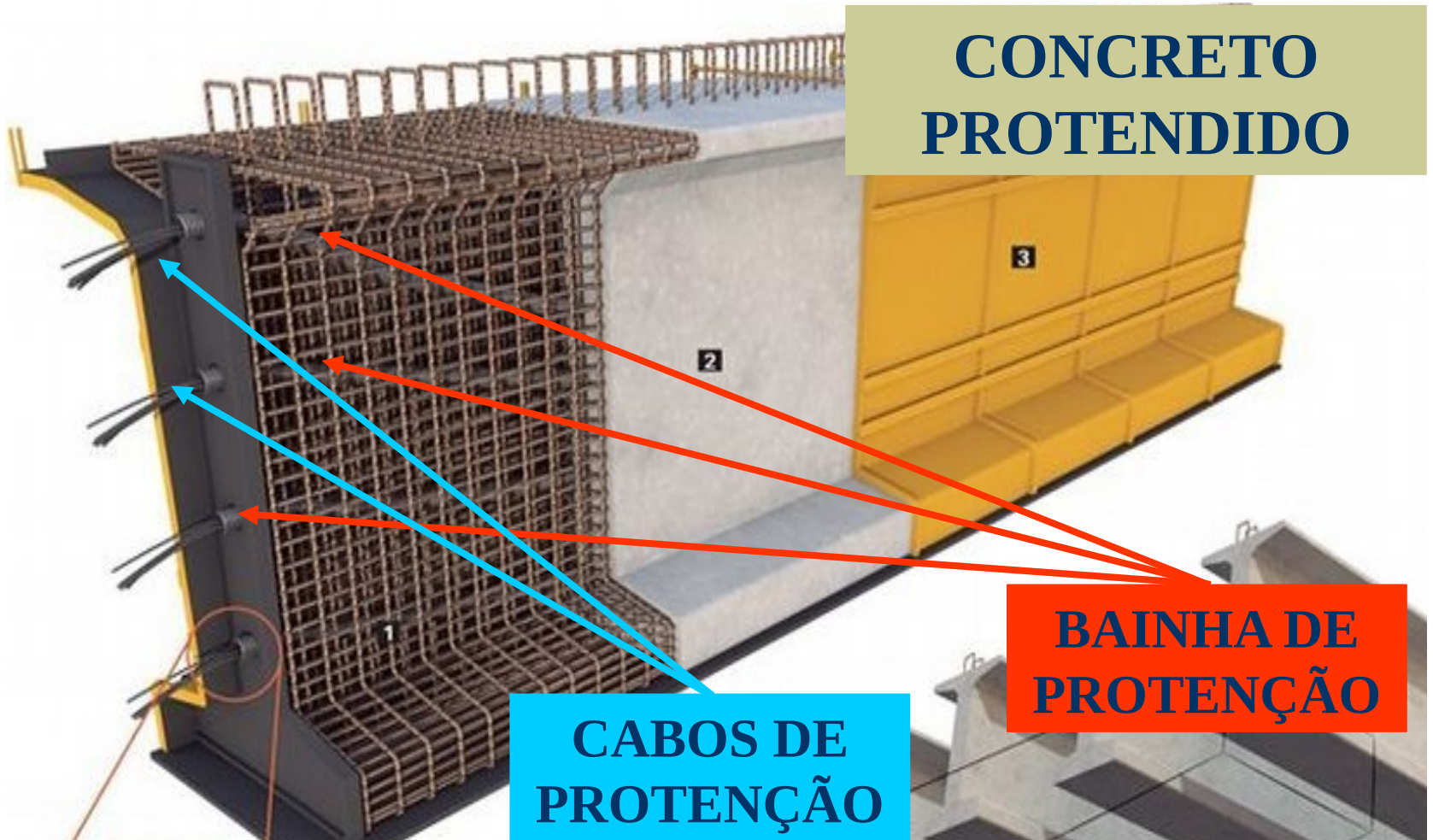
**Uso em estruturas
pré-fabricada**

ESTRUTURAS DE CONCRETO

**CONCRETO
PROTENDIDO**

**BAINHA DE
PROTENÇÃO**

**CABOS DE
PROTENÇÃO**



ESTRUTURAS DE CONCRETO

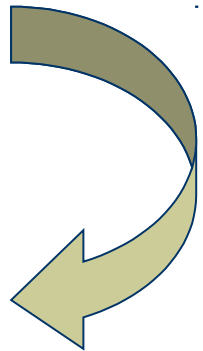
Limitações

- Menor flexibilidade arquitetônica
- Vãos médios (aprox. 10m)
- Pequenas alturas (aprox. 25m)
- Alto custo

CONCRETO
PROTENDIDO

Uso em estruturas
pré-fabricada

Edifícios
industriais e
comerciais



ESTRUTURAS DE CONCRETO

CONCRETO PROTENDIDO

Vantagens

- Em canteiro uso de mão de obra tradicional da construção civil
- Confere maior limpeza e organização ao canteiro de obras
- Prazo de execução curto

Uso em estruturas
pré-fabricada

ESTRUTURAS DE CONCRETO

**CONCRETO
ARMADO**



**Parede Maciça de
Concreto**

ESTRUTURAS DE CONCRETO

CONCRETO ARMADO

Vantagens

- Execução da estrutura e vedação
- Sistema Integrado e Racionalizado
- Possibilidade de maior organização do processo

Parede Maciça de
Concreto

ESTRUTURAS DE CONCRETO

ARMAÇÃO

**CONCRETO
ARMADO**



**Parede Maciça de
Concreto**

**FORMA
ALUMÍNIO**

STRUTURAS DE CONCRETO

**CONCRETO
ARMADO**



**Parede Maciça de
Concreto**

ESTRUTURAS DE CONCRETO

**FORMA
MADEIRA**

**CONCRETO
ARMADO**



**Parede Maciça de
Concreto**

ESTRUTURAS DE CONCRETO

VÃOS

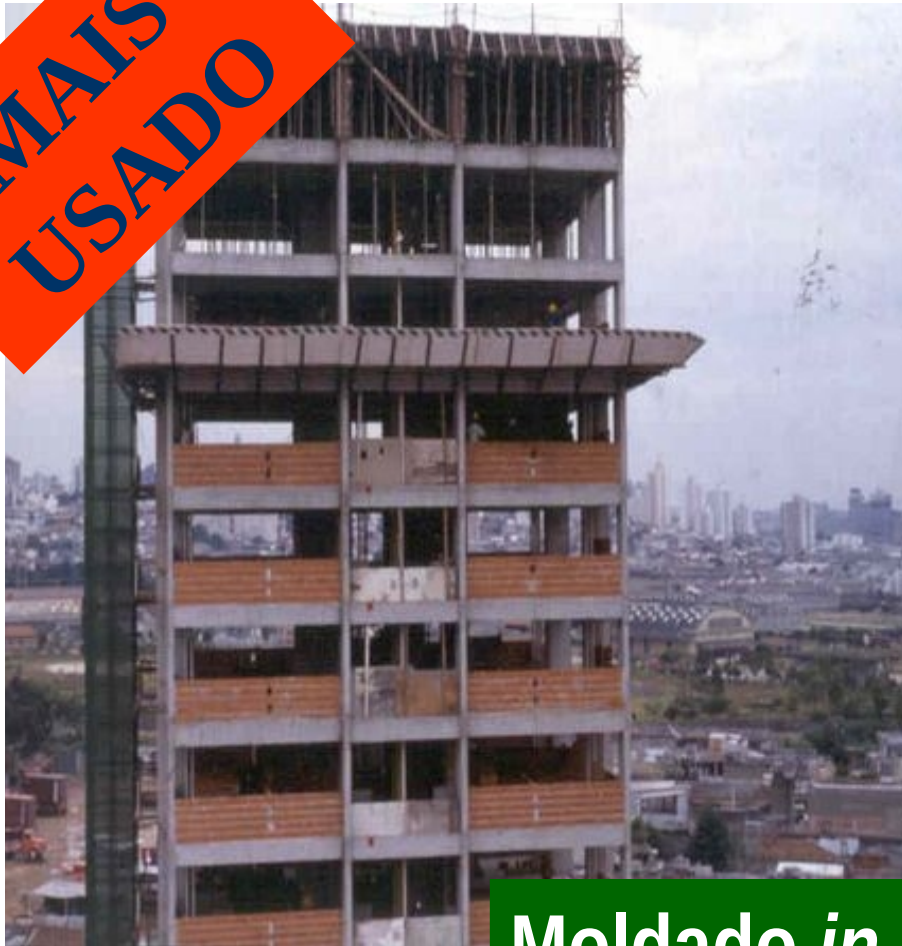
CONCRETO
ARMADO



Parede Maciça de
Concreto

ESTRUTURAS DE CONCRETO

**MAIS
USADO**



**CONCRETO
ARMADO**

Estrutura
reticulada com
vedação de
alvenaria

Moldado *in loco*

ESTRUTURAS DE CONCRETO

CONCRETO ARMADO

Vantagens

- Mão de obra tradicional da construção civil
- Equipamentos tradicionais
- Grande flexibilidade

Moldado *in loco*

ESTRUTURAS DE CONCRETO

**MAIS
USADO**

**CONCRETO
ARMADO**

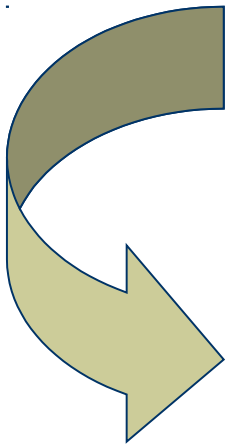
Médio prazo de execução

Moldado *in loco*



ESTRUTURAS EM **CONCRETO ARMADO**

Material mais utilizado
e estudado



**OBJETO DESTES
CURSO**

ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

- ◆ Dos custos do Edifício

81% - 91%



Todos os demais
serviços

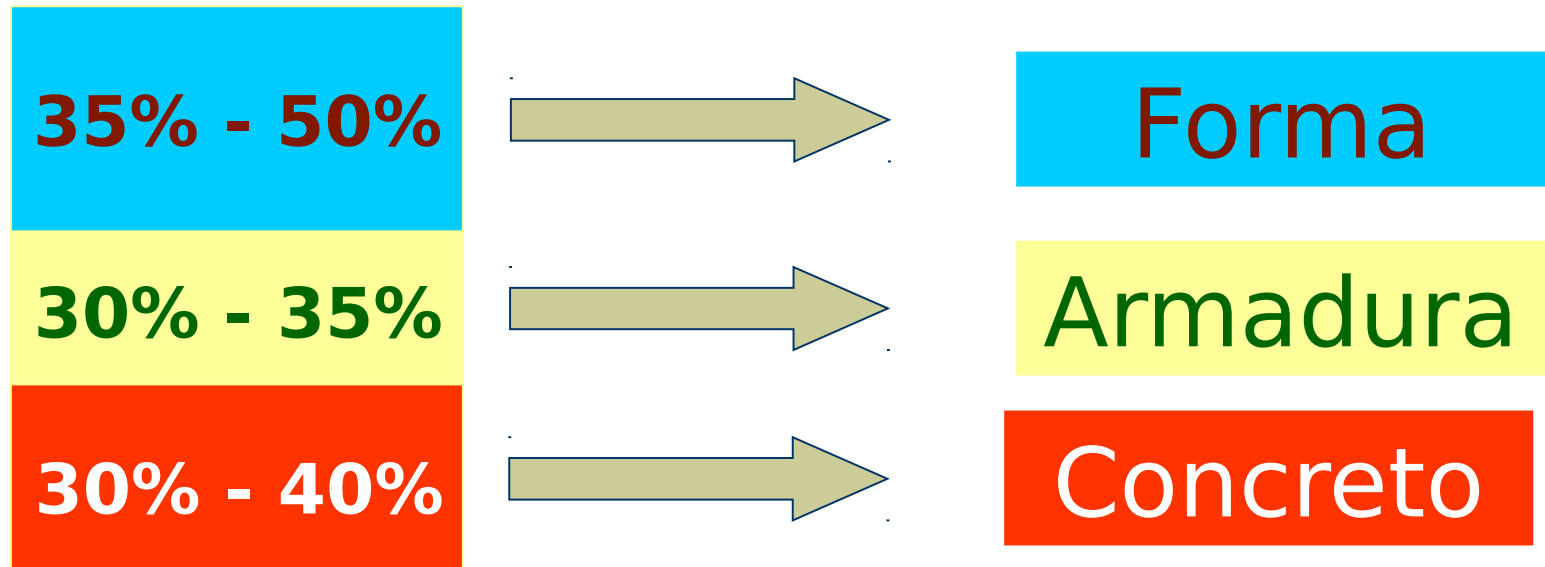
9% - 19%



Estrutura em
concreto armado

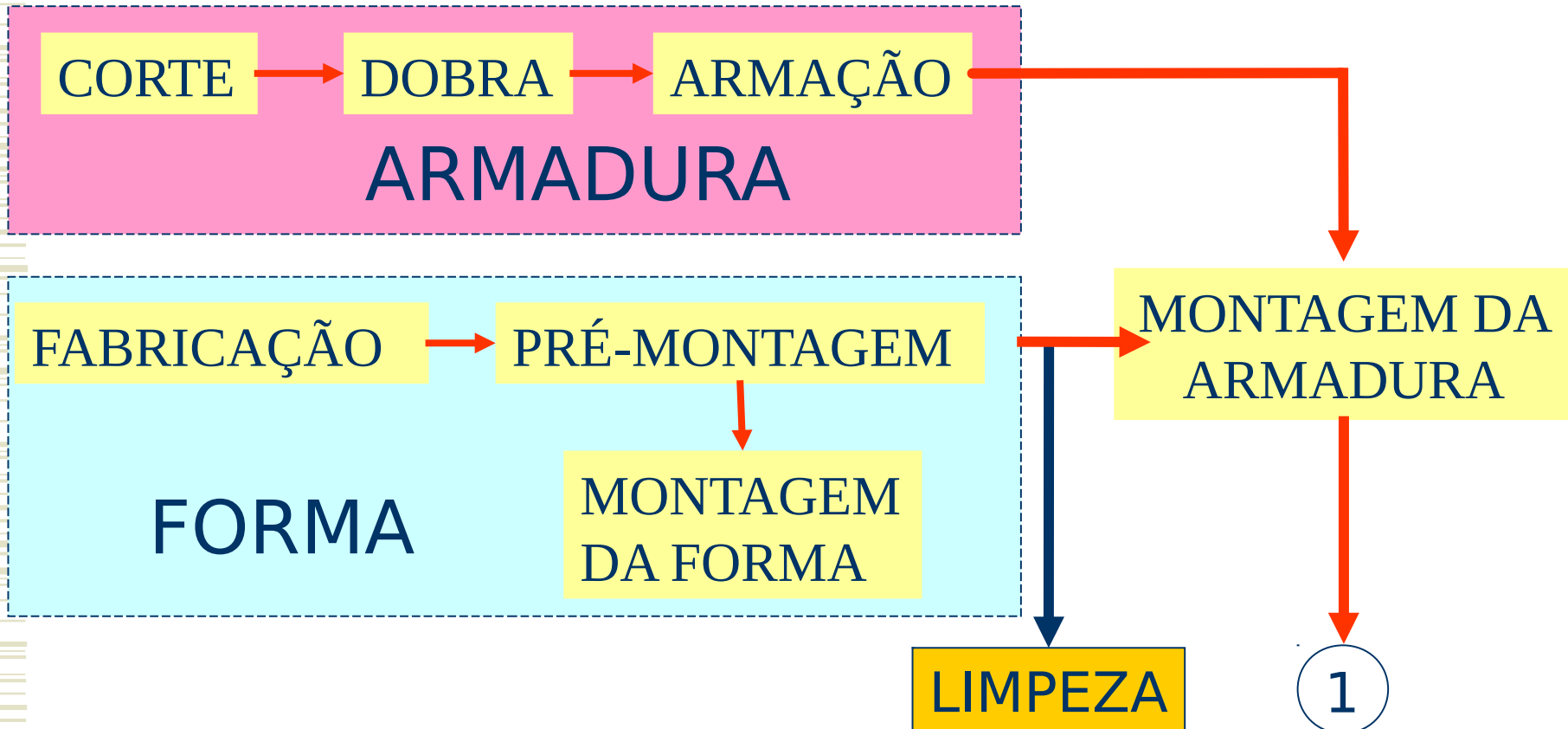
ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

- ◆ Dos custos da **Estrutura**



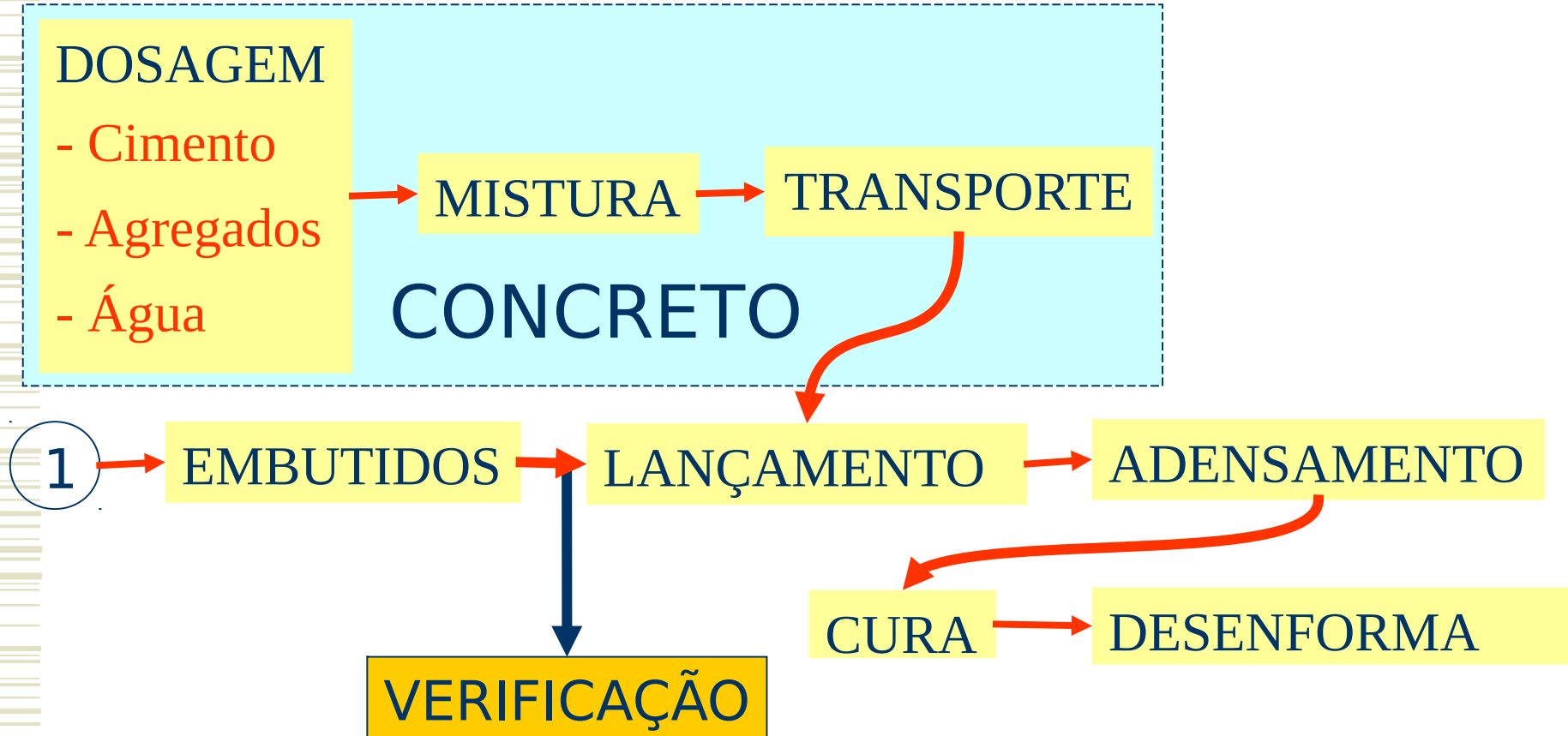
ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

◆ Etapas de Execução



ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

◆ Etapas de Execução



ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

♦ Etapas de Execução



FÔRMAS

ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

◆ Etapas de Execução



ARMAÇÃO

ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

♦ Etapas de Execução



CONCRETAGEM

PRÓXIMA AULA

Estudar a próxima aula e Ler a Apostila de Produção de Estrutura de Concreto Armado (preferencialmente)

Aula - Estrutura de Concreto Armado: Fôrmas, Armação e Concretagem

Apostila Recomendação para Produção de Estruturas em Concreto Armado

Apostila Tecnologia de Produção em Concreto Armado (Prof. Luis Otavio, 2004)