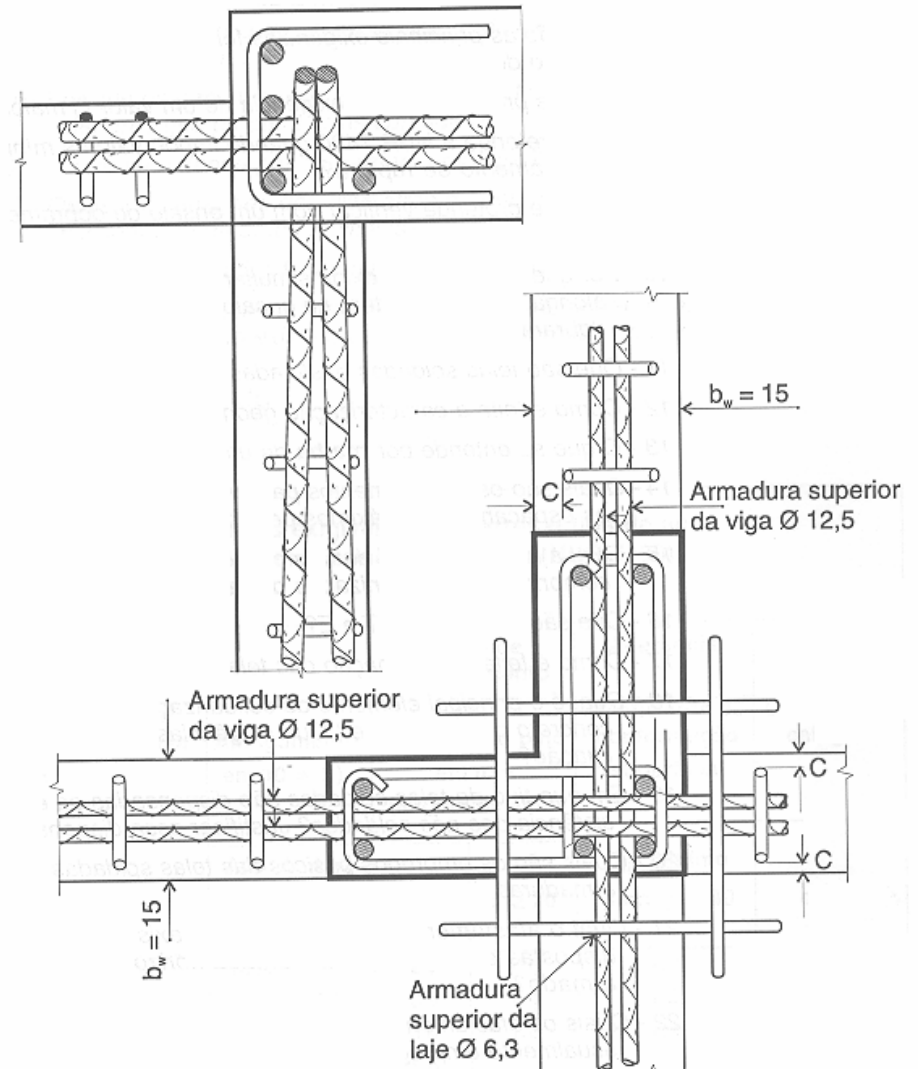
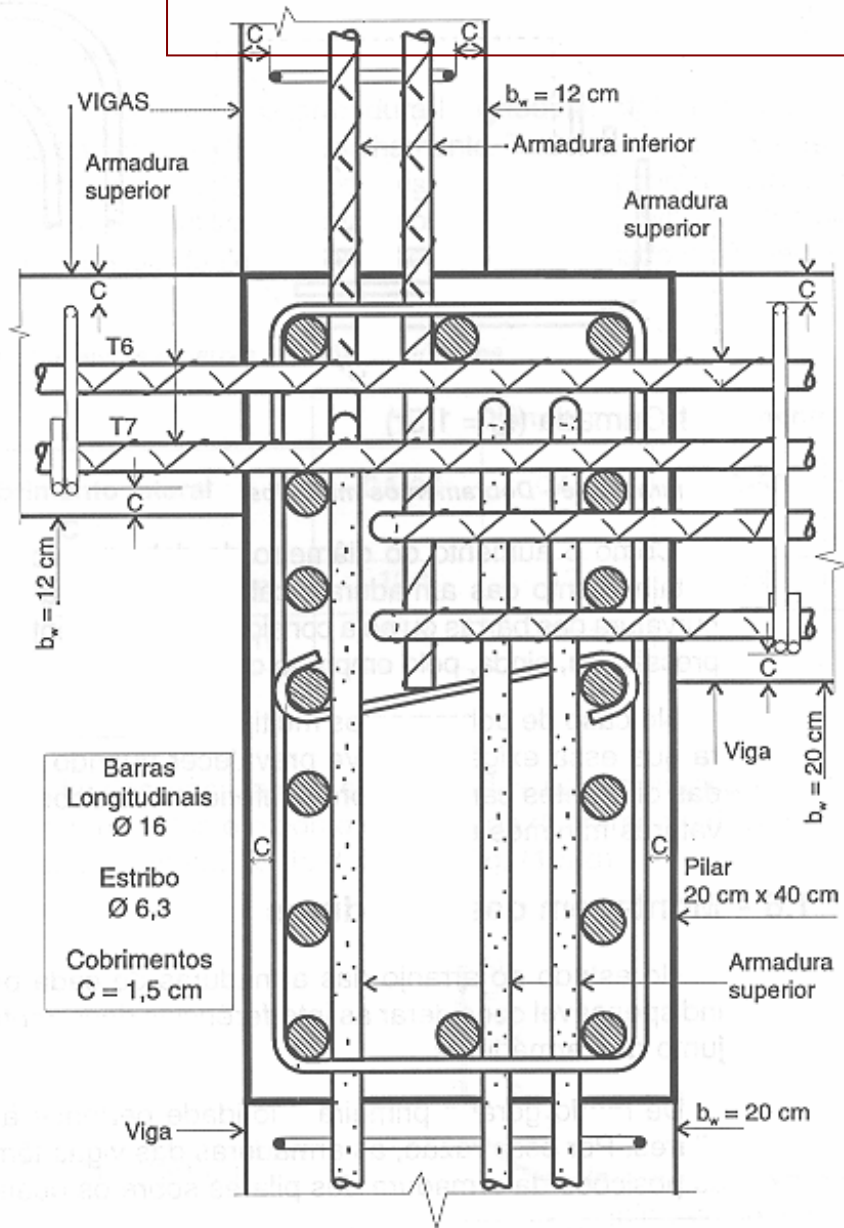


Armação ou Armadura?

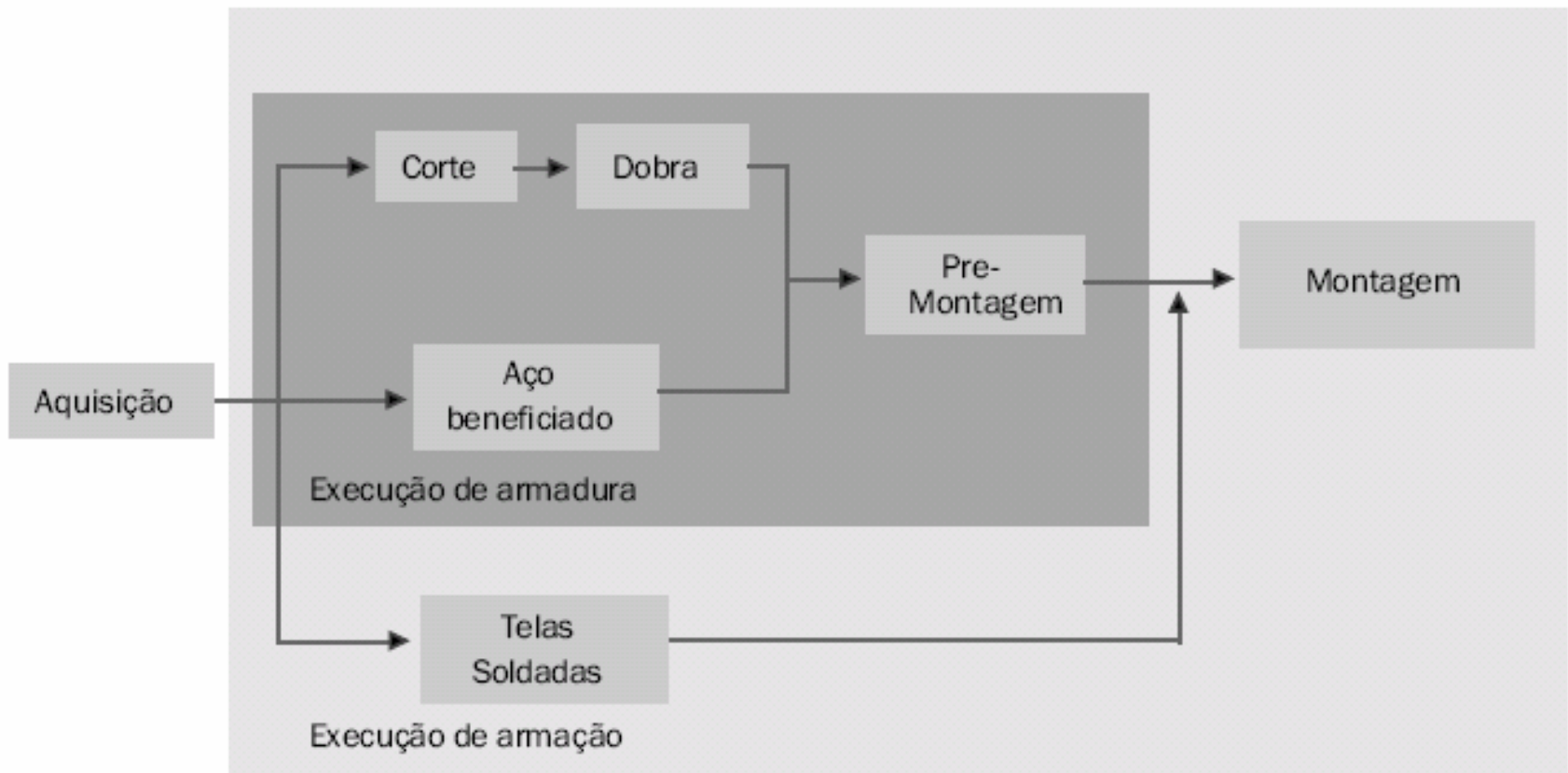
- ✓ Armação: **conjunto de atividades** relativas à preparação e posicionamento do aço na estrutura.
- ✓ Armadura: **associação das diversas peças de aço**, formando um conjunto para um determinado componente estrutural.

Armação



- ✓ Vergalhão: barras ou fios de aço.
- ✓ Aço beneficiado: barras de aço cortadas e dobradas.
- ✓ Pré-montagem: é a etapa de processamento das peças em armadura.
- ✓ Montagem: processo de posicionamento da armadura no local definitivo, na estrutura.
- ✓ Peça: parcela separável da armadura, com as características geométricas definidas no projeto estrutural. A associação de diversas peças gera a armadura.

- ✓ Basicamente, o processo para a execução da armação é compreendido pelas seguintes etapas:



Armação

- ✓ No serviço de armação de pilares e vigas, a principal decisão a ser tomada é:
 - A armadura será cortada e ou dobrada na obra? Para isso, analise:

	Aço em barras	Aço beneficiado
Precisão dimensional das peças	Médio	Alto
Área para estocagem do material	Grande	Baixa
Perdas do material	Variável	Zero
Produtividade	Pequena	Alta
Versatilidade	Alta	Alta



Armação

- ✓ Para a execução de lajes, a questão chave é: o aço será em barras ou em telas?
- Análise:

	Aço em barras	Aço em telas
Precisão dimensional no posicionamento	Pequena	Alta
Área de estocagem do material	Grande	Média
Facilidade na execução	Média	Alta
Velocidade na execução	Baixa	Alta

- ✓ **Meios agressivos:** regiões marinhas e industriais (ex.: praias de Fpolis)
- pouco tempo de armazenagem (receber lotes menores com maior frequência)
- locais cobertos
- lona plástica
- pintura das barras com nata de cimento ou pasta de cal

- ✓ **Meios medianamente agressivos:** regiões com U.R. Média ou Alta (ex.: Fpolis, POA...)
 - adequação tempo x ferro → observar a superfície do lote
 - cobertura com lona plástica
 - apoio em travessas de madeira (30 cm acima do solo isento de vegetação)
 - solo coberto com brita

- ✓ **Meios fracamente agressivos:** regiões com Baixa U.R. (ex.: Brasília)
 - apoio em travessas de madeira (20 cm acima do solo)
 - solo coberto com brita

- ✓ **CUIDADO:** aço já cortado ou dobrado. Deve ser mais rigoroso quanto a sua proteção no armazenamento pois na dobra ocorre a ruptura da película protetora podendo sofrer corrosão.



- ✓ Aço beneficiado: barras de aço cortadas e dobradas.



- ✓ Separação efetuada por peça (bitola e tipo de material), conforme NR 18 (item 18.24.3)
- ✓ Piso cimentado (contrapiso)
- ✓ Peças apoiadas em travessas de madeira

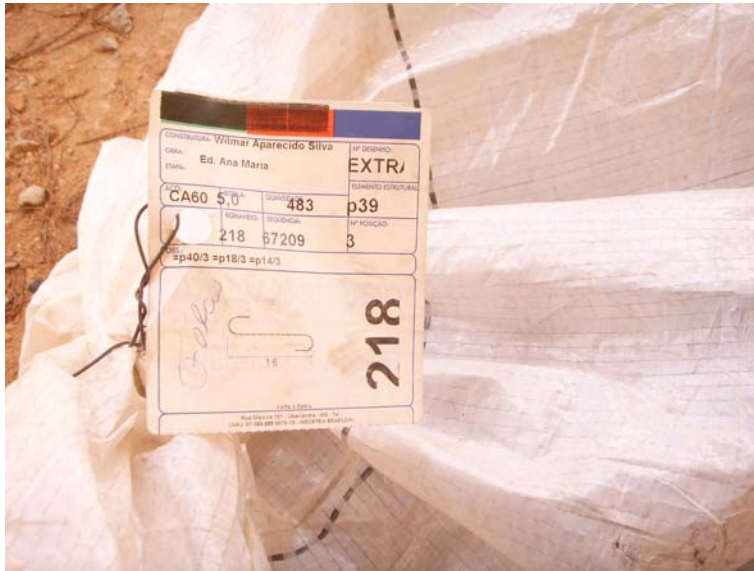
- ✓ Aço beneficiado: barras de aço cortadas e dobradas.



- ✓ Local de estocagem não deve prejudicar o trânsito dos trabalhadores e de materiais (NR 18 - item 18.24.1)
- ✓ Ambiente coberto, protegido de intempéries (NR 18 - item 18.24.5)

✓ Aço beneficiado: barras de aço cortadas e dobradas.





- ✓ Fácil identificação do produto na obra (NBR 14931 - item 8.1.3)
- ✓ Recebimento de lote (aço de todo um pavimento) conforme o andamento da obra – pouco tempo de armazenamento

✓ **BARRAS DE AÇO:**

2 processos corrosivos → presença de H_2O e O_2

1) Oxidação

- ferrugem (película de óxidos de ferro)
- não prejudicial

2) Corrosão

- deposição de placas na superfície
- redução do ϕ
- prejudica a aderência com o concreto

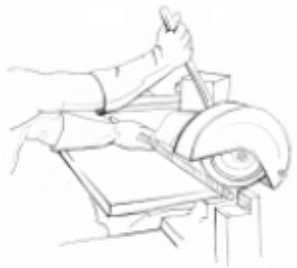
Preparo das barras

- ✓ limpeza, corte, desempenho, dobramento, emenda

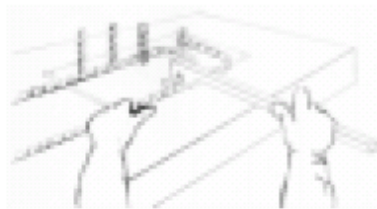
LIMPEZA

- ✓ remoção de crostas de ferrugem, terra, areia, óleo, graxa (escova de aço)
- ✓ Antes da montagem executado limpeza nos aços , quando necessário, conforme NBR14931 (item 8.1.4)

- ✓ A execução da armação envolve as seguintes atividades:



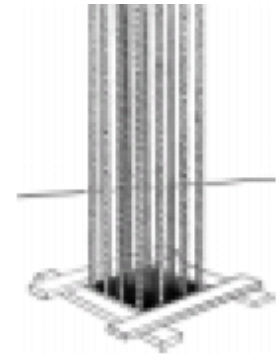
Corte



Dobra



Pré-Montagem



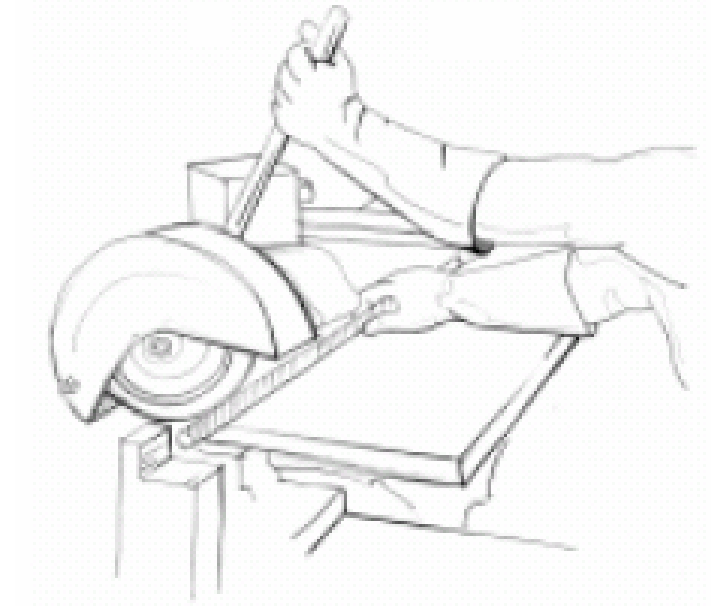
Montagem

Armação

Execução

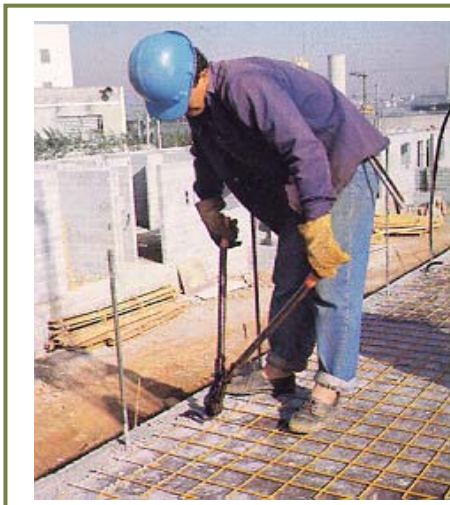
Corte

- ✓ Antes de efetuar os cortes, realizar um estudo para minimizar as sobras.



Corte

- ✓ **Manuais:** arco de serra e tesoura de cortar ferro (tesourão). Utilizado quando o serviço é realizado em obras de pequeno porte.
 - manual com tesoura ($\phi \leq 16\text{mm}$) → mais empregado
 - manual com tesoura de bancada ($\phi \leq 32\text{mm}$)
 - tesoura acionada com motor ($\phi \leq 50\text{mm}$) → produção em série



**Corte manual
com tesoura**



**Corte manual com
tesoura de bancada**

Corte

- ✓ **Elétricas:** policorte. Em obras de pequeno, médio e grande porte que realizam o corte do aço no canteiro.



Corte

- ✓ **Hidráulico:** utilizada em centrais de corte e dobra de aço e em canteiros de grandes obras, devido ao seu alto custo.

- ✓ **Corte e dobramento:** processos executados por empresa especializada conforme especificado em projeto e de acordo com normas vigentes (NBR 14931 - itens 8.1.5.2 e 8.1.5.3)

Armação

Execução

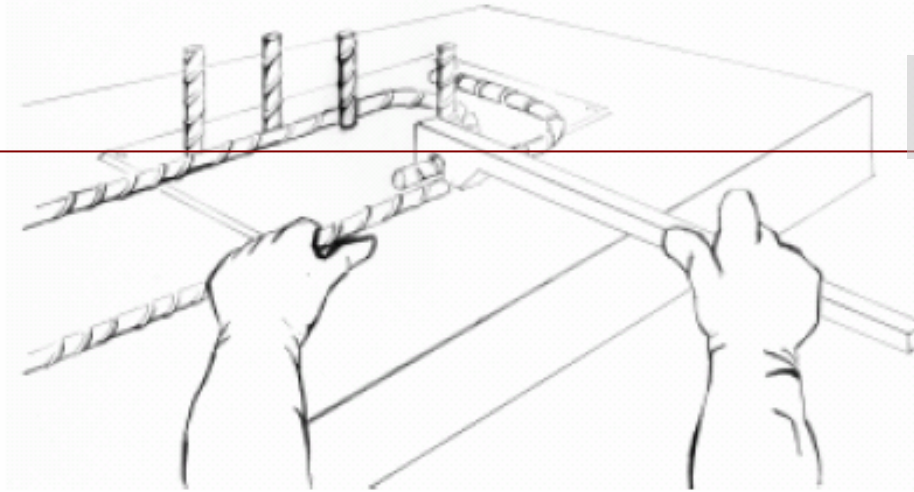
Desempeno

- ✓ sobre pranchões, com martelos e marretas para retificação das barras e endireitar deformações após o corte

Armação

Execução

Dobra



✓ Ferramentas

- Quando a dobra é realizada no canteiro, utiliza-se a chave de dobra. Possui um baixo custo e a dobra da barra de aço é feita uma de cada vez.



Dobramento manual com chave e chapa metálica

Armação

Execução

Dobra

✓ Ferramentas

- [Chave de dobra](#) (vídeo 01)
- [Chave de dobra](#) (vídeo 02)



Dobra

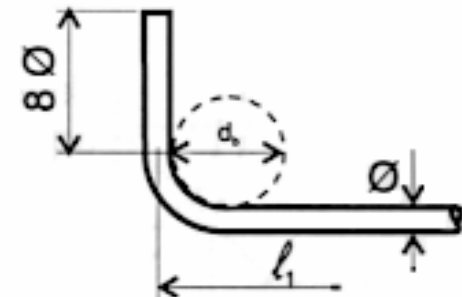
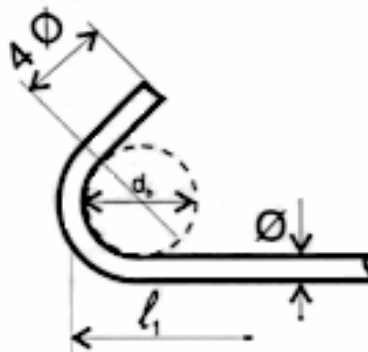
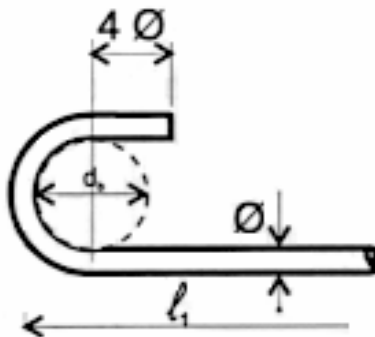
- ✓ Na dobra do aço, atenção na montagem da bancada, para que o diâmetro do pino de dobramento seja compatível com o aço a ser dobrado.
- ✓ A falta de cuidado nesse item pode fazer com que as barras de aço, quando dobradas, sofram um esforço demasiado, ocorrendo a sua ruptura.

Dobra

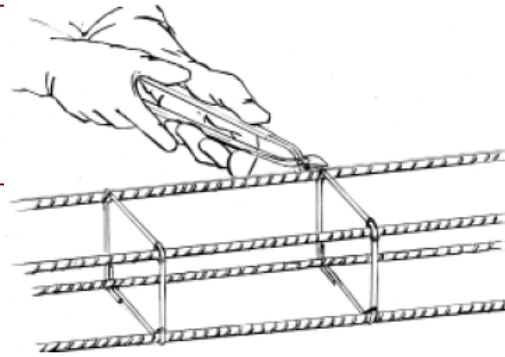
- ✓ ϕ mínimo de curvatura para ganchos $\rightarrow \phi$ do pino da bancada (para não ocorrer estricção das barras ou ruptura por tração)

bitola	CA-25	CA-50	CA-60
$\phi \leq 10mm$	3 ϕ	3 ϕ	3 ϕ
$10mm \leq \phi \leq 20mm$	4 ϕ	5 ϕ	6 ϕ
$\phi > 20mm$	5 ϕ	8 ϕ	-

Ganchos em barras tracionadas



Armação



Execução

Pré - Montagem

- ✓ Área de montagem coberta proporcionando proteção aos trabalhadores (NR 18 - item 18.8.3)
- ✓ Após o corte e a dobra do aço, ocorre a etapa de montagem das armaduras
- ✓ Instrumentos para montagem: torquês e bancada



Armação

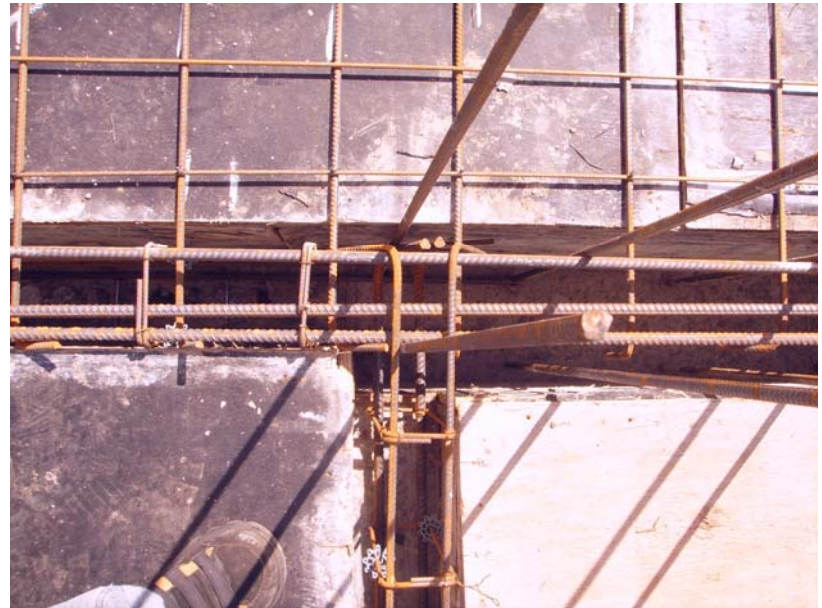
Execução

Pré - Montagem



Montagem

- ✓ Durante o planejamento, definir as peças que serão montadas na central de armação e aquelas que serão montadas na própria fôrma.
- Considere: dimensões das peças, sistema de transporte e facilidade de execução.

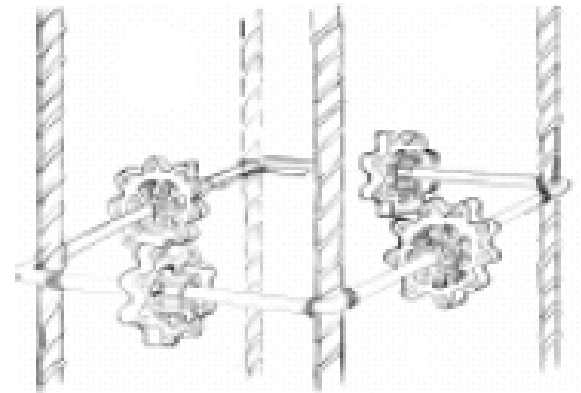


Montagem

- ✓ Montagem e posicionamento de armadura efetuada conforme NBR 14931 (item 8.1.5.5)

Montagem

- ✓ Colocar espaçadores em quantidade suficiente, para garantir o posicionamento da armadura no elemento final a ser concretado.
- ✓ Verificar a escolha e o uso do espaçador, para que a estrutura tenha o cobrimento adequado às condições de exposição da estrutura, protegendo a armadura contra a corrosão.



Montagem

- ✓ Estar atento para que a armadura esteja na posição especificada no espaçamento correto. Se for necessário, coloque mais espaçadores, de modo a garantir o cobrimento da armadura.



- ✓ No caso da laje, o problema a ser evitado é o posicionamento incorreto da armadura negativa.



- ✓ Para que a armadura negativa em lajes utilize gabaritos (carangueijo) para garantir a posição correta.



- ✓ Respeitar o comprimento de ancoragem especificado no projeto, para que não haja escorregamento da armadura e, conseqüentemente, patologias na estrutura.

Armação

Montagem



Armação

Montagem



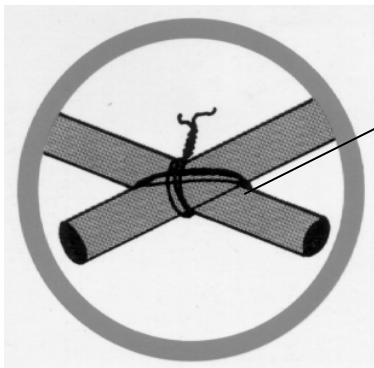
Emendas

✓ Emenda: feita por transpasse conforme especificado em projeto (NBR 6118)



Fixação das armaduras

- ✓ amarração com arame recozido nº 16 ($\phi = 1\text{mm}$) ou 18 ($\phi = 0,75\text{mm}$) a cada 35cm (máximo) (NBR 6118)
- ✓ para não alterar o posicionamento de uma barra em relação à outra no transporte
- ✓ laçada simples, laçada dupla (para barras grossas. É a mais indicada)
→ arame 18 → a laçada deve ser dupla



Ponta não cortada ou dobrada pode causar manchas e corrosão



Espaçamentos

✓ concentração de armadura: peneiramento dos agregados (retenção do agregado graúdo sobre a armadura). Soluções:

- reduzir o $\phi_{\text{máx}}$ do agregado
- evitar emendas por traspasse
- respeitar espaçamento mínimo entre barras



✓ concentração de armadura: casos mais críticos: encontro de vigas e pilares



✓ espaçamento mínimo entre barras:

- $\geq 30\text{mm}$ na armadura superior (pois o ϕ do vibrador de imersão geralmente é de 25mm)
- $\geq 20\text{mm}$ nos demais casos
- \geq diâmetro da barra
- $\geq 1,2 \times$ diâmetro máximo do agregado

Espessura de cobrimento

- ✓ Cobrimento: especificados em projeto (conforme NBR 6118), sendo efetuados com o auxílio dos caranguejos;
- ✓ Deve ser indicada em projeto, pois condiciona as dimensões dos elementos



Espessura de cobrimento

✓ Condicionante da Durabilidade → se não existe ou é inferior à especificada → > o contato com a umidade e agentes agressivos, facilitando a corrosão

<i>localização da estrutura</i>	<i>atmosfera rural</i>	<i>atmosfera urbana</i>	<i>atmosfera marinha ou industrial</i>
<i>locais abrigados com risco de condensação superficial</i>	≥ 40	≥40	≥40
<i>locais abrigados sem risco de condensação superficial</i>	≥15	≥20	≥25
<i>locais expostos às intempéries com UR<70%</i>	≥15	≥20	≥30
<i>locais expostos às intempéries com UR>70%</i>	≥20	≥25	≥30
<i>regiões semi-enterradas</i>	≥35	≥35	≥55
<i>regiões enterradas</i>	≥20	≥20	≥45
<i>reservatório de água doce</i>	≥40	≥40	≥40

Rapaduras de argamassa, espaçadores de plástico, caranguejos (armadura dupla) - 5 espaçadores/m²

→ **espaçadores de argamassa (“rapaduras”)**:

- traço idêntico ao concreto, sem brita e um pouco de água de amassamento
- fôrma para confecção do molde dos espaçadores: madeira, metálica, tubo PVC
- cuidados com espaçadores: **ADENSAMENTO e CURA**



→ espaçadores de plástico

- material com diferente coeficiente de dilatação térmica que a interface concreto/plástico
- penetração de umidade e agente agressivo



- ✓ distância entre espaçadores $< 1,5$ metros (0,5 a 1,0m para pilares)
- ✓ em barras paralelas os espaçadores não devem ficar alinhados para não criar uma região enfraquecida no concreto



Armação

Cuidados

- ✓ Disposição de estribos no encontro de vigas e pilares (não pode ser negligenciada pois ocorrem trincas verticais. Amarrar bem para não se movimentarem na concretagem)



Armação

Cuidados

- ✓ Disposição de estribos na base de pilares (quando os estribos coincidem com as esperas do pilar inferior: elevar os estribos, posicionar a armadura, retornar os estribos e amarrar nas esperas)
- ✓ Evitar choques entre armadura e fôrmas
- ✓ Verificar: ϕ , espaçamento, posicionamento, amarração



- ✓ Telas protetoras entorno de todo o pavimento
- ✓ Pontas das armaduras devem ser protegidas (NR 18 - item 18.8.5)

- ✓ ABNT NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento
- ✓ ABNT NBR 7480 – Barras e Fios de Aço Destinados a Armaduras de Concreto Armado
- ✓ ABNT NBR 7481 – Tela de Aço Soldada - Armadura para Concreto
- ✓ ABNT NBR 7482 – Fios de Aço para Concreto Protendido
- ✓ ABNT NBR 7483 – Cordoalhas de Aço para Concreto Protendido - Requisitos
- ✓ ABNT NBR 14931 – Execução de Estruturas de Concreto - Procedimento
- ✓ NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção