



# 8 DETALHAMENTO DAS ARMADURAS

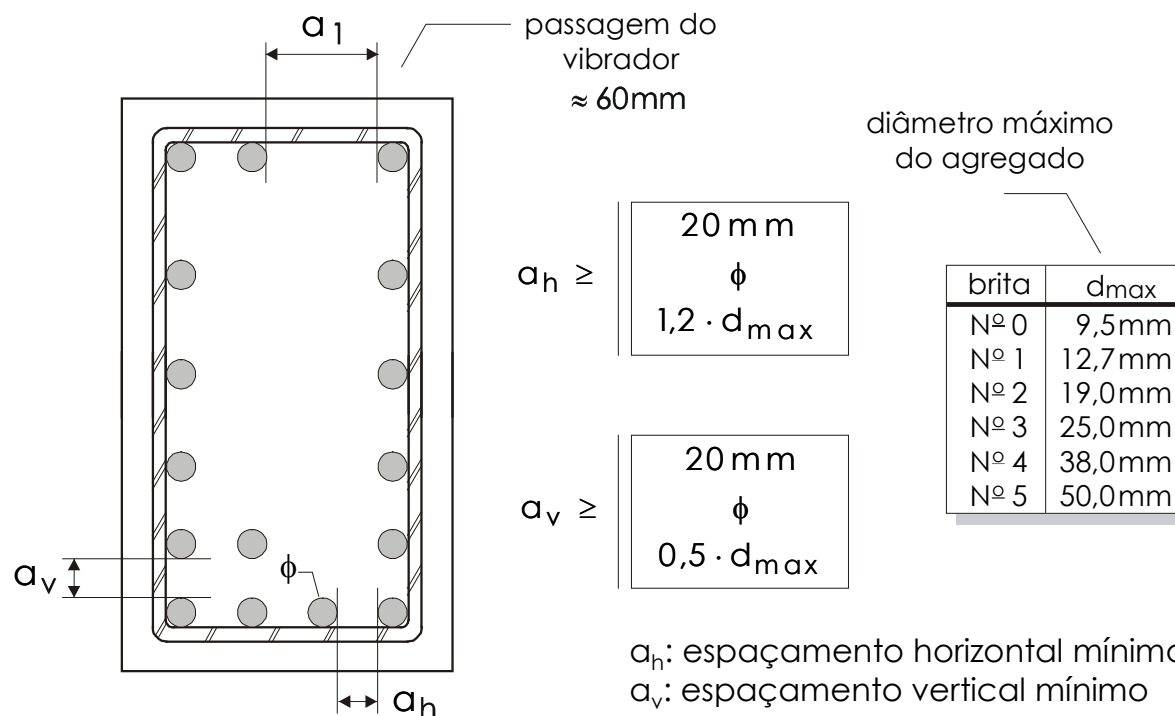
## 8.1 CLASSIFICAÇÃO DAS ARMADURAS

Armaduras para concreto armado	Armaduras de equilíbrio geral	<ul style="list-style-type: none"><li>• Armadura longitudinal (normal, flexão e torção)</li><li>• Armadura transversal (cortante e torção)</li></ul>
	Armaduras auxiliares	<ul style="list-style-type: none"><li>• Armadura de pele (vigas altura &gt;60cm)</li><li>• Armadura de montagem (porta-estribo, caranguejo)</li><li>• Armadura complementar (grampo, estribo complementar)</li></ul>
	Armaduras de equilíbrio local	<ul style="list-style-type: none"><li>• Armadura de suspensão (apoios indiretos)</li><li>• Armadura de ligação mesa-alma</li></ul>

## 8.2 ARMADURA LONGITUDINAL

### 8.2.1 DISPOSIÇÃO TRANSVERSAL

**NBR 6118:2003/18.3.2.2**



## 8.2.2 ANCORAGEM COM GANCHOS EM ARMADURAS TRACIONADAS

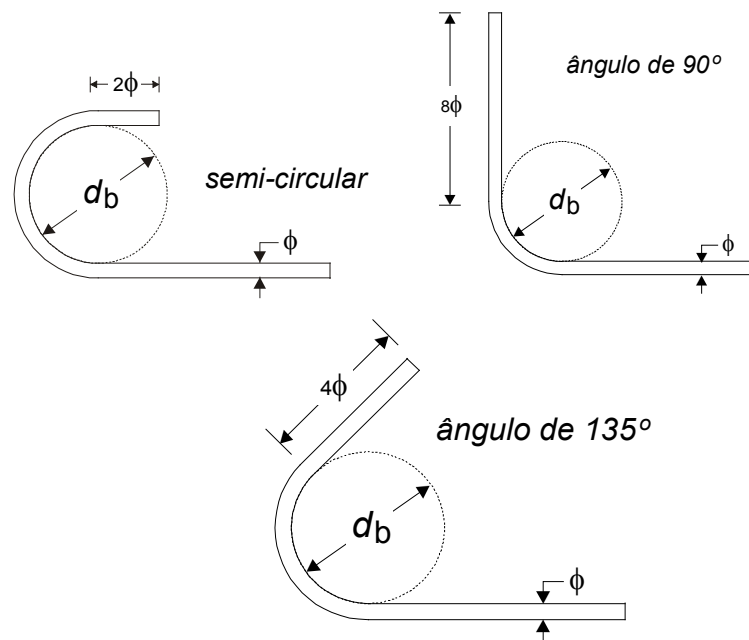
 **NBR 6118:2003/9.4.2.3/18.4.2.1**

Diâmetros máximo e mínimo para armaduras longitudinais:

$$10\text{mm} \leq \phi \leq \begin{cases} b/8 \\ h/8 \end{cases}$$

Diâmetros internos de dobramento ( $d_b$ )

BITOLA (mm)	CA-50	CA-60
$\phi < 20$	$5\phi$	$6\phi$
$\phi \geq 20$	$8\phi$	—

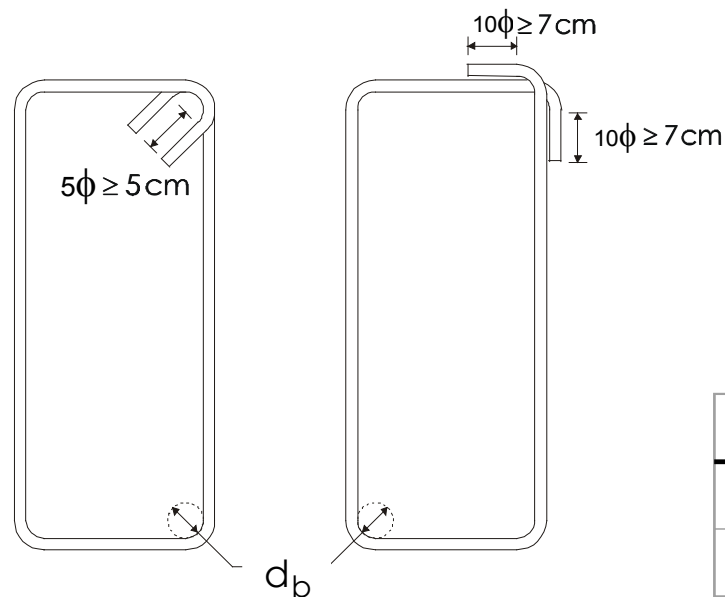


## 8.3 ARMADURA TRANSVERSAL

### 8.3.1 GANCHOS EM ESTRIBOS



**NBR 6118:2003/9.4.6.1/18.3.3.2**



Diâmetros máximo e mínimo para estribos:

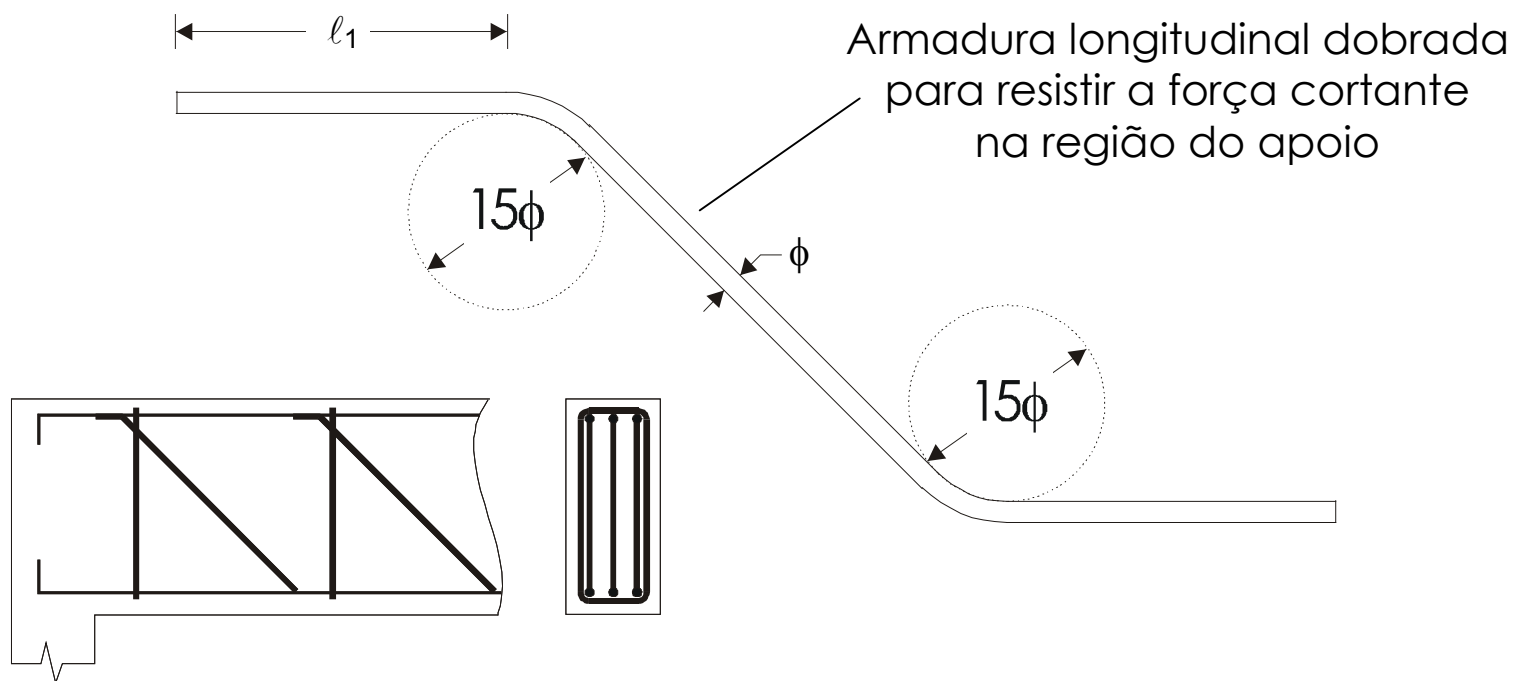
$$5 \text{ mm} \leq \phi \leq b/10$$

Diâmetros internos de dobramento ( $d_b$ ) em estribos:

BITOLA (mm)	CA-50	CA-60
$\phi \leq 10$	3 $\phi$	3 $\phi$
$10 < \phi < 20$	5 $\phi$	—

## 8.3.2 BARRAS CURVADAS

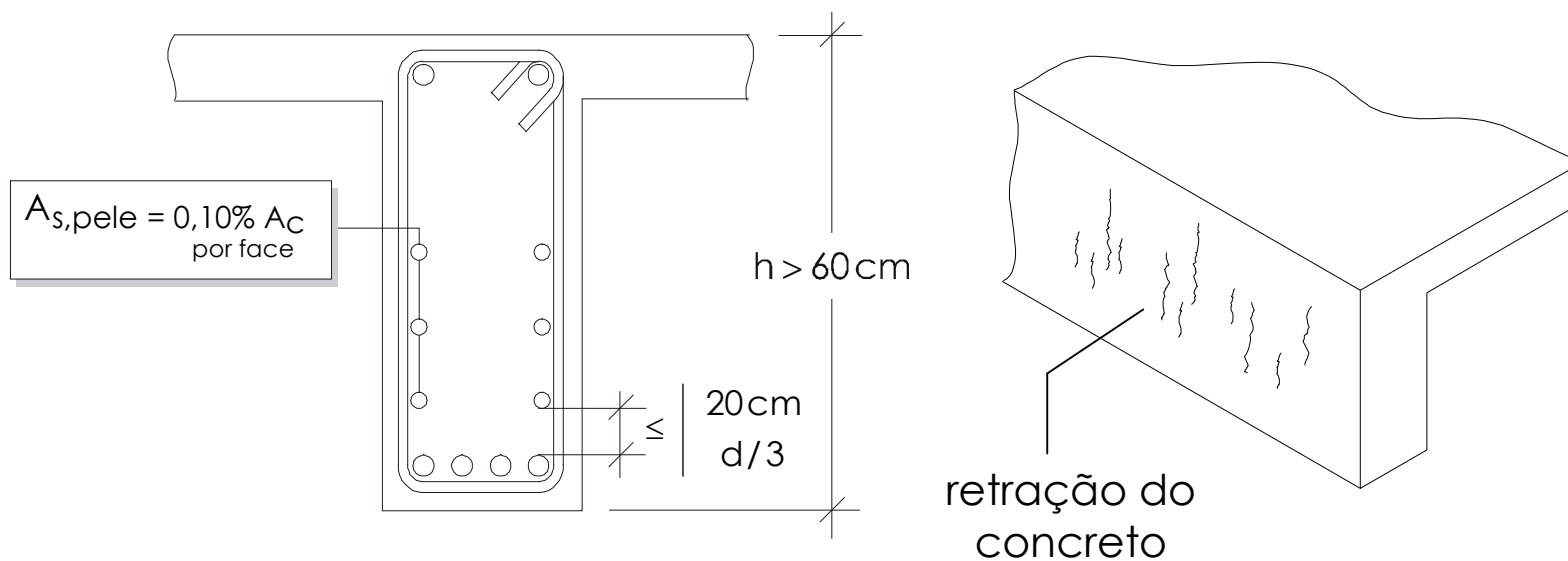
 **NBR 6118:2003/18.2.2**



## 8.4 ARMADURA DE PELE



**NBR 6118:2003/17.3.5.2.3**

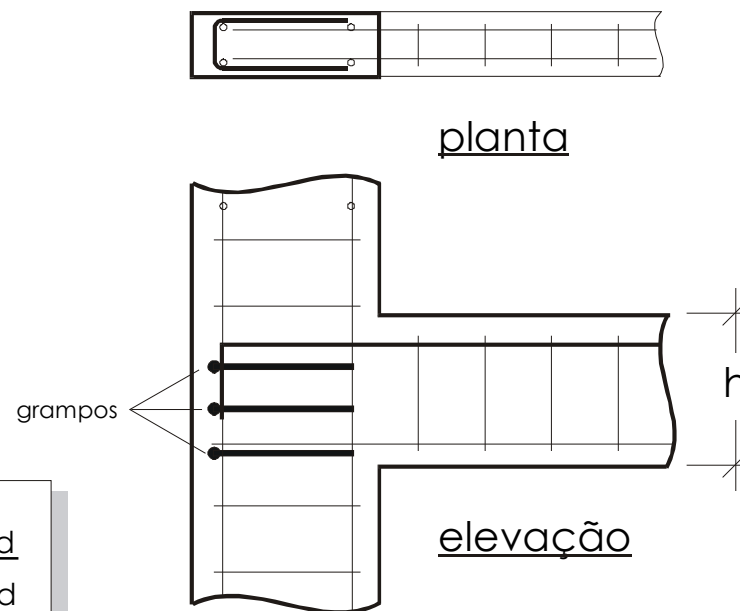
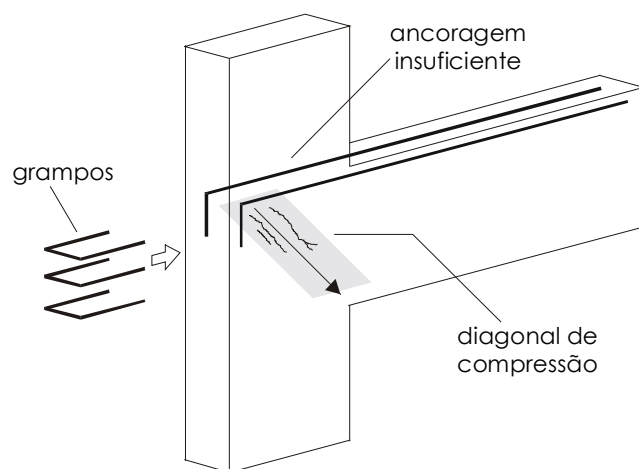


## 8.5 ARMADURA COMPLEMENTAR

### 8.5.1 GRAMPOS NOS APOIOS EXTREMOS



**NBR 6118:2003/18.3.2.4**



onde:

$V_d$  cortante de cálculo

$a_l$  deslocamento do DMF

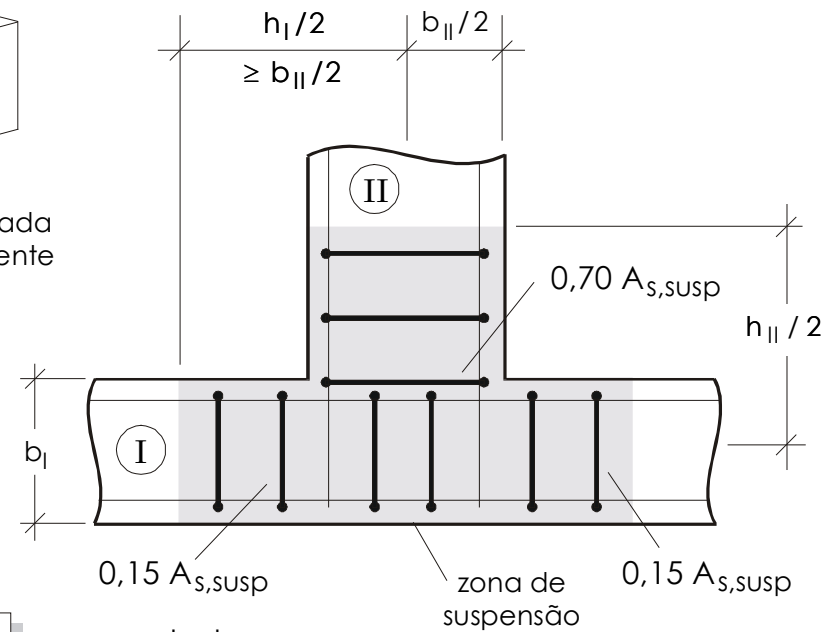
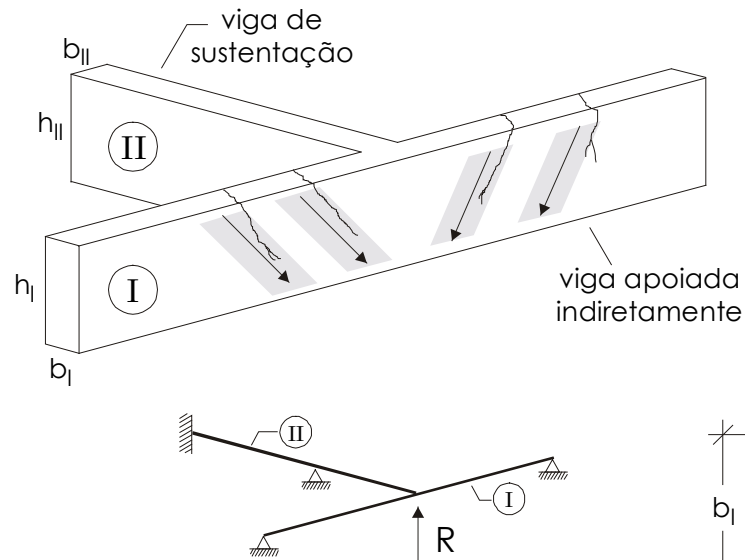
$$A_{s,grampo} = \frac{a_l}{d} \cdot \frac{V_d}{f_{yd}} = 0,5 \cdot \frac{V_d}{f_{yd}}$$



## 8.6 ARMADURA DE SUSPENSÃO



**NBR 6118:2003/18.3.6**

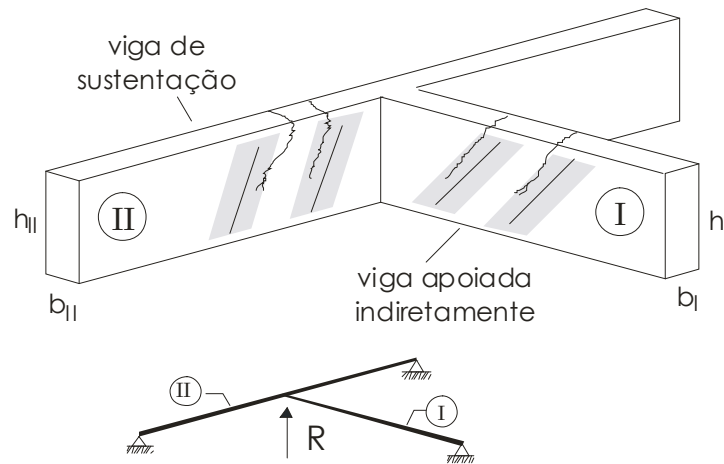


$$A_{s,susp} = \frac{h_I}{h_{II}} \cdot \frac{R_d}{f_{yd}}$$

em todo o trecho da zona de suspensão

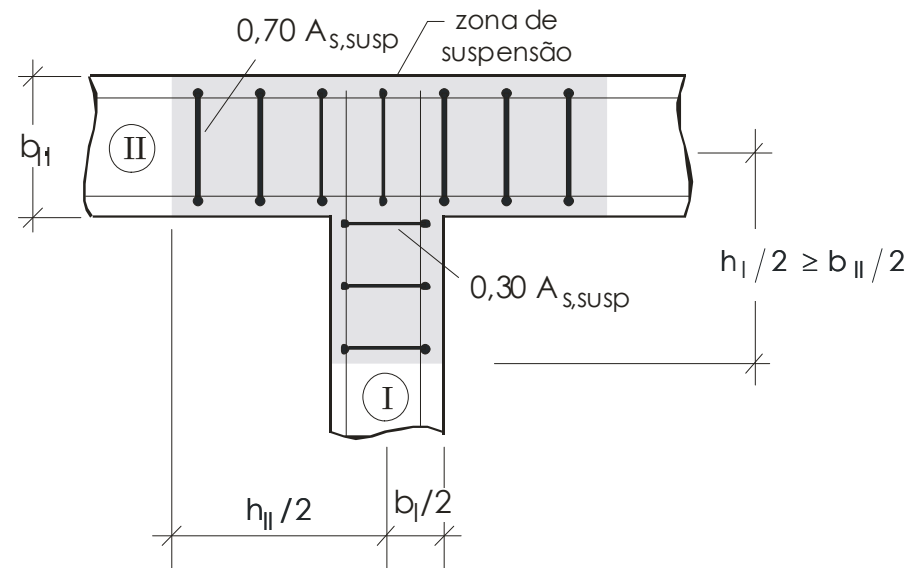
## 8.6 ARMADURA DE SUSPENSÃO (cont...)

**NBR 6118:2003/18.3.6**



$$A_{s,susp} = \frac{h_I}{h_{II}} \cdot \frac{R_d}{f_{yd}}$$

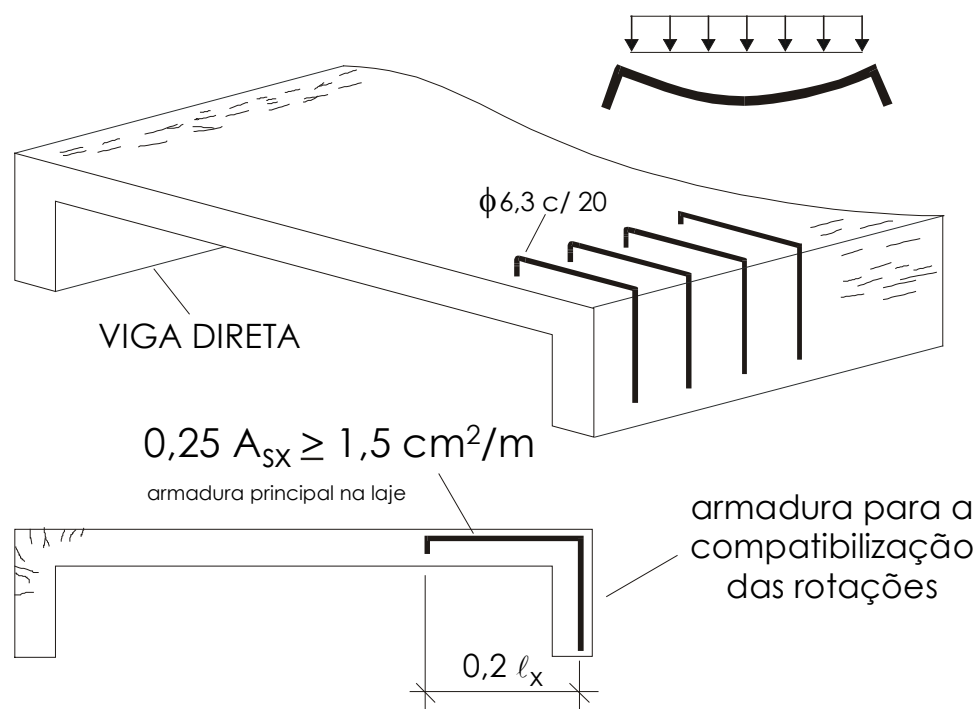
em todo o  
 trecho da zona  
 de suspensão



## 8.7 ARMADURA DE LIGAÇÃO MESA-ALMA



**NBR 6118:2003/18.3.7**

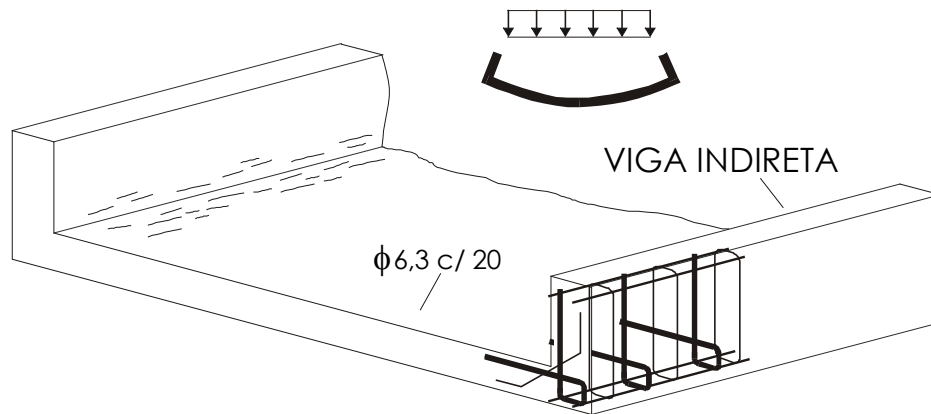


inércia à flexão da laje difere da inércia à torção da viga

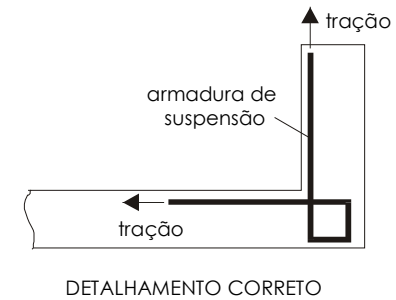
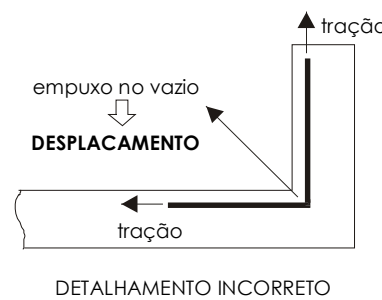
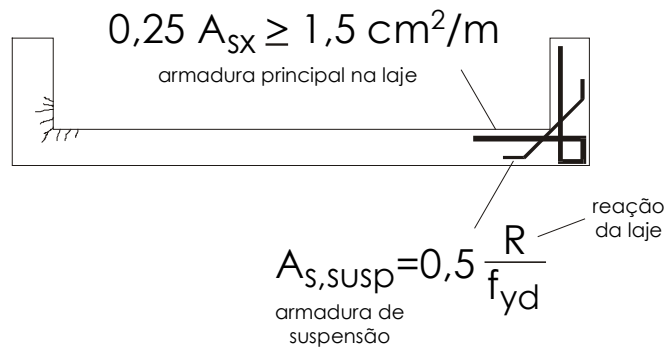


**FISSURAÇÃO**

## 8.7 ARMADURA DE LIGAÇÃO MESA-ALMA (cont...)

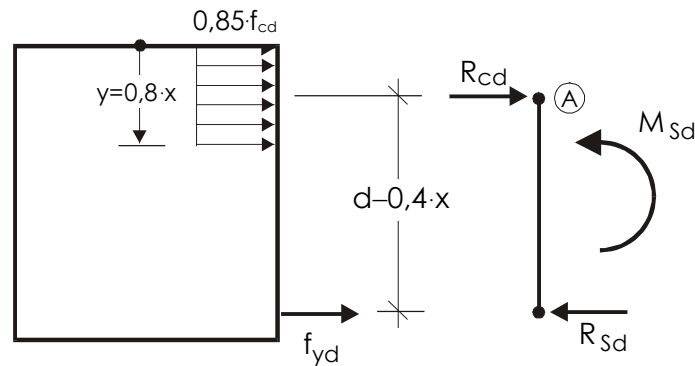


detalhamento  
 incorreto exposição  
 da armadura por  
 deslocamento  
 ↓  
**CORROSÃO**



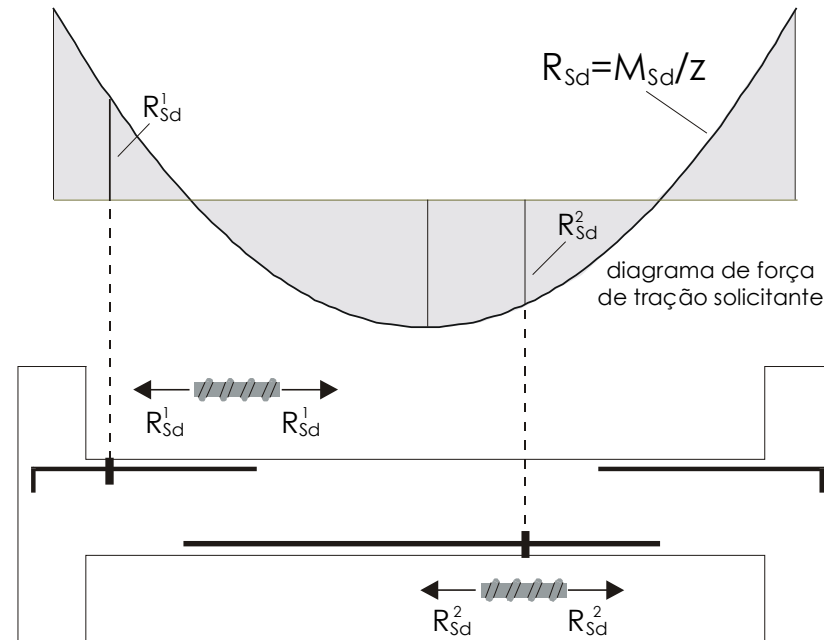
# 8.8 DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DA ARMADURA DE TRAÇÃO

## 8.8.1 DESLOCAMENTO DO DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES

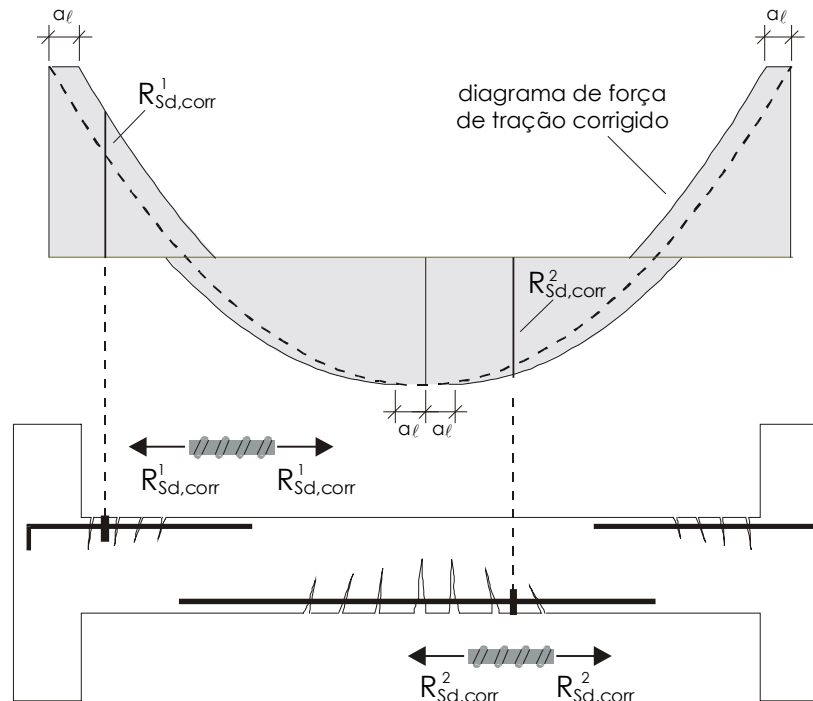


$$\sum M_A = 0 \rightarrow R_{Sd} = \frac{M_{Sd}}{(d - 0,4 \cdot x)} = \frac{M_{Sd}}{z}$$

força de tração solicitante na armadura



## 8.8.1 DESLOCAMENTO DO DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES (cont...)



Aumento da força de tração na armadura devido a fissuração

Diagrama de momentos fletores deslocado do valor  $a_\ell$  na direção paralela ao eixo da viga no sentido mais desfavorável (MODELO II):

$$a_\ell = 0,5d \cdot (\cotg \theta - \cotg \alpha) \geq \dots$$

$$\dots \geq \begin{cases} 0,5d & \text{para o caso geral} \\ 0,2d & \text{para estribos inclinados à } 45^\circ \end{cases}$$

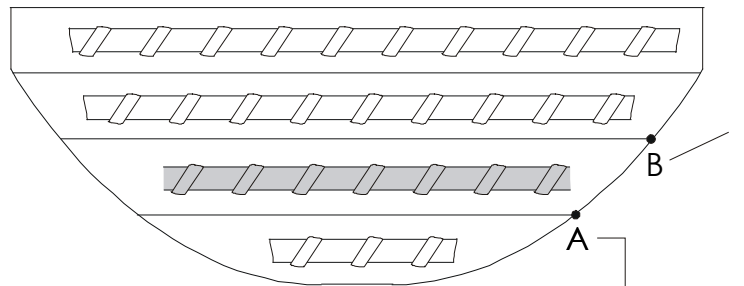
Em geral, tem-se estribos verticais ( $\alpha=90^\circ$ ), assim:

$$a_\ell = 0,5 \cdot d$$

## 8.8.2 COMPRIMENTO DE ANCORAGEM BÁSICO



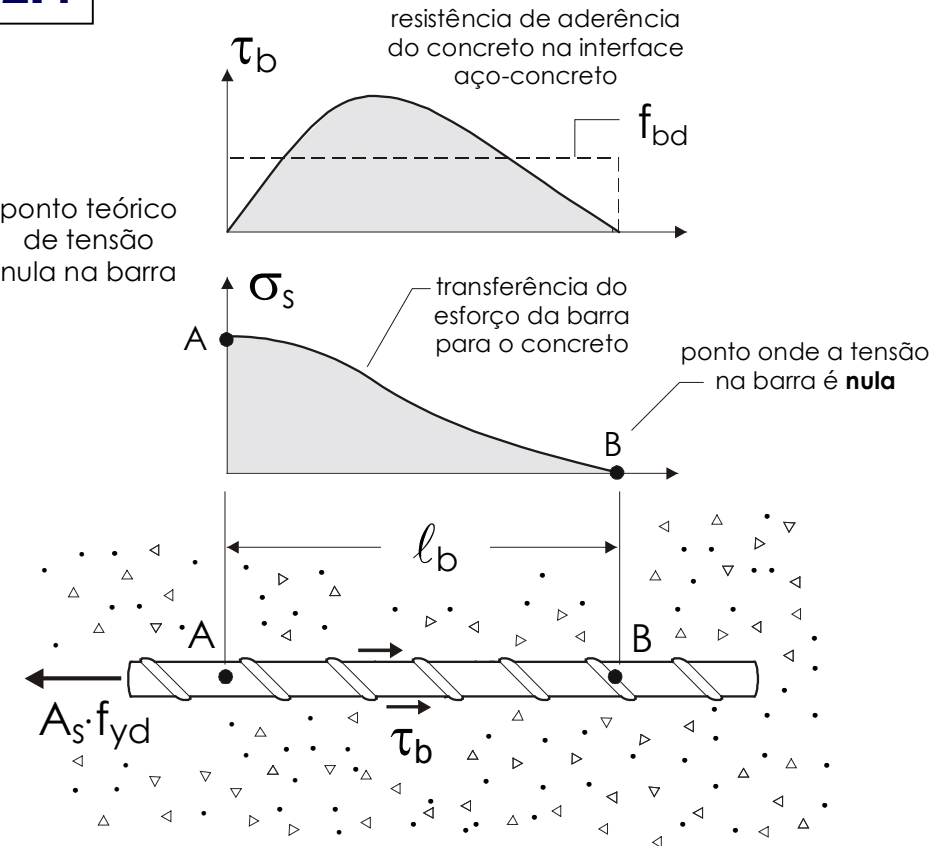
**NBR 6118:2003/9.4.2.4**



ponto teórico  
de tensão  
nula na barra

a partir deste ponto  
a tensão na barra  
começa a diminuir

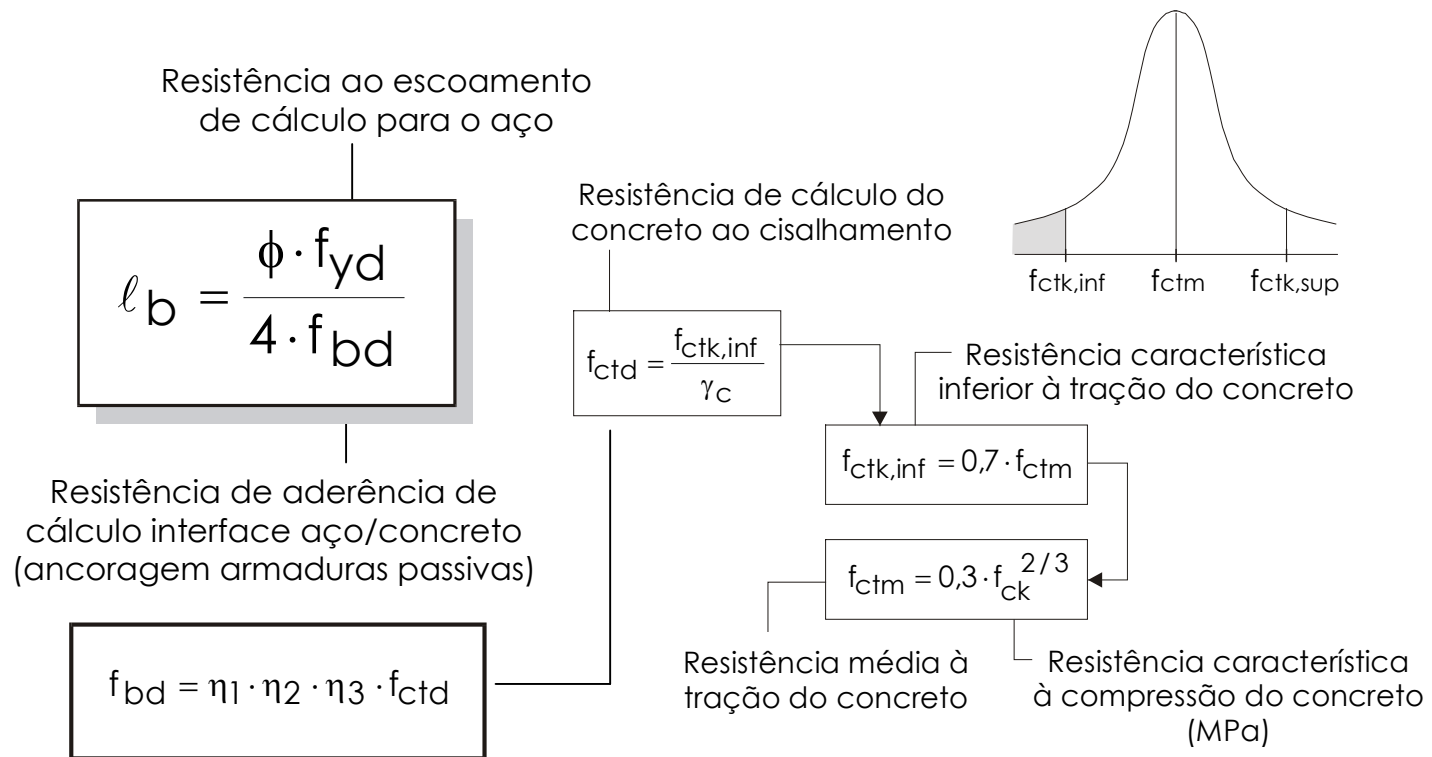
Determinar para cada barra  
o comprimento das faixas  
medidos pelos pontos A e B.



## 8.8.2 COMPRIMENTO DE ANCORAGEM BÁSICO (cont...)



**NBR 6118:2003/8.2.5;9.3.2;9.4.2.4**







## 8.8.2.1 RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA

### 8.8.2.1.1 COEFICIENTE DE CONFORMAÇÃO SUPERFICIAL DA BARRA



**NBR 6118:2003/8.3.2; 9.3.2**




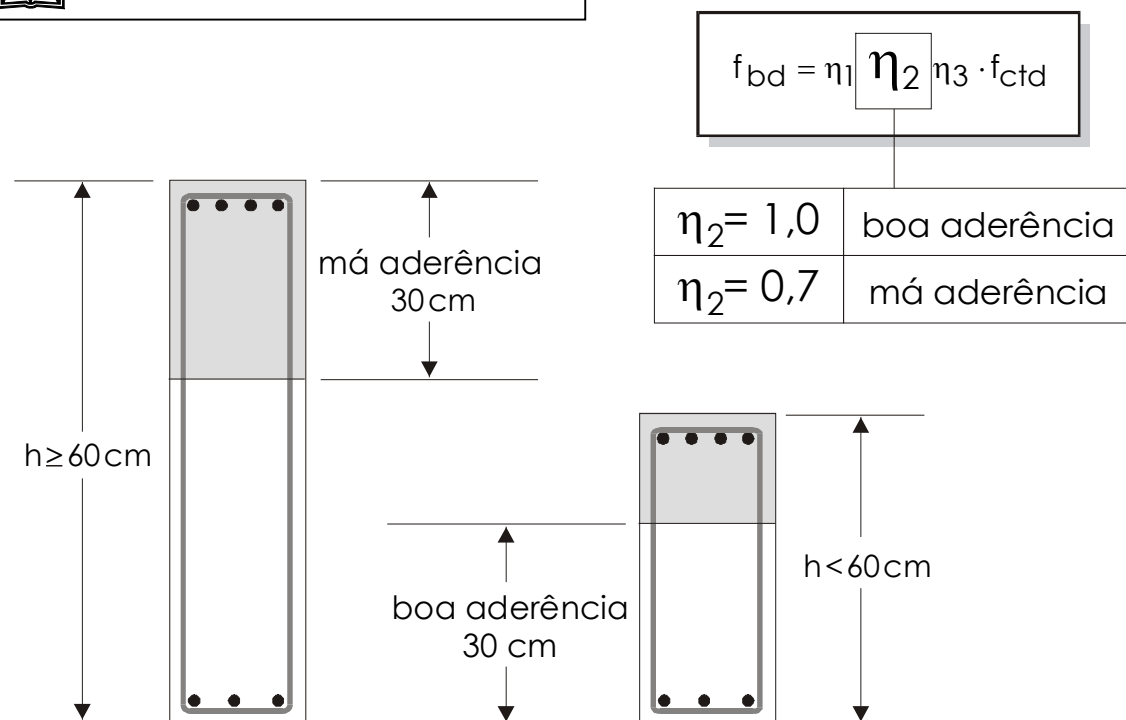
$$f_{bd} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 f_{ctd}$$

$\eta_3 = 1,0$	$\phi < 32 \text{ mm}$
$\eta_1 = 2,25$	barras nervuradas
$\eta_1 = 1,0$	barras lisas

## 8.8.2.1 RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA (cont...)

### 8.8.2.1.2 BOA SITUAÇÃO QUANTO A ADERÊNCIA

 **NBR 6118:2003/9.3.1**



## 8.8.3 COMPRIMENTO DE ANCORAGEM NECESSÁRIO



**NBR 6118:2003/9.4.2.5**

$$l_{b,nec} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_b \geq l_{b,min}$$

$0,3 \cdot l_b$
$10\phi$
10 cm

fatores redutores do  
comprimento de ancoragem

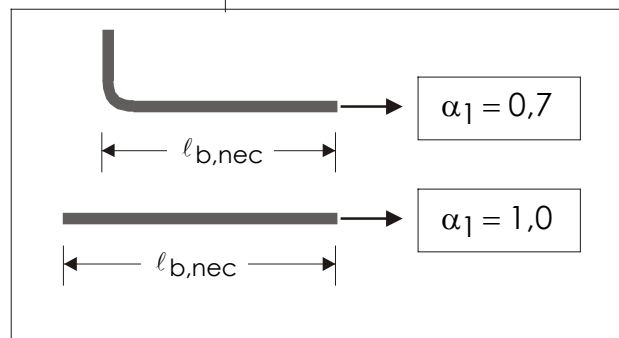
$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}}$$

### 8.8.3.1 EFICIÊNCIA DO GANCHO

 **NBR 6118:2003/9.4.2.5**

$$l_{b,nec} = \alpha_1 \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_b \geq l_{b,min}$$

$0,3 \cdot l_b$
$10\phi$
10 cm

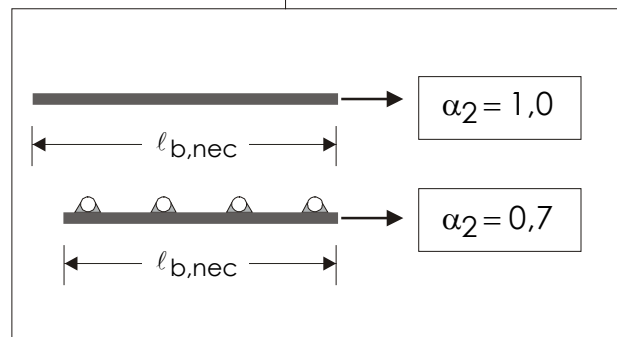


## 8.8.3.2 EFICIÊNCIA DE BARRAS TRANSVERSAIS SOLDADAS

 **NBR 6118:2003/9.4.2.2**

$$l_{b,nec} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_b \geq l_{b,min}$$

$0,3 \cdot l_b$
$10\phi$
10 cm



### 8.8.3.3 EFICIÊNCIA DE UM BOM COBRIMENTO



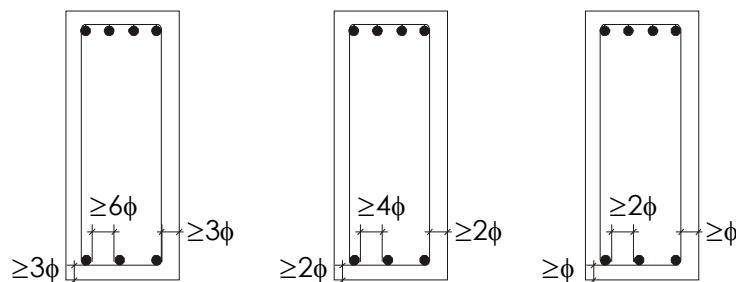
**NBR 6118:2003/9.4.1.1**

$$l_{b,nec} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_b \geq l_{b,min}$$

$$0,3 \cdot l_b$$

$$10\phi$$

$$10 \text{ cm}$$



$$\alpha_3 = 0,7$$

$$\alpha_3 = 0,85$$

$$\alpha_3 = 1,0$$



## 8.8.3.4 EFICIÊNCIA DA ARMADURA TRANSVERSAL NÃO SOLDADA



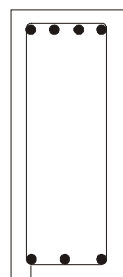
**NBR 6118:2003/9.4.2.6**

$$l_{b,nec} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_b \geq l_{b,min}$$

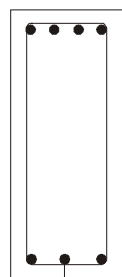
$$0,3 \cdot l_b$$

$$10\phi$$

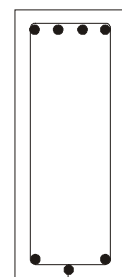
$$10 \text{ cm}$$



$$\alpha_4 = 0,7$$



$$\alpha_4 = 0,85$$

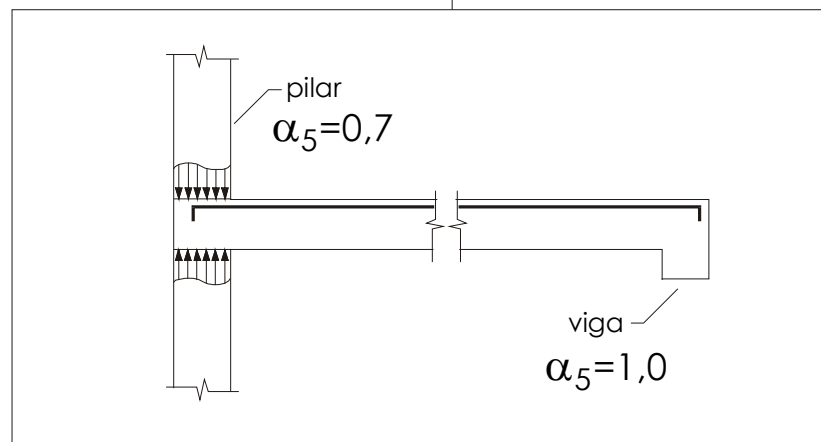


$$\alpha_4 = 1,0$$

### 8.8.3.5 EFICIÊNCIA DE PRESSÃO TRANSVERSAL À ANCORAGEM

$$l_{b,nec} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_b \geq l_{b,min}$$

$0,3 \cdot l_b$
$10\phi$
10 cm



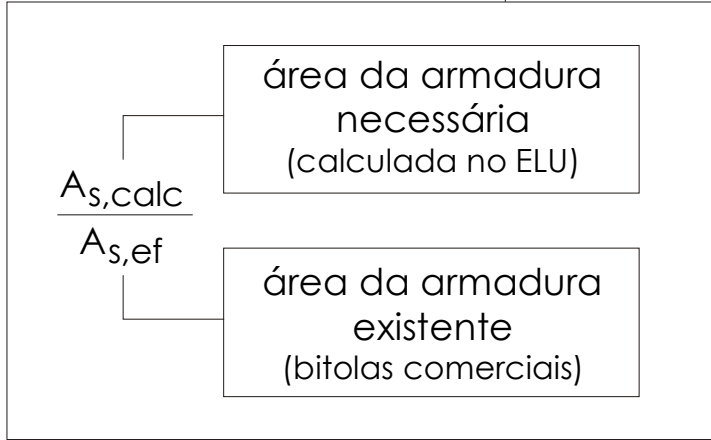


### 8.8.3.6 EXCESSO EM RELAÇÃO À ARMADURA CALCULADA

 **NBR 6118:2003/9.4.2.5**

$$l_{b,nec} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_b \geq l_{b,min}$$

$0,3 \cdot l_b$
$10\phi$
10 cm



## 8.8.4 ARMADURA DE TRAÇÃO MÍNIMA NAS SEÇÕES DE APOIO



**NBR 6118:2003/18.3.2.4c**

a) Momento no apoio for nulo ou negativo  $|M_{\text{apoio}}| \leq 0,5 \cdot M_{\text{vão}}$

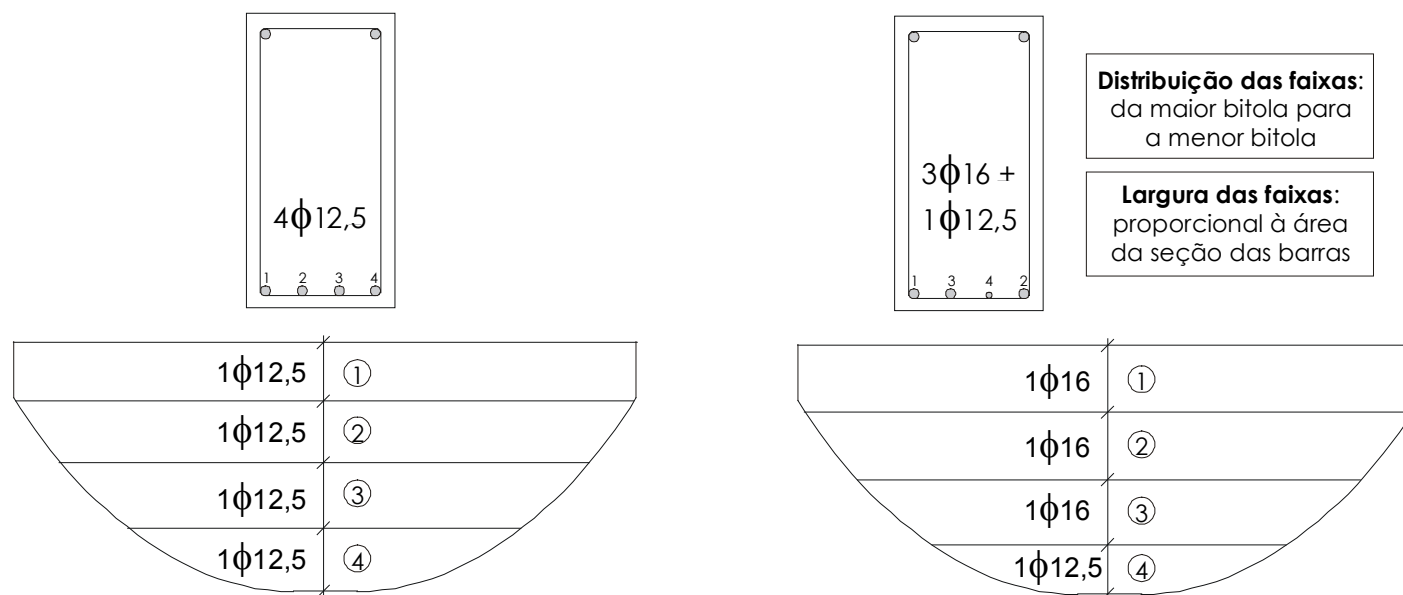
$$A_{s,\text{apoio}} \geq \begin{cases} A_{s,\text{vão}} / 3 \\ 2 \text{ barras} \end{cases}$$

b) Momento no apoio negativo  $|M_{\text{apoio}}| > 0,5 \cdot M_{\text{vão}}$

$$A_{s,\text{apoio}} \geq \begin{cases} A_{s,\text{vão}} / 4 \\ 2 \text{ barras} \end{cases}$$



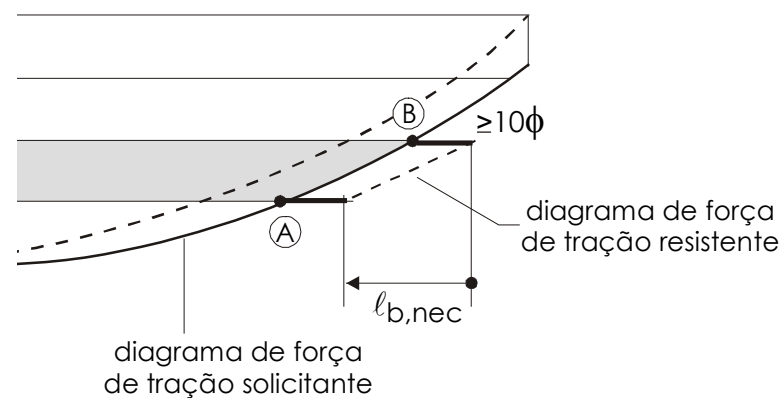
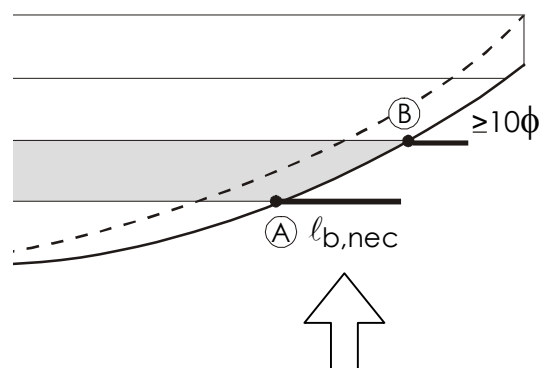
## 8.8.5 COBERTURA DO DIAGRAMA DE FORÇA TRAÇÃO SOLICITANTE PELO RESISTENTE PARA ARMADURAS POSITIVAS



## 8.8.5 COBERTURA DO DIAGRAMA DE FORÇA TRAÇÃO SOLICITANTE PELO RESISTENTE PARA ARMADURAS POSITIVAS (cont...)

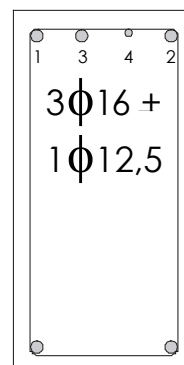
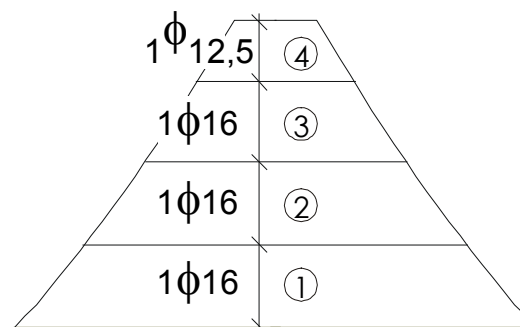
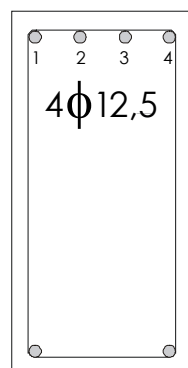
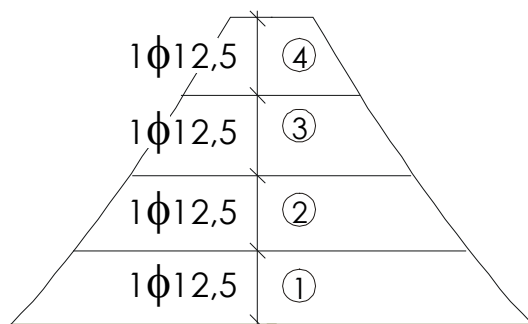


**NBR 6118:2003/18.3.2.3.1**



o comprimento da barra  
será definido pelo maior dos  
comprimentos medidos em  
relação aos pontos A ou B.

## 8.8.6 COBERTURA DO DIAGRAMA DE FORÇA TRAÇÃO SOLICITANTE PELO RESISTENTE PARA ARMADURAS NEGATIVAS



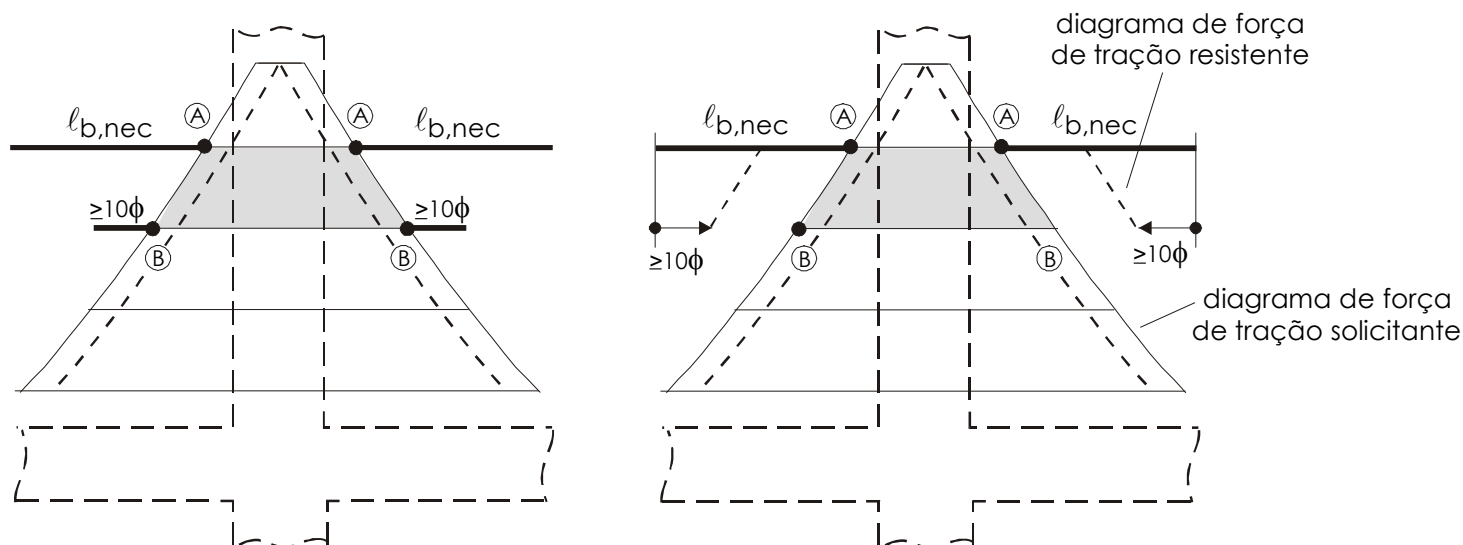
Distribuição das faixas  
da maior bitola para a  
menor bitola

Largura das faixas  
proporcional à área  
da seção das barras

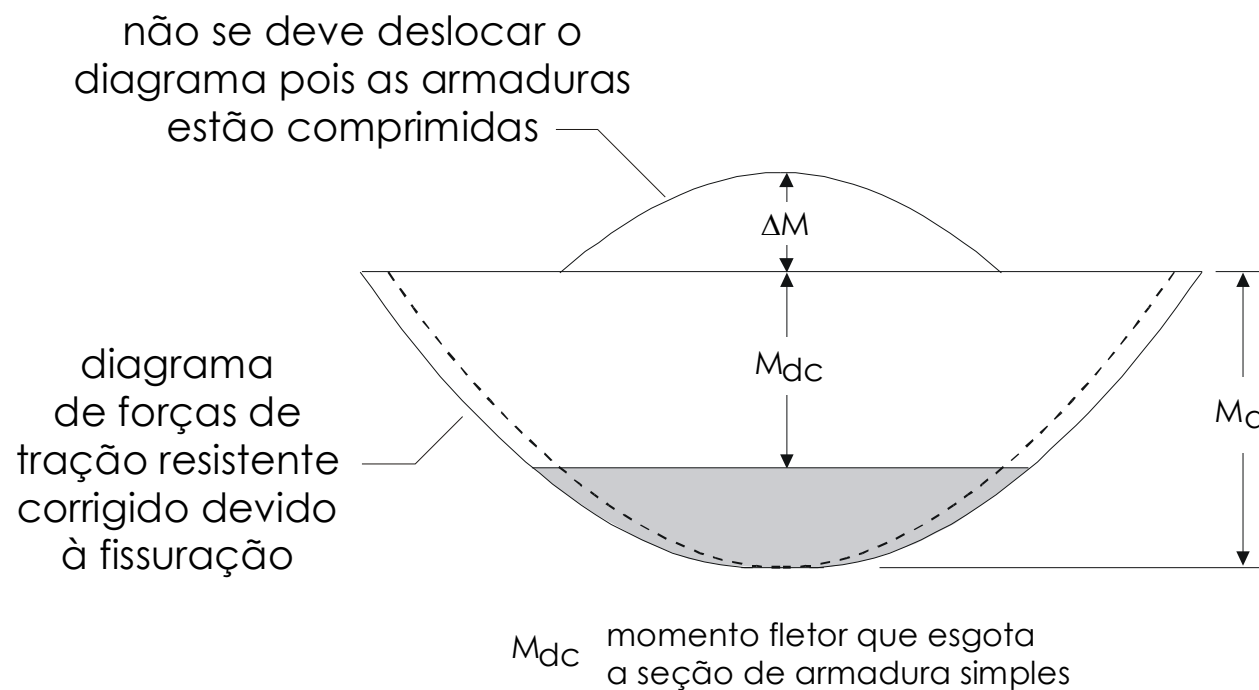
## 8.8.6 COBERTURA DO DIAGRAMA DE FORÇA TRAÇÃO SOLICITANTE PELO RESISTENTE PARA ARMADURAS NEGATIVAS



**NBR 6118:2003/18.3.2.3.1**



## 8.8.7 COBERTURA DO DIAGRAMA PARA ARMADURAS COMPRIMIDAS

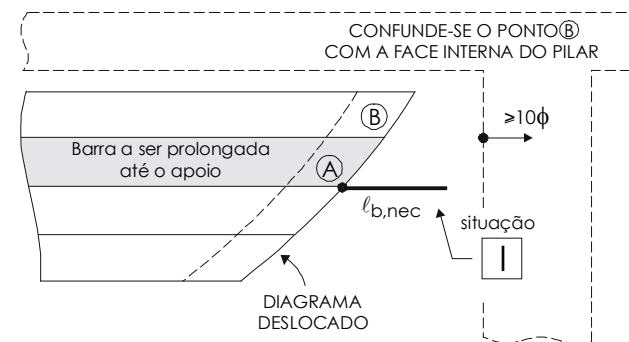
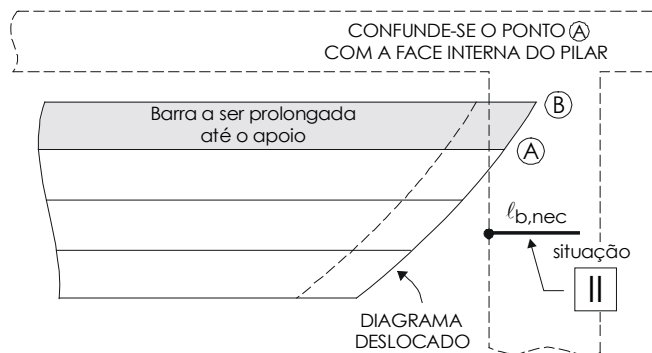
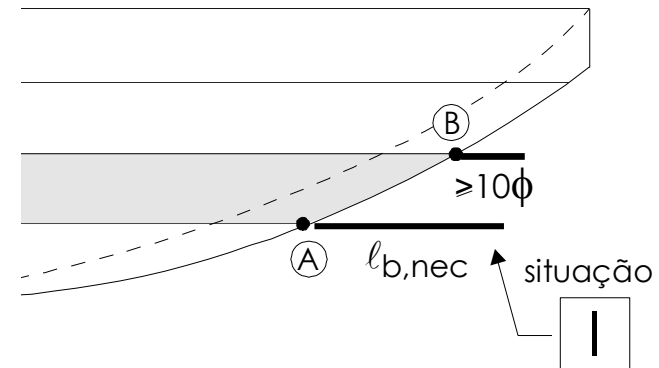


## 8.8.8 SITUAÇÕES DE ANCORAGEM

### 8.8.8.1 ANCORAGEM POR ADERÊNCIA



SITUAÇÃO	$\eta$	$\alpha^*$
I Boa aderência barra reta e nervurada	$\eta_1=2,25$ $\eta_2=1,0$	$\alpha_1=1,0$ $\alpha_3=1,0$ $\alpha_5=1,0$
II Boa aderência barra reta e nervurada com confinamento transversal	$\eta_1=2,25$ $\eta_2=1,0$	$\alpha_1=1,0$ $\alpha_3=1,0$ $\alpha_5=0,7$

\* Nestes exemplos, despreza-se a influência dos fatores  $\alpha_2$ ,  $\alpha_4$  e  $\alpha_6$

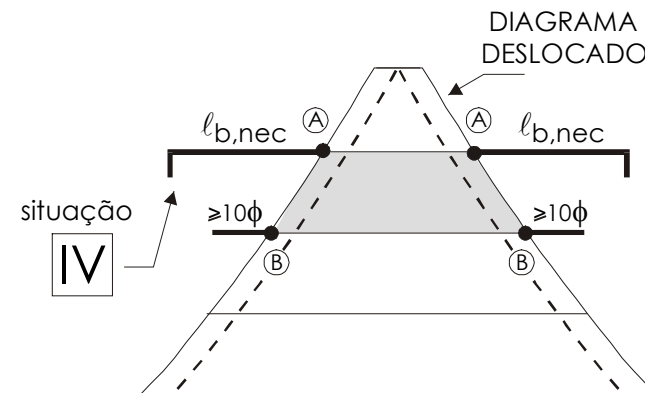
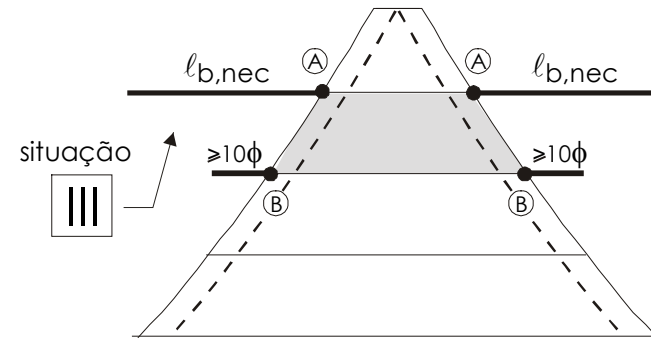




## 8.8.8.2 ANCORAGEM DA ARMADURA DE TRAÇÃO NO APOIO INTERNO

SITUAÇÃO	$\eta$	$\alpha^*$
 Má aderência barra reta e nervurada	$\eta_1=2,25$ $\eta_2=0,7$	$\alpha_1=1,0$ $\alpha_3=1,0$ $\alpha_5=1,0$
 Má aderência barra com gancho e nervurada	$\eta_1=2,25$ $\eta_2=0,7$	$\alpha_1=0,7$ $\alpha_3=1,0$ $\alpha_5=1,0$

\* Nestes exemplos, despreza-se a influência dos fatores  $\alpha_2$ ,  $\alpha_4$  e  $\alpha_6$

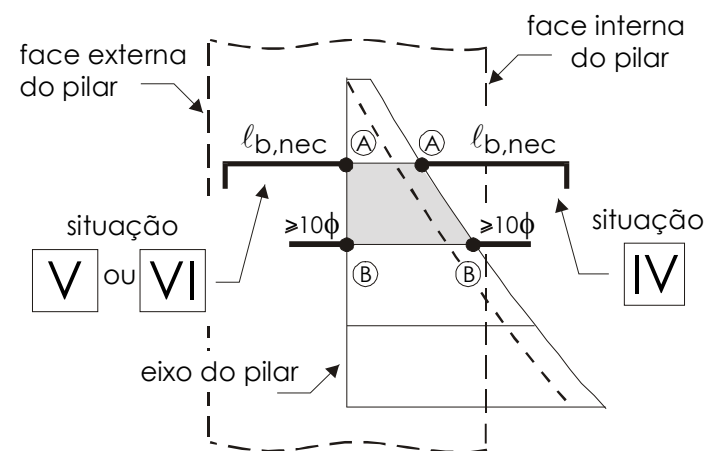


### 8.8.8.3 ANCORAGEM DA ARMADURA DE TRAÇÃO NO APOIO EXTREMO

 **NBR 6118:2003/18.3.2.4.1**

SITUAÇÃO	$\eta$	$\alpha^*$
<b>V</b> Má aderência barra com gancho e nervurada confinamento transversal	$\eta_1=2,25$ $\eta_2=0,7$	$\alpha_1=0,7$ $\alpha_3=1,0$ $\alpha_5=0,7$
<b>VI</b> Má aderência barra com gancho nervurada confinamento transversal excelente cobrimento	$\eta_1=2,25$ $\eta_2=0,7$	$\alpha_1=0,7$ $\alpha_3=0,7$ $\alpha_5=0,7$

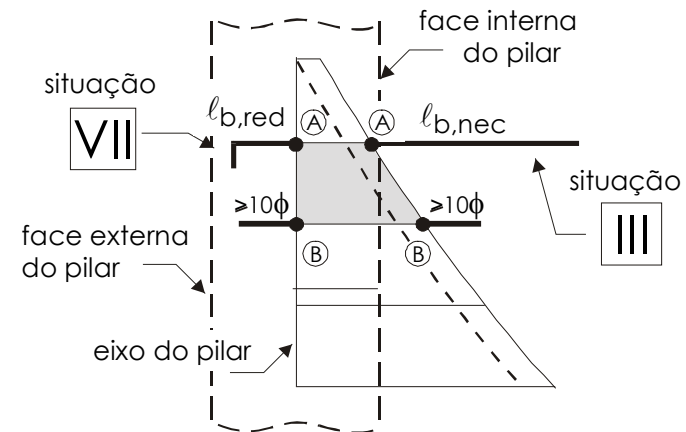
\* Nestes exemplos, despreza-se a influência dos fatores  $\alpha_2$ ,  $\alpha_4$  e  $\alpha_6$



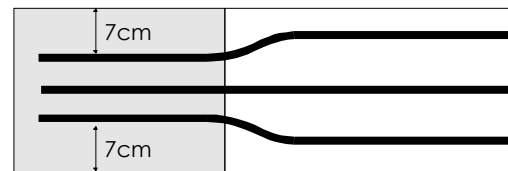
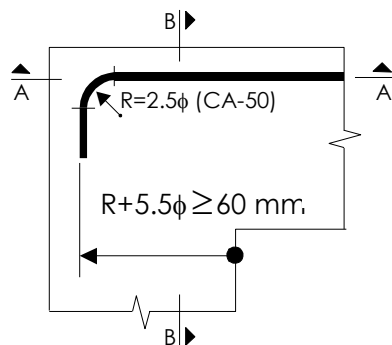
## 8.8.8.4 ANCORAGEM REDUZIDA DA ARMADURA DE TRAÇÃO NO APOIO EXTREMO

**NBR 6118:2003/18.3.2.4.1**

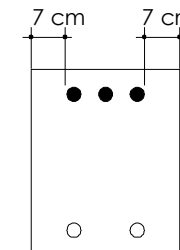
SITUAÇÃO	$\eta$	$\alpha^*$
VII Não é possível ancorar a barra	Ancoragem reduzida	
	Grampos	



\* Nestes exemplos, despreza-se a influência dos fatores  $\alpha_2$ ,  $\alpha_4$  e  $\alpha_6$

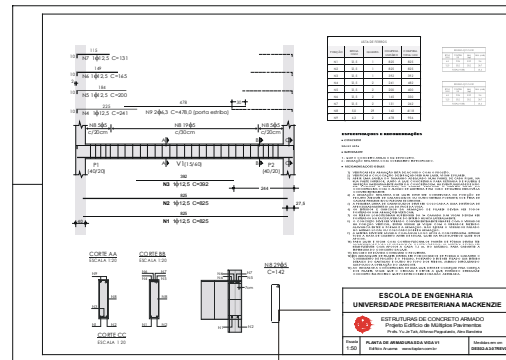



corte AA



corte BB

## 8.9 PLANTA DE ARMADURAS



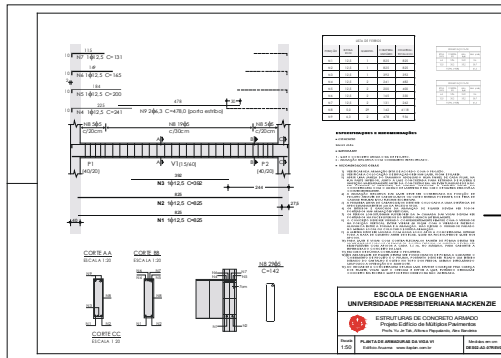
<b>ESCOLA DE ENGENHARIA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE</b>		
 <b>ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO</b> Projeto Edifício de Múltiplos Pavimentos Prof. Alfonso Pappalardo Jr.		
COMPONENTES:	GRUPO:	TURMA:
Escala 1:50	<b>PLANTA DE ARMADURAS DA VIGA V1</b> Edifício Aruama www.itaplan.com.br	DES02-A3-07REV0

ESCALA 1:50

### INFORMAÇÕES INDISPENSÁVEIS

- Numeração das barras com indicação da posição longitudinal (a partir da face dos pilares) e transversal (corte);
- Bitola, quantidade e comprimento das barras;
- Indicação escala dos cortes
- Lista e resumo do aço.

## 8.9 PLANTA DE ARMADURAS (cont...)



### ESPECIFICAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

CONCRETO  
 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

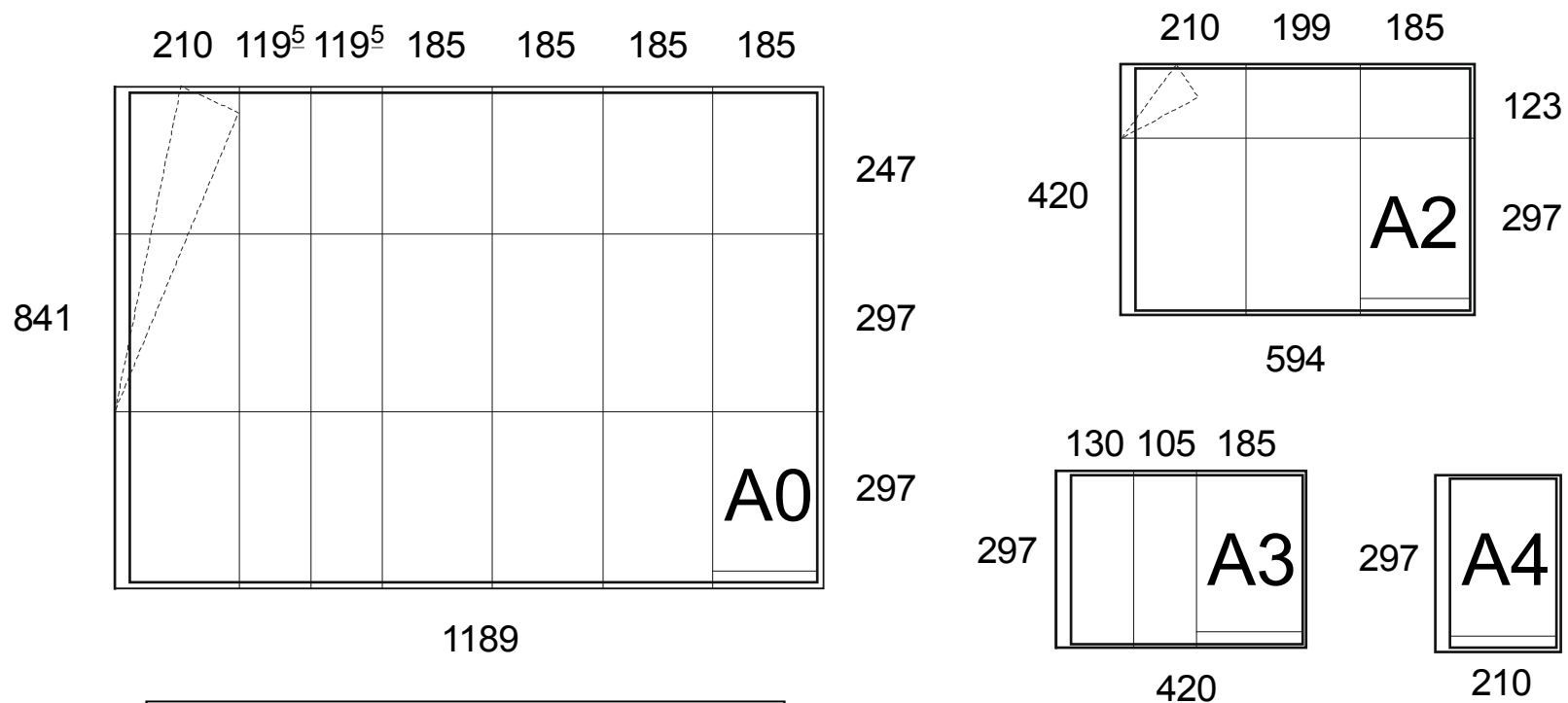
IMPORTANTE

- 1 - QUE O CONCRETO ATINJA O  $f_{ck}$  DE PROJETO.
- 2 - ARMAÇÃO NEGATIVA COM COBRIMENTO ESPECIFICADO.

RECOMENDAÇÕES GERAIS

- 1) VERIFICAR SE A ARMAÇÃO ESTÁ DE ACORDO COM O PROJETO.
- 2) VERIFICAR A COLOCAÇÃO DE ESPAÇADORES NAS LAJES, VIGAS E PILARES.
- 3) ABRIR UMA JANELA DO TAMANHO ADEQUADO NUM PAINEL DE CADA PILAR, NA SUA PARTE INFERIOR, JUNTO À LAJE CONCRETADA PARA RETIRADA DE SUJEIRA E INSPEÇÃO O IMEDIATAMENTE ANTES DA CONCRETAGEM. NA EVENTUALIDADE DE NÃO SER POSSÍVEL A ABERTURA DA JANELA VERIFICAR A LIMPEZA ANTES DA CONCRETAGEM COM O AUXÍLIO DE LANTERNA E EM CASO DE SUJEIRA REMOVÊ-LA CONVENIENTEMENTE.
- 4) A ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES DEVE SER CONSERVADA NA POSIÇÃO DE PROJETO ATRAVÉS DE CARANGUEJOS OU OUTRO SISTEMA PORTANTE, SOB PENA DE CAUSAR FISSURAS E/OU FLECHAS EXCESSIVAS.
- 5) A PRIMEIRA LINHA DE CARANGUEJOS DEVE SER COLOCADA A UMA DISTÂNCIA DE APROXIMADAMENTE 30 cm DA FACE DA VIGA.
- 6) OS ESTRIBOS E GANCHOS DA ARMAÇÃO DE PILARES DEVEM SER TODOS PONTEADOS NAS ARMAÇÕES VERTICAIS;
- 7) OS FERROS LONGITUDINAIS SUPERIORES DA 1ª CAMADA DAS VIGAS DEVEM SER PONTEADOS NA FACE SUPERIOR DO ESTRIBO NUNCA LATERALMENTE.
- 8) O CONCRETO DEVE SER VIBRADO CONVENIENTEMENTE SEMPRE COM O VIBRADOR NA POSIÇÃO VERTICAL. EVITAR VIBRAR AS VIGAS COM O VIBRADOR FAZENDO ALAVANCA ENTRE A FORMA E A ARMAÇÃO. NÃO DEIXAR O VIBRADOR PARADO NO MESMO LOCAL OU COLOCADO SOBRE A ARMAÇÃO.
- 9) A MESTRA DEVE SER LAVADA COM ÁGUA LOGO APÓS A CONCRETAGEM. RETIRAR TODA A NATA DE CIMENTO ANTES DE SECAR, QUER NA FACE SUPERIOR QUER NOS APOIOS.
- 10) PARA LAJES E VIGAS COM CONTRA-FLECHAS, OS PAINÉIS DE FÓRMA DEVEM TER MALEABILIDADE PARA SE ADEQUAR ÀS CONTRA-FLECHAS. AS MESTRAS DEVEM SER SEMI-FLEXÍVEIS COM APOIOS A CADA 1.5 m, NO MÁXIMO, PARA GARANTIR A ESPESURA DO CONCRETO DA LAJE.
- 11) EM CASO DE DÚVIDA CONSULTAR O PROJETISTA.
- 12) OS ARRANQUES DE PILARES DEVEM SER POSICIONADOS DE FORMA A GARANTIR O COBRIMENTO DE PROJETO E O PRUMO, PORTANTO DEVE SER FIXADO UM ESTRIBO DEBAIXO DO GASTALHO E OUTRO NO TOPO DOS FERROS, MESMO DIFICULTANDO UM POUCO A OPERAÇÃO DO MANGOTE.
- 13) AO INICIAR-SE A CONCRETAGEM DE UMA LAJE, DEVE-SE COMEÇAR PELA CABEÇA DOS PILARES, VIGAS QUE O CERCAM E DEPOIS A LAJE, EVITANDO DERRAMAR CONCRETO EM EXCESSO QUE PODE ENCOBRIR ZONA NÃO ADENSADA.

## 8.9 PLANTA DE ARMADURAS (cont...)



**MARGEM ESQ.:** 25 mm  
**MARGEM DIR.:** 10 mm (A0,A1)  
 7 mm (A2,A3,A4)

OBS: Para Folha A1 vide p.13.