



8 DETALHAMENTO DAS ARMADURAS



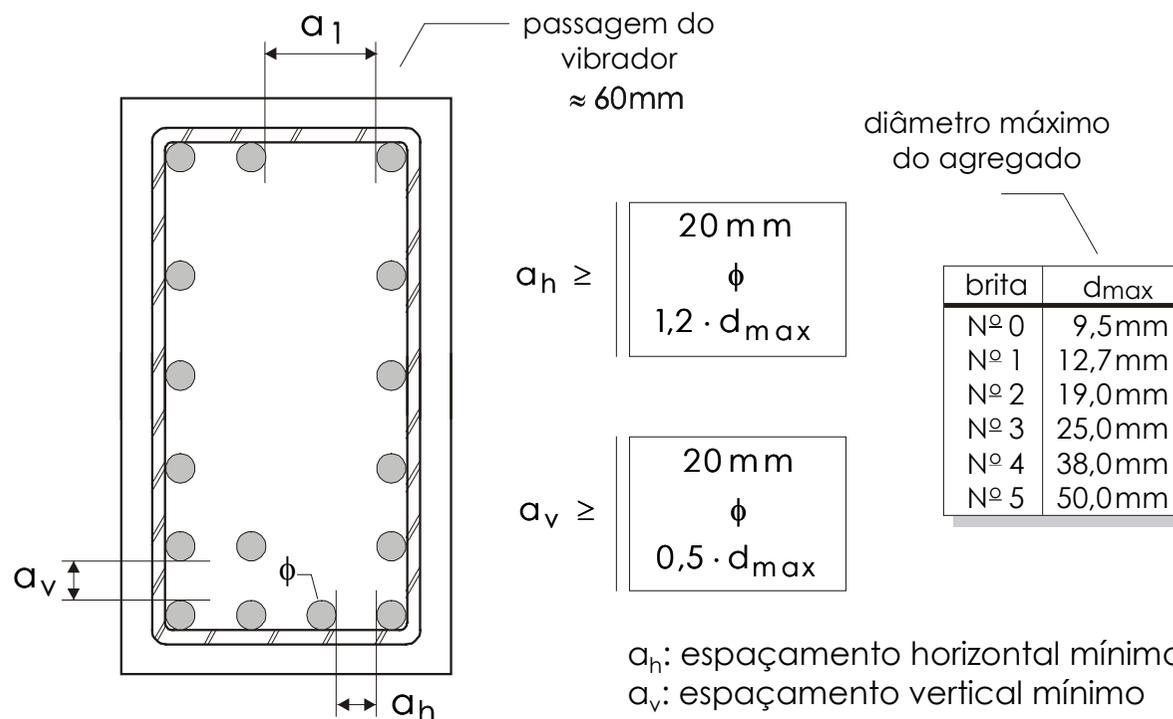
8.1 CLASSIFICAÇÃO DAS ARMADURAS

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

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

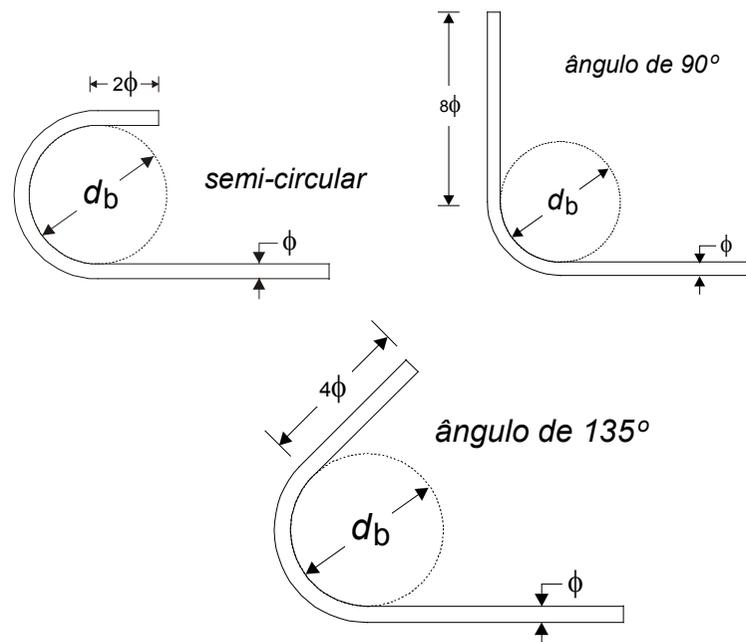
 **NBR 6118:2003/9.4.2.3/18.4.2.1**

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
$\phi < 20$	5ϕ	6ϕ
$\phi \geq 20$	8ϕ	—

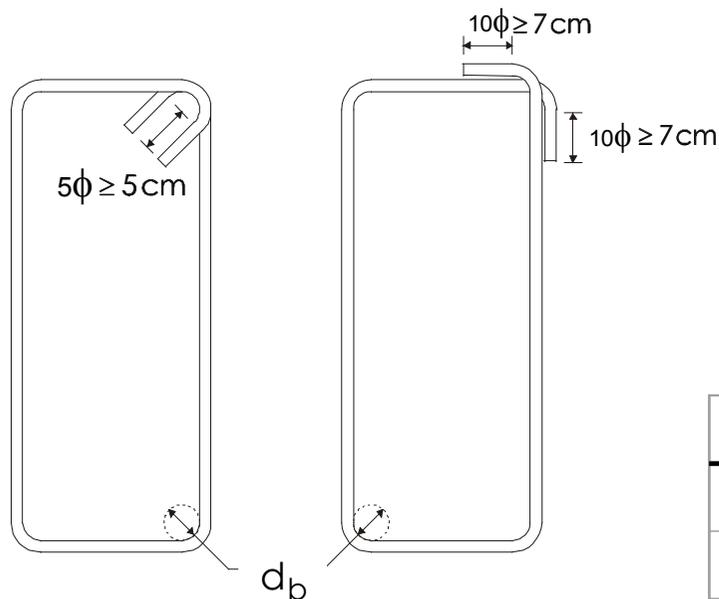


8.3 ARMADURA TRANSVERSAL

8.3.1 GANCHOS EM ESTRIBOS



NBR 6118:2003/9.4.6.1/18.3.3.2



Diâmetros máximo e mínimo para estribos:

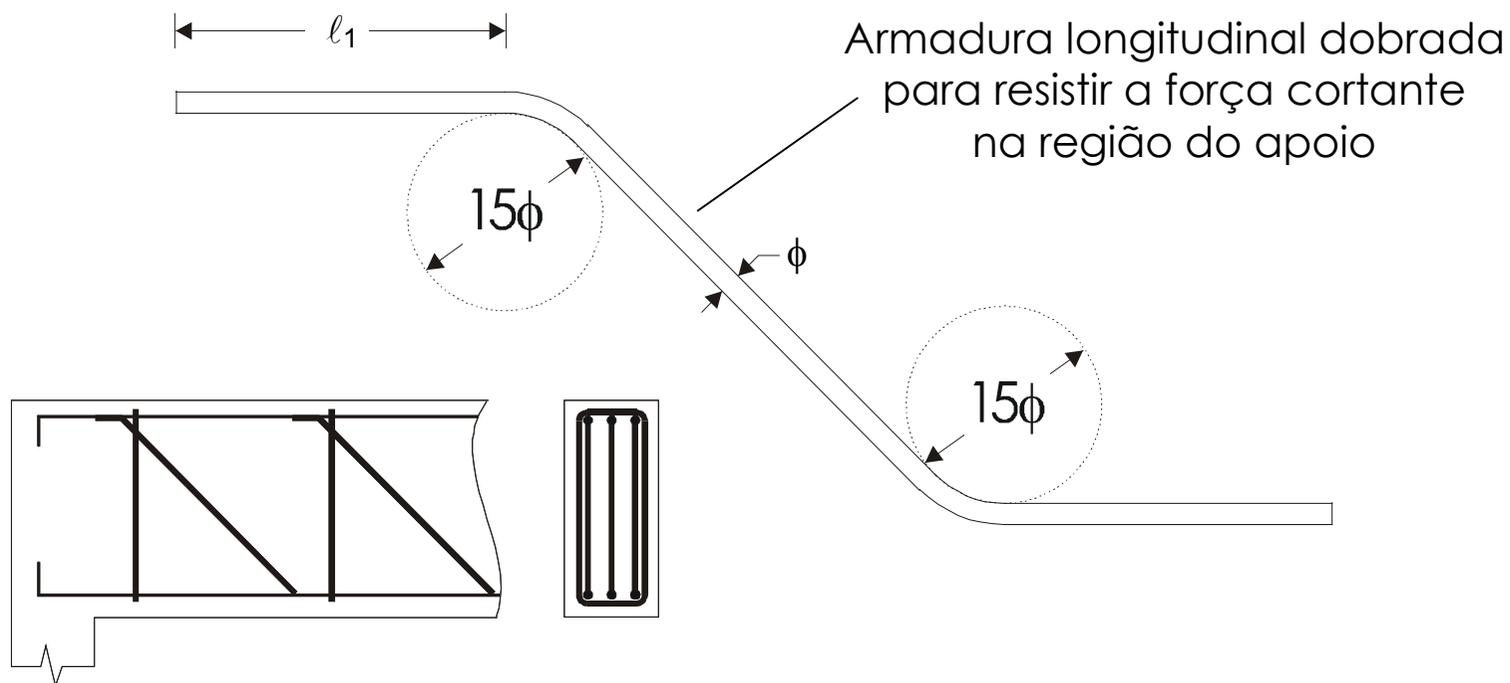
$$5 \text{ mm} \leq \phi \leq b/10$$

Diâmetros internos de dobramento (d_b) em estribos:

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

8.3.2 BARRAS CURVADAS

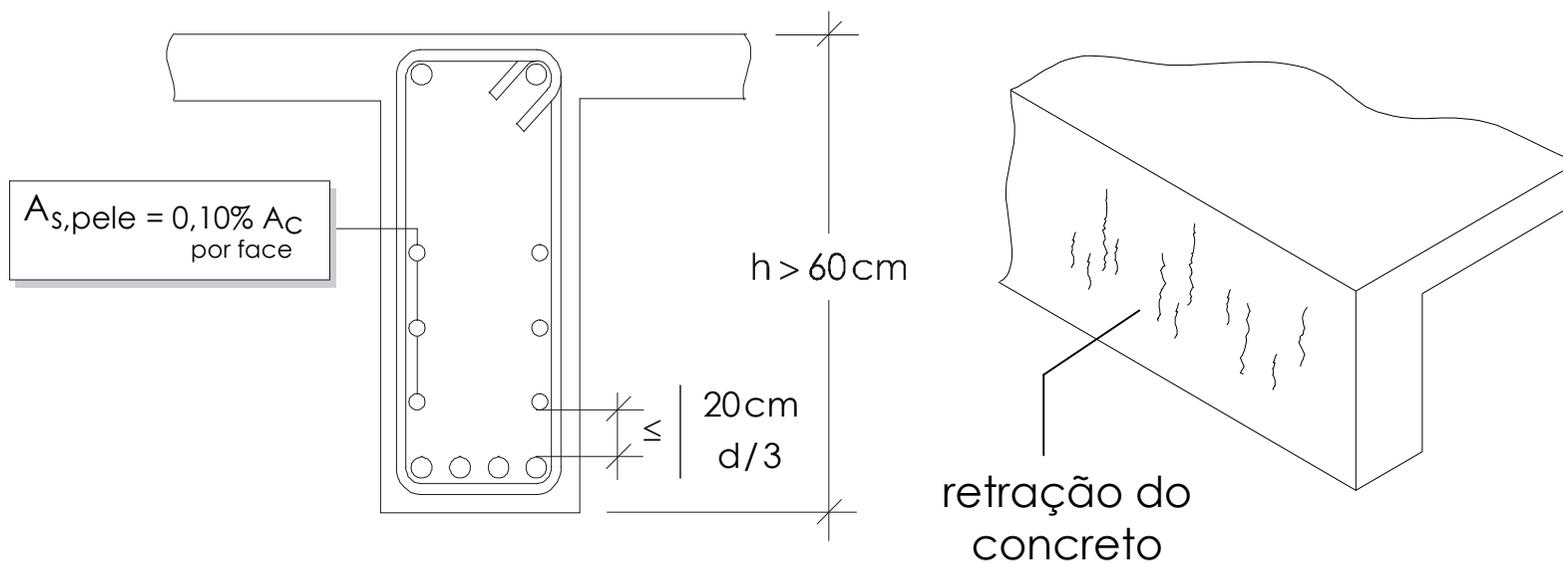
 **NBR 6118:2003/18.2.2**



8.4 ARMADURA DE PELE



NBR 6118:2003/17.3.5.2.3

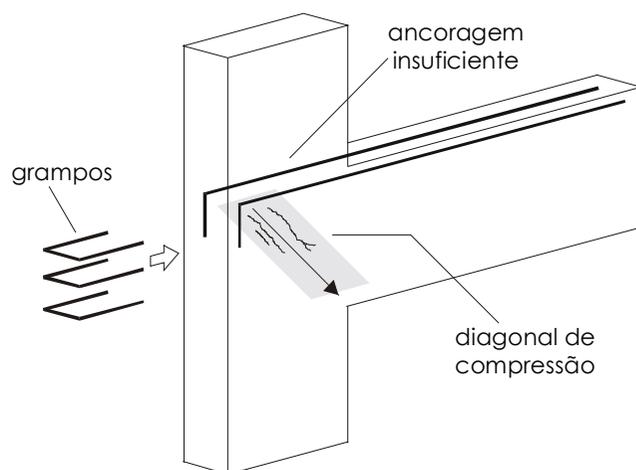


8.5 ARMADURA COMPLEMENTAR

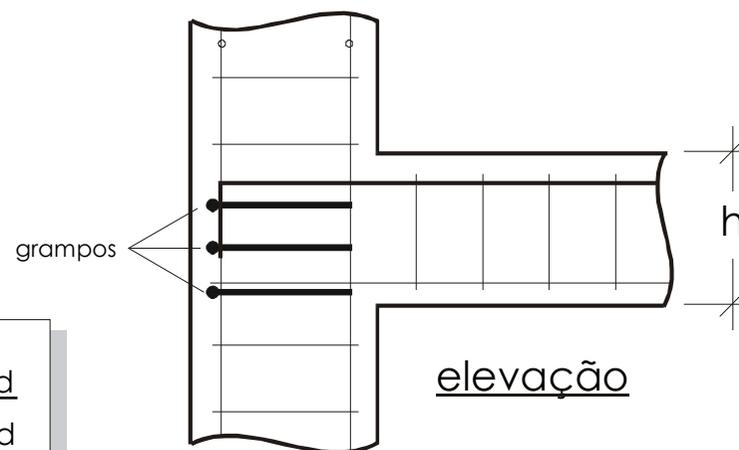
8.5.1 GRAMPOS NOS APOIOS EXTREMOS



NBR 6118:2003/18.3.2.4



planta



elevação

onde:

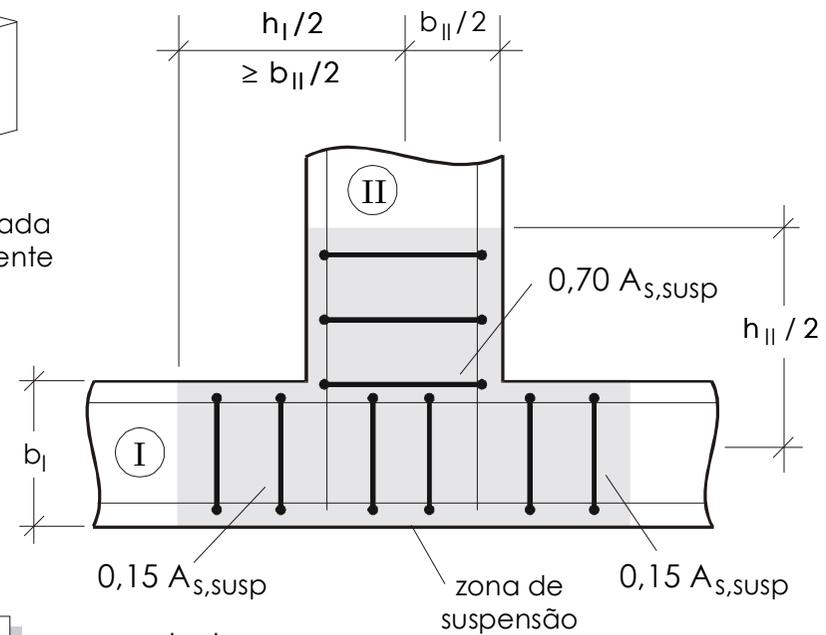
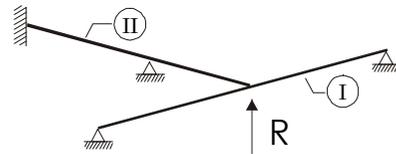
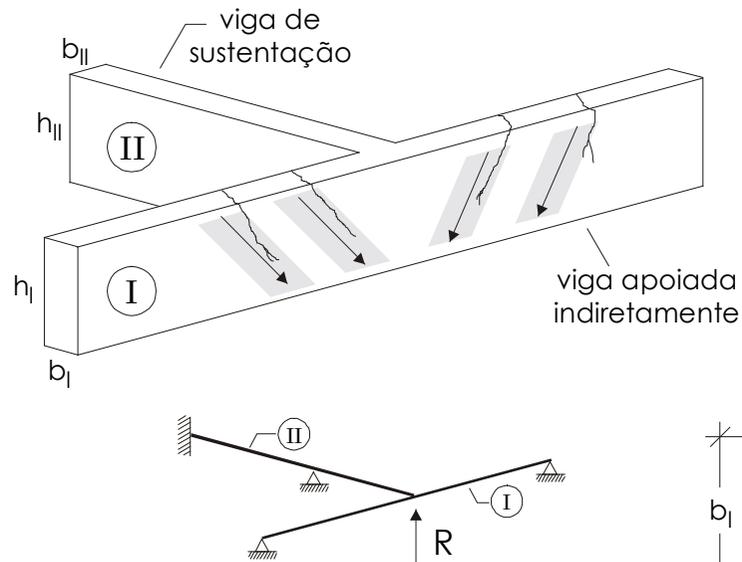
V_d cortante de cálculo
 a_l deslocamento do DMF

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

8.6 ARMADURA DE SUSPENSÃO



NBR 6118:2003/18.3.6

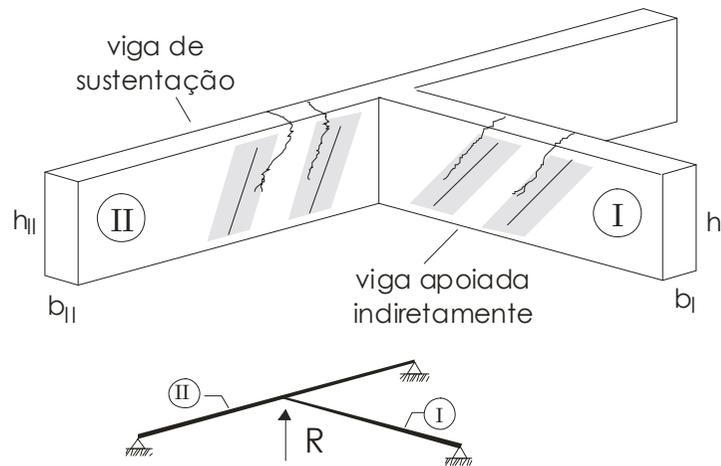


$$A_{s,susp} = \frac{h_I}{h_{II}} \cdot \frac{R_d}{f_{yd}}$$

em todo o trecho da zona de suspensão

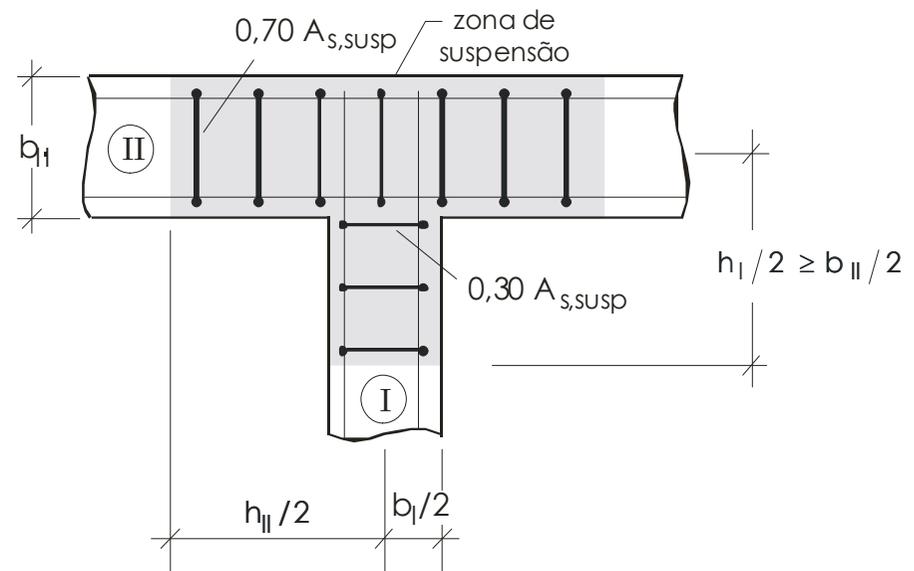
8.6 ARMADURA DE SUSPENSÃO (cont...)

NBR 6118:2003/18.3.6



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

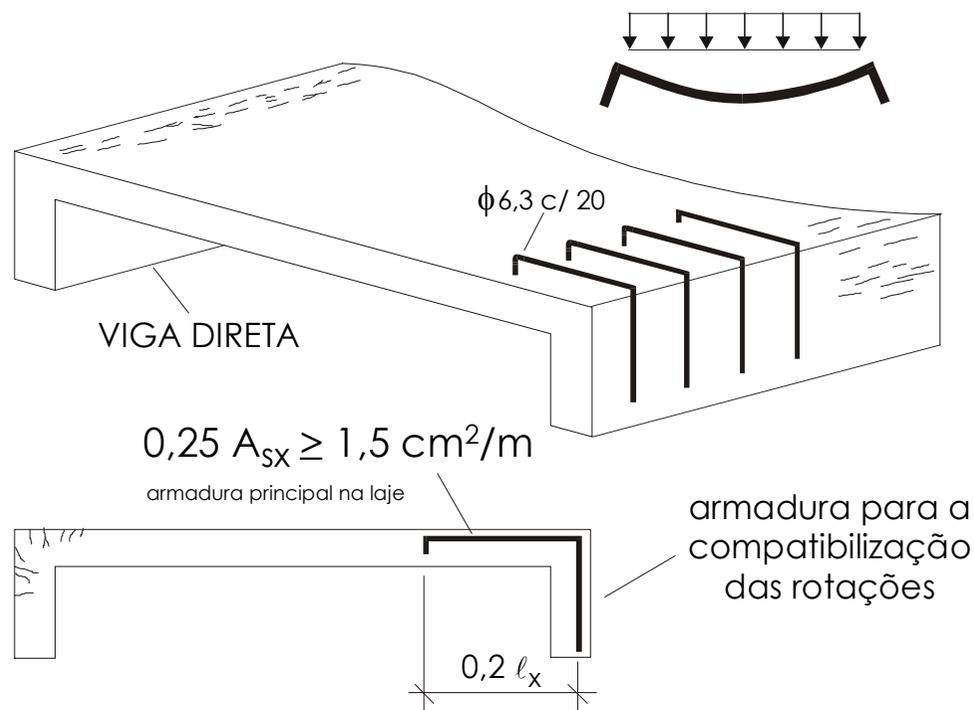
em todo o
 trecho da zona
 de suspensão



8.7 ARMADURA DE LIGAÇÃO MESA-ALMA



NBR 6118:2003/18.3.7

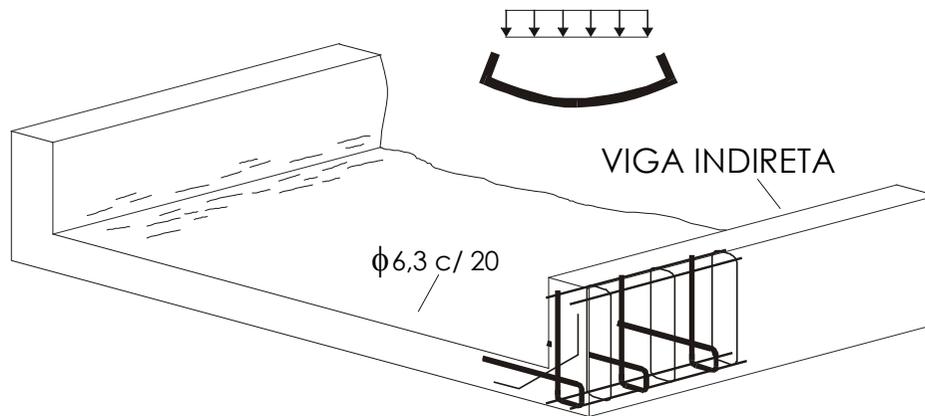


inércia à flexão da
laje difere da inércia
à torção da viga

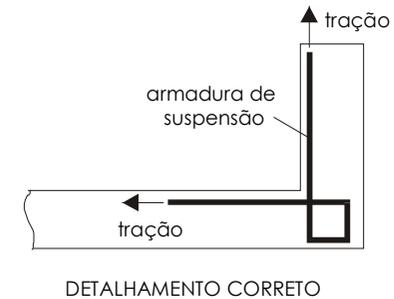
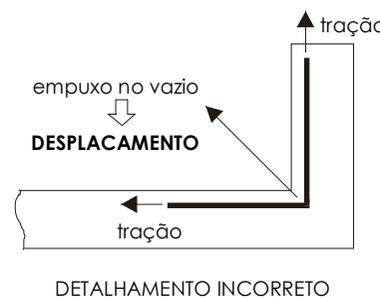
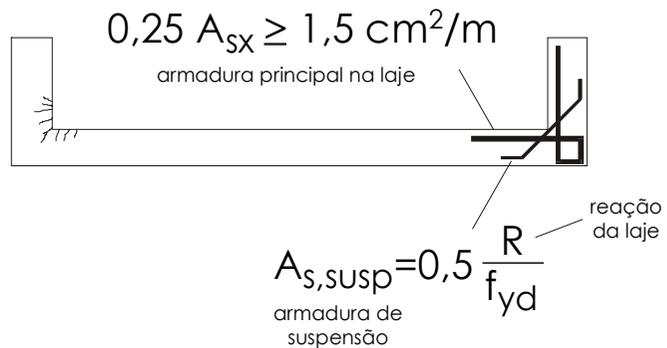


FISSURAÇÃO

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

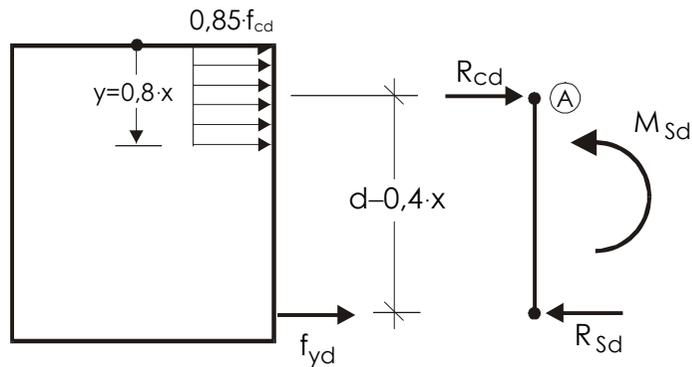


detalhamento
incorreto exposição
da armadura por
desplacamento
↓
CORROSÃO



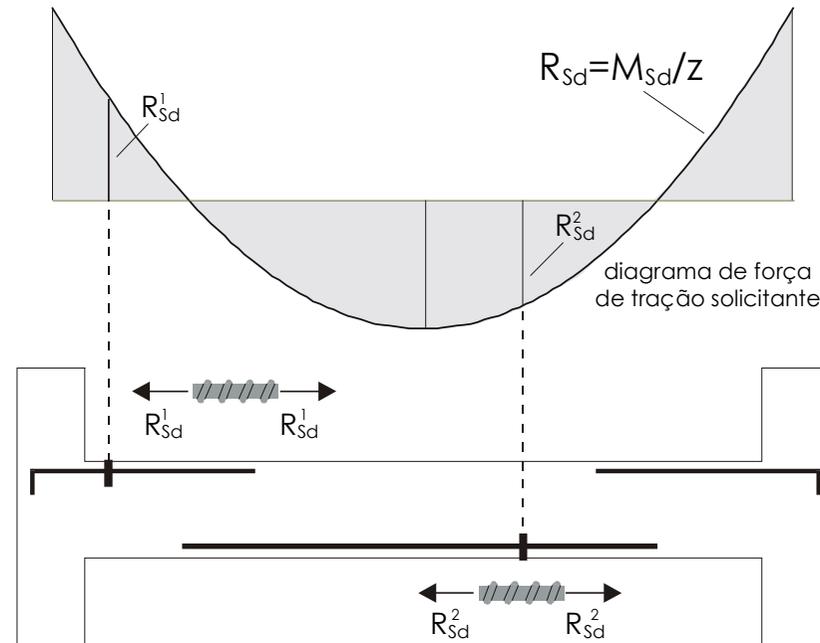
8.8 DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DA ARMADURA DE TRAÇÃO

8.8.1 DESLOCAMENTO DO DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES

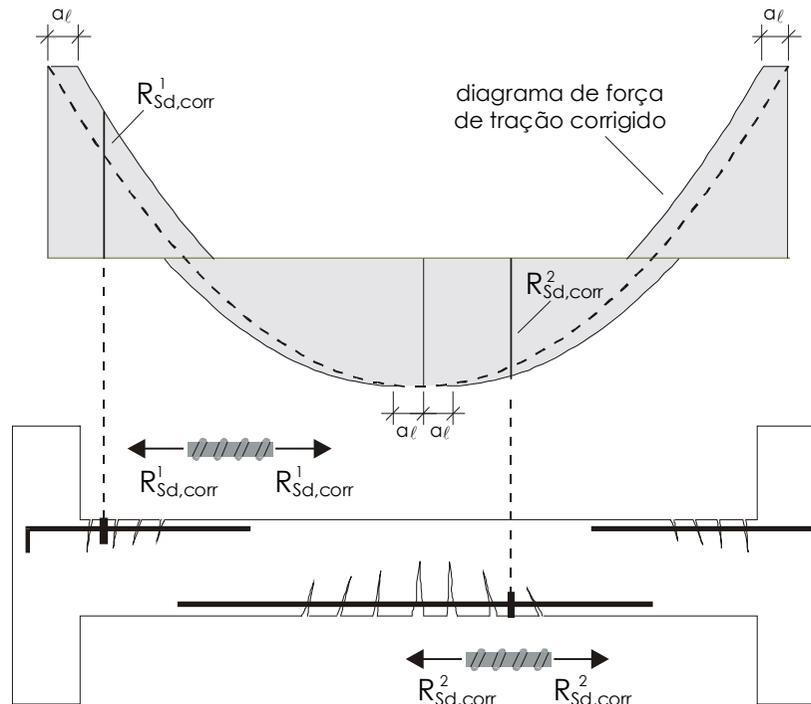


$$\sum M_A = 0 \rightarrow R_{sd} = \frac{M_{sd}}{(d - 0,4 \cdot x)} = \frac{M_{sd}}{z}$$

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_l na direção paralela ao eixo da viga no sentido mais desfavorável (MODELO II):

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

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

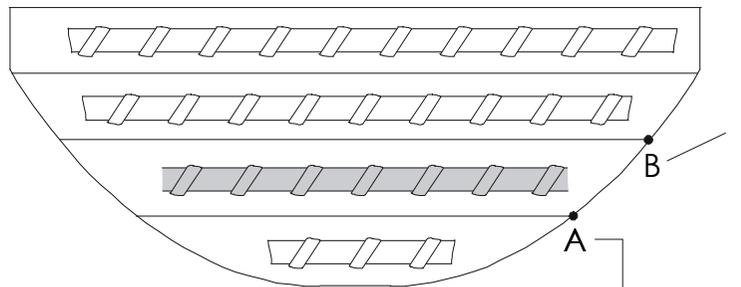
Em geral, tem-se estribos verticais ($\alpha=90^\circ$), assim:

$$a_l = 0,5 \cdot d$$

8.8.2 COMPRIMENTO DE ANCORAGEM BÁSICO



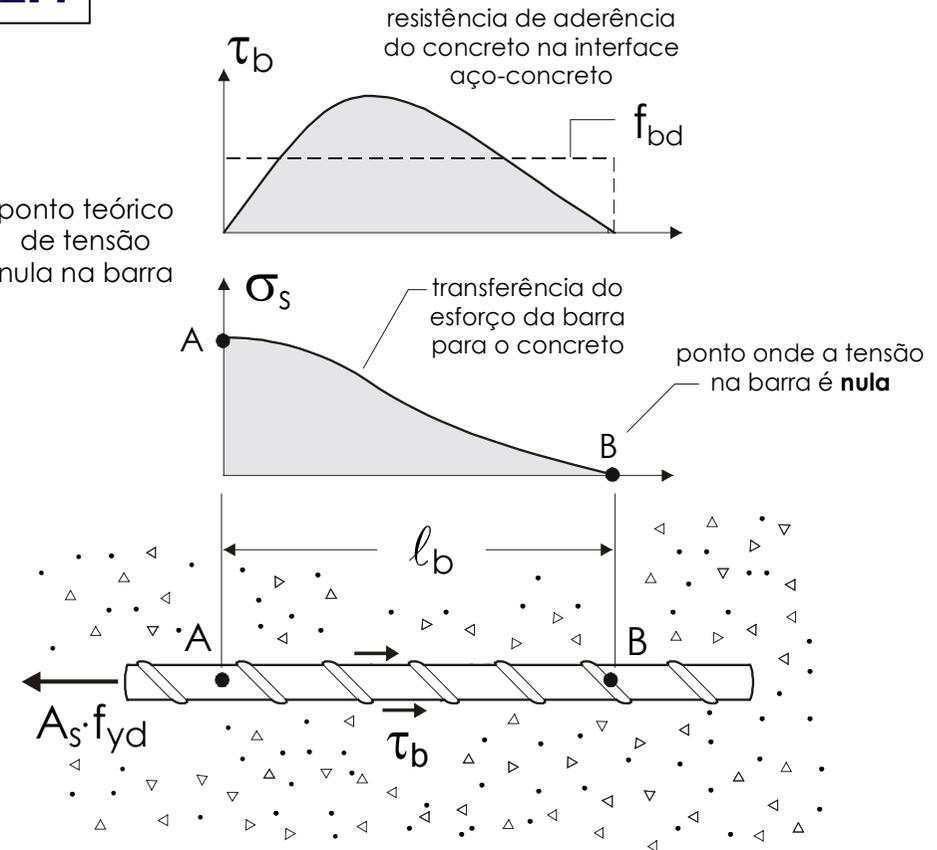
NBR 6118:2003/9.4.2.4



ponto teórico
de tensão
nula na barra

a partir deste ponto
a tensão na barra
começa a diminuir

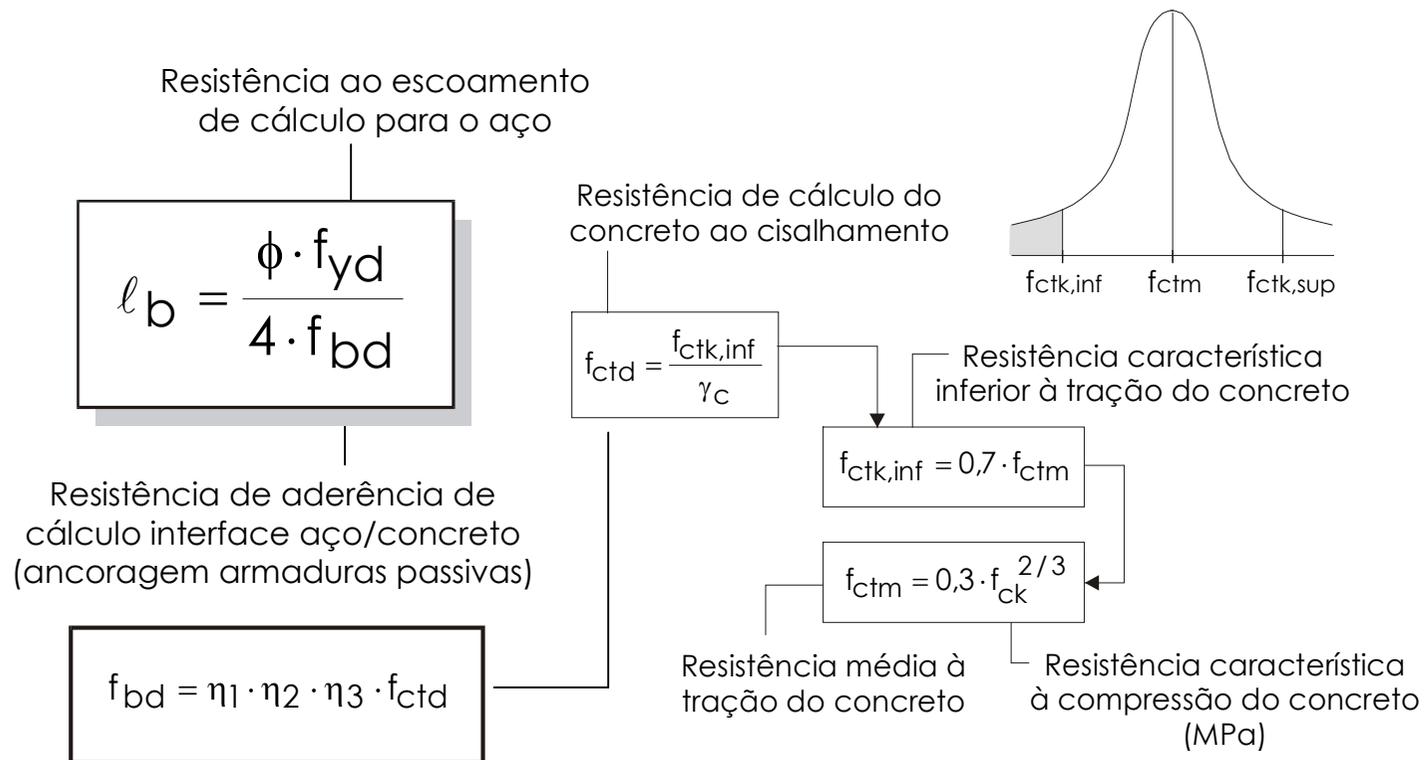
Determinar para cada barra
o comprimento das faixas
medidos pelos pontos A e B.



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



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

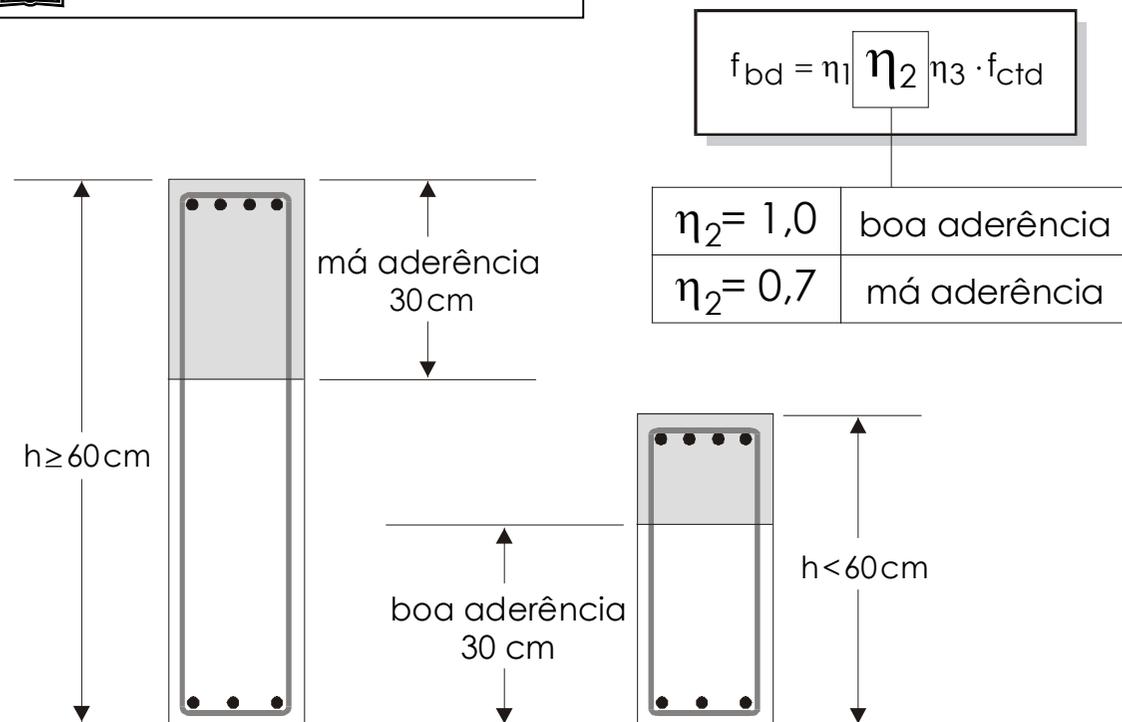
$\eta_3 = 1,0$	$\phi < 32 \text{ mm}$
----------------	------------------------

$\eta_1 = 2,25$	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

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

fatores redutores do comprimento de ancoragem

$0,3 \cdot l_b$
10ϕ
10 cm

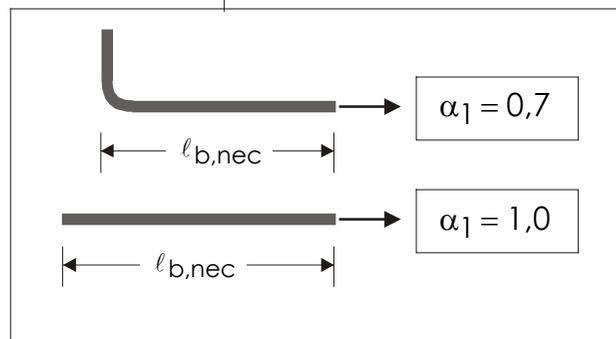
$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}}$$

8.8.3.1 EFICIÊNCIA DO GANCHO

 **NBR 6118:2003/9.4.2.5**

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

$0,3 \cdot l_b$
10ϕ
10 cm

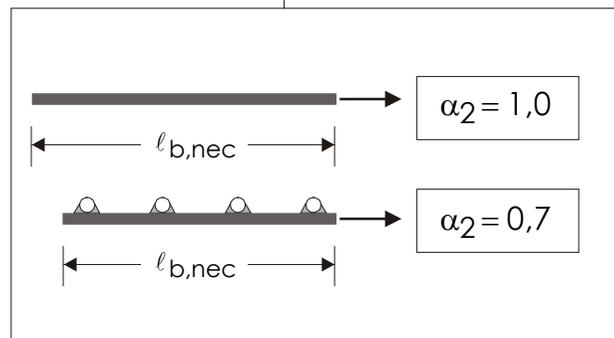


8.8.3.2 EFICIÊNCIA DE BARRAS TRANSVERSAIS SOLDADAS

 **NBR 6118:2003/9.4.2.2**

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

$0,3 \cdot l_b$
10ϕ
10 cm



8.8.3.3 EFICIÊNCIA DE UM BOM COBRIMENTO



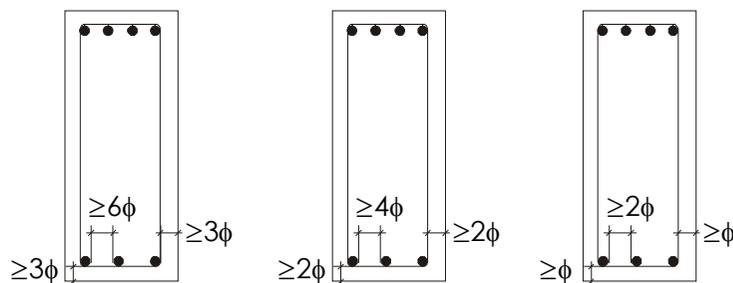
NBR 6118:2003/9.4.1.1

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

$$0,3 \cdot l_b$$

$$10\phi$$

$$10 \text{ cm}$$



$$\alpha_3 = 0,7$$

$$\alpha_3 = 0,85$$

$$\alpha_3 = 1,0$$



8.8.3.4 EFICIÊNCIA DA ARMADURA TRANSVERSAL NÃO SOLDADA



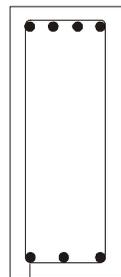
NBR 6118:2003/9.4.2.6

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

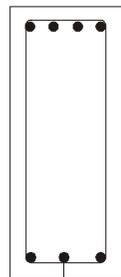
$$0,3 \cdot l_b$$

$$10\phi$$

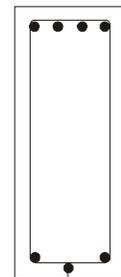
$$10 \text{ cm}$$



$$\alpha_4 = 0,7$$



$$\alpha_4 = 0,85$$

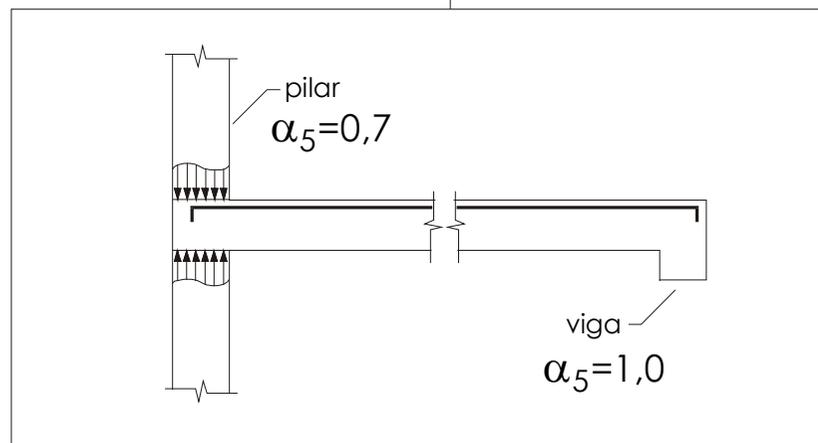


$$\alpha_4 = 1,0$$

8.8.3.5 EFICIÊNCIA DE PRESSÃO TRANSVERSAL À ANCORAGEM

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

$0,3 \cdot l_b$
10ϕ
10 cm

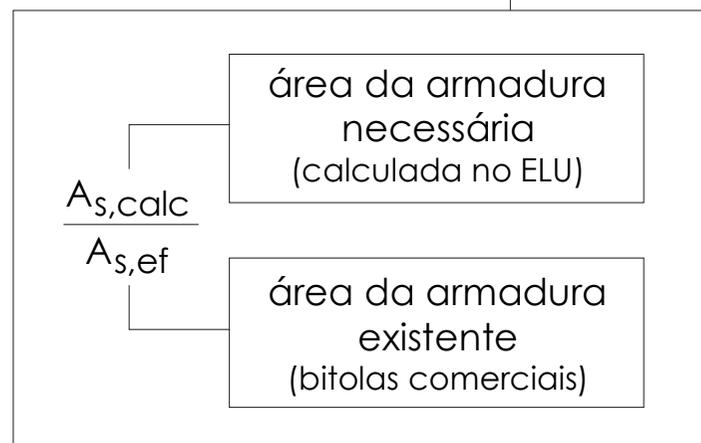


8.8.3.6 EXCESSO EM RELAÇÃO À ARMADURA CALCULADA

 **NBR 6118:2003/9.4.2.5**

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

$0,3 \cdot l_b$
10ϕ
10 cm



8.8.4 ARMADURA DE TRAÇÃO MÍNIMA NAS SEÇÕES DE APOIO



NBR 6118:2003/18.3.2.4c

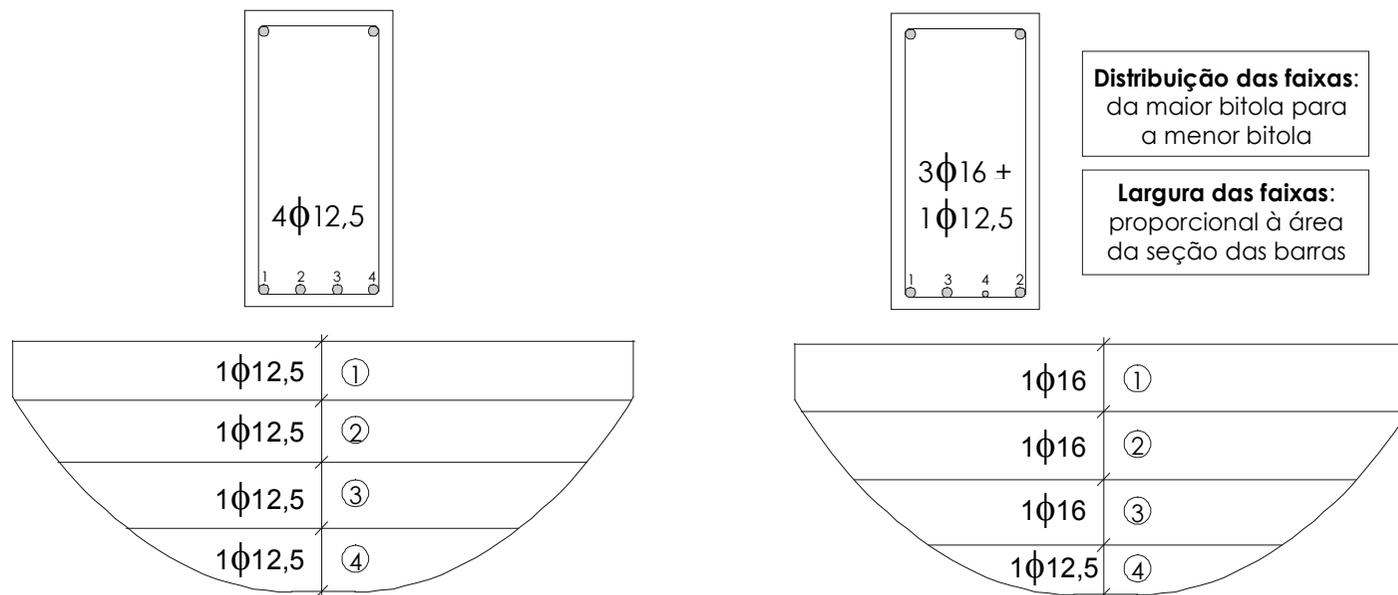
a) Momento no apoio for nulo ou negativo $|M_{\text{apoio}}| \leq 0,5 \cdot M_{\text{vão}}$

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

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

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

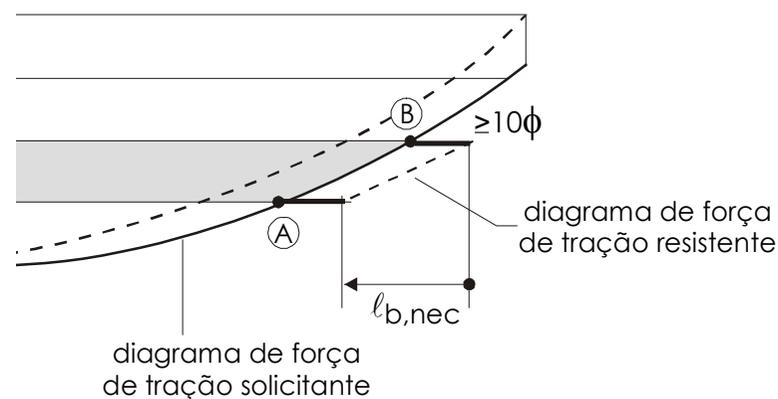
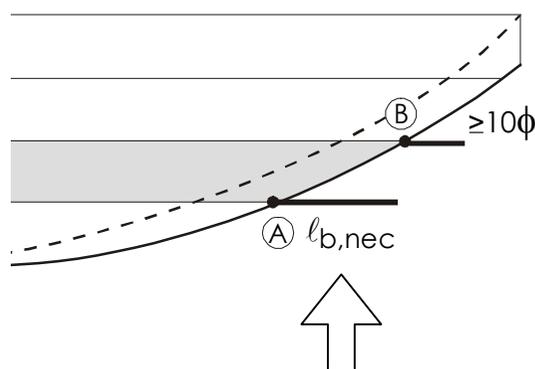
8.8.5 COBERTURA DO DIAGRAMA DE FORÇA TRAÇÃO SOLICITANTE PELO RESISTENTE PARA ARMADURAS POSITIVAS



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

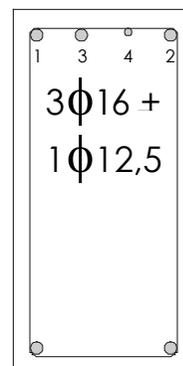
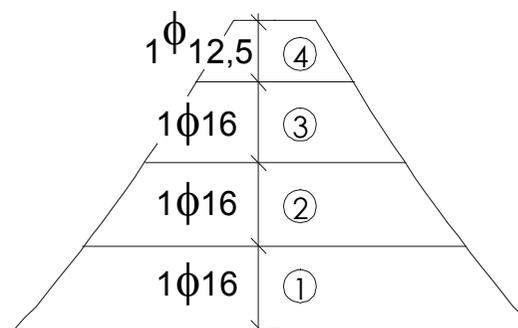
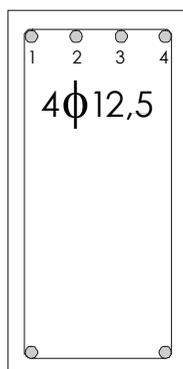
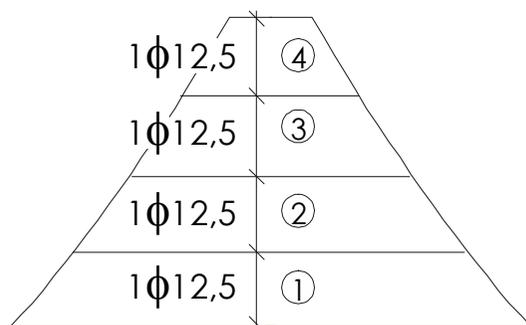


NBR 6118:2003/18.3.2.3.1



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



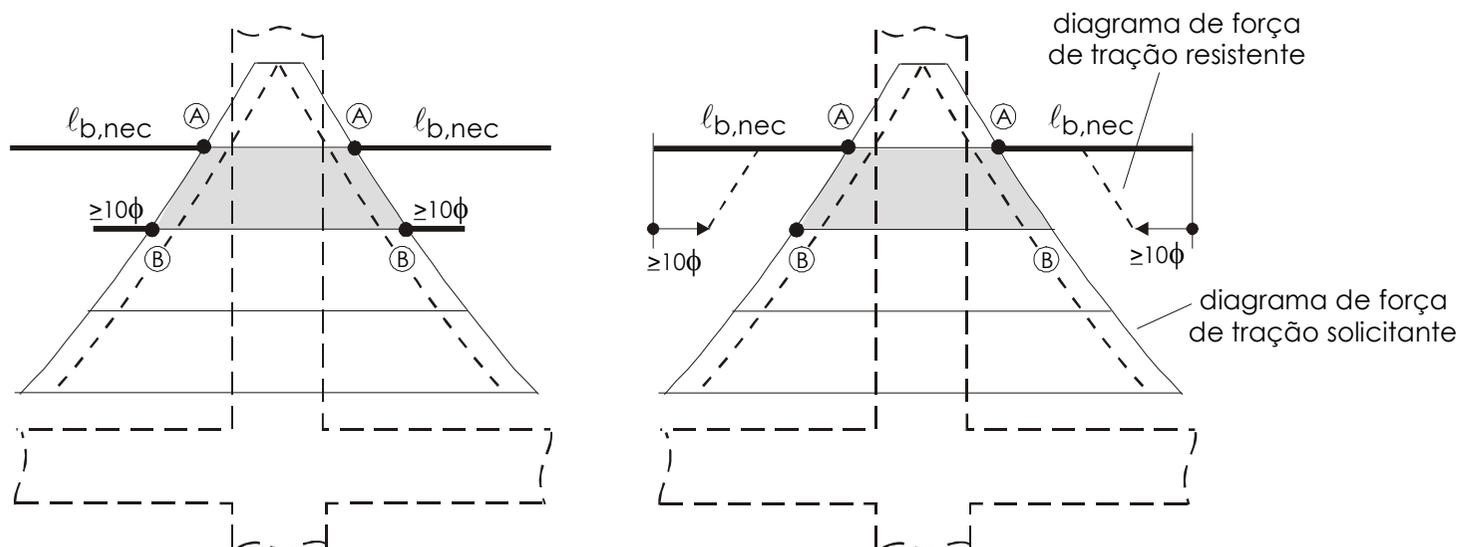
Distribuição das faixas
da maior bitola para a
menor bitola

Largura das faixas
proporcional à área
da seção das barras

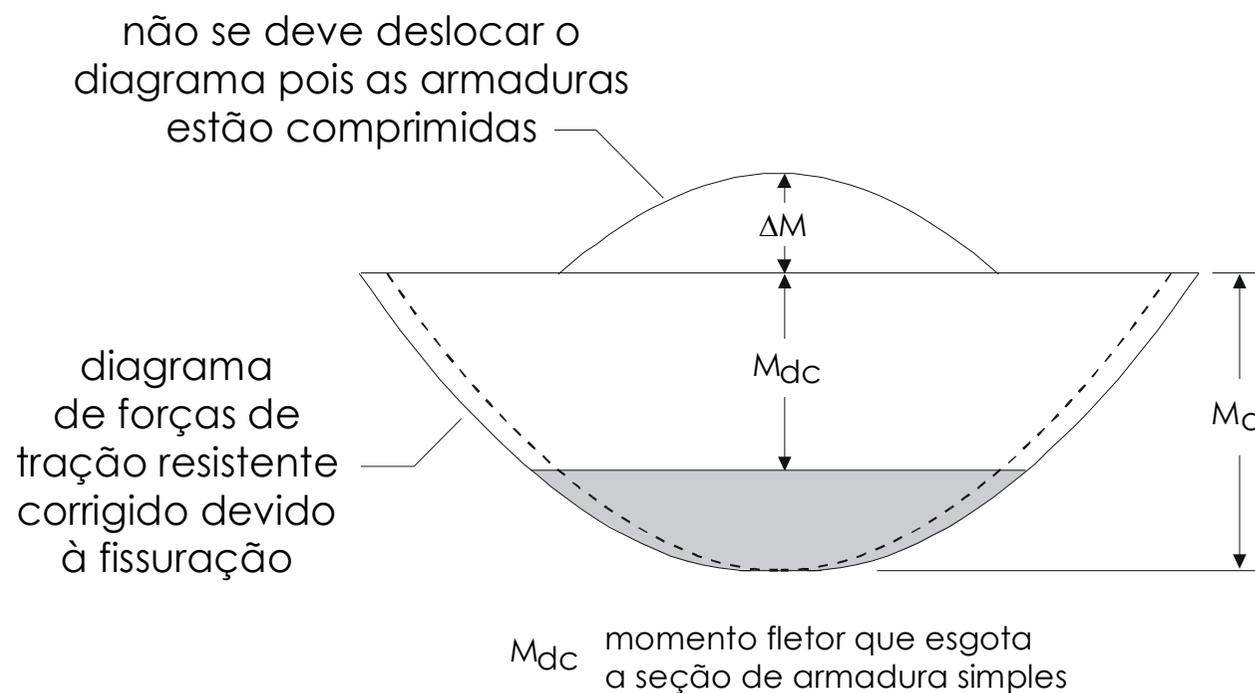
8.8.6 COBERTURA DO DIAGRAMA DE FORÇA TRAÇÃO SOLICITANTE PELO RESISTENTE PARA ARMADURAS NEGATIVAS



NBR 6118:2003/18.3.2.3.1



8.8.7 COBERTURA DO DIAGRAMA PARA ARMADURAS COMPRIMIDAS

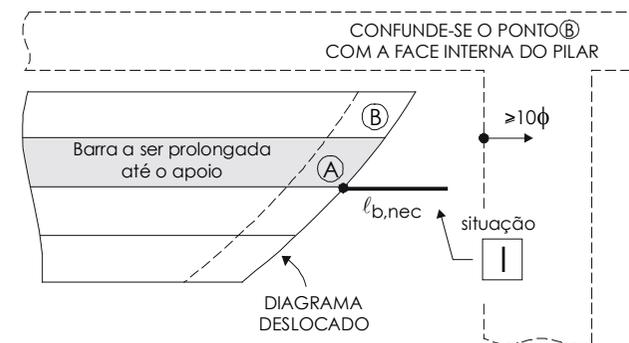
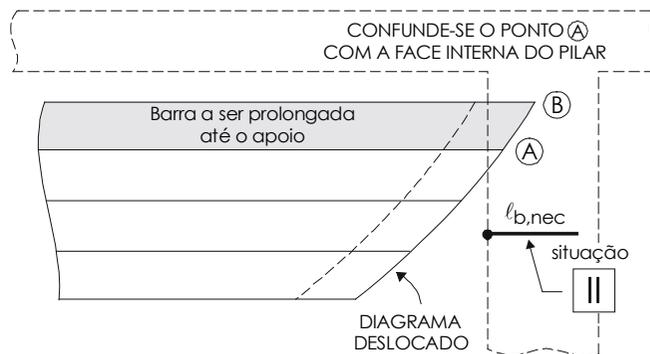
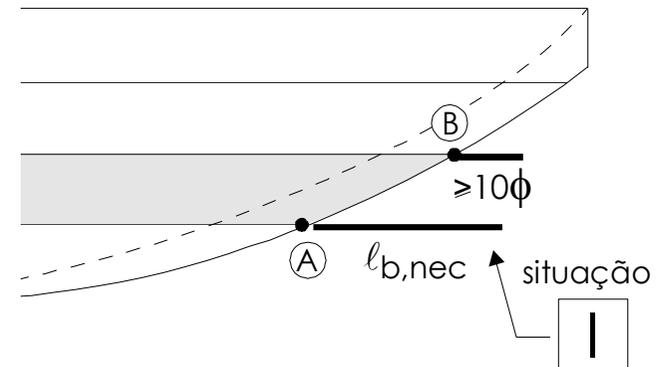


8.8.8 SITUAÇÕES DE ANCORAGEM

8.8.8.1 ANCORAGEM POR ADERÊNCIA

SITUAÇÃO	η	α^*
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	$\eta_1=2,25$ $\eta_2=1,0$	$\alpha_1=1,0$ $\alpha_3=1,0$ $\alpha_5=0,7$

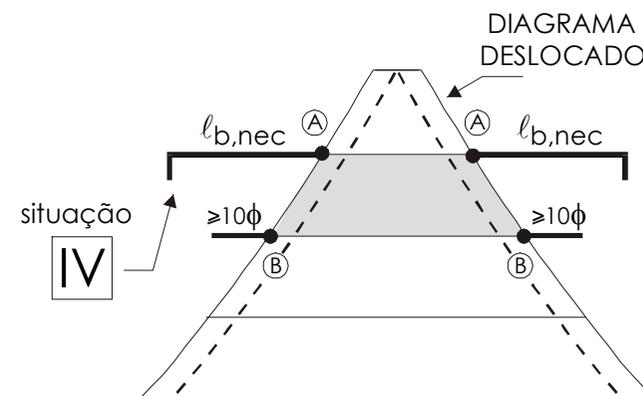
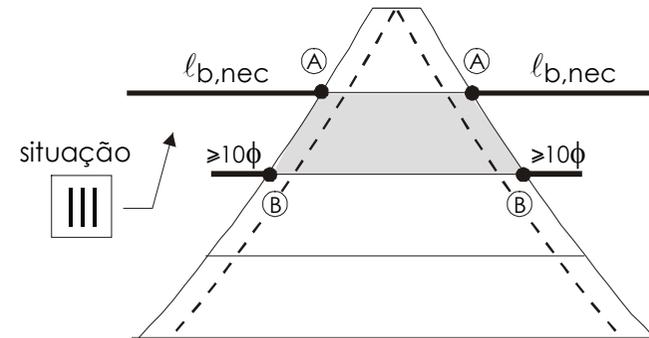
* Nestes exemplos, despreza-se a influência dos fatores α_2 , α_4 e α_6



8.8.8.2 ANCORAGEM DA ARMADURA DE TRAÇÃO NO APOIO INTERNO

SITUAÇÃO	η	α^*
III Má aderência barra reta e nervurada	$\eta_1=2,25$ $\eta_2=0,7$	$\alpha_1=1,0$ $\alpha_3=1,0$ $\alpha_5=1,0$
IV 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 α_2 , α_4 e α_6

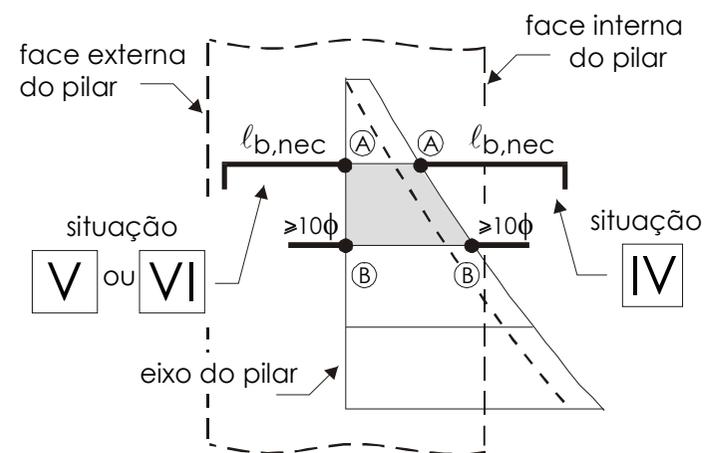


8.8.8.3 ANCORAGEM DA ARMADURA DE TRAÇÃO NO APOIO EXTREMO

NBR 6118:2003/18.3.2.4.1

SITUAÇÃO	η	α^*
V Má aderência barra com gancho e nervurada confinamento transversal	$\eta_1=2,25$ $\eta_2=0,7$	$\alpha_1=0,7$ $\alpha_3=1,0$ $\alpha_5=0,7$
VI 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 α_2 , α_4 e α_6

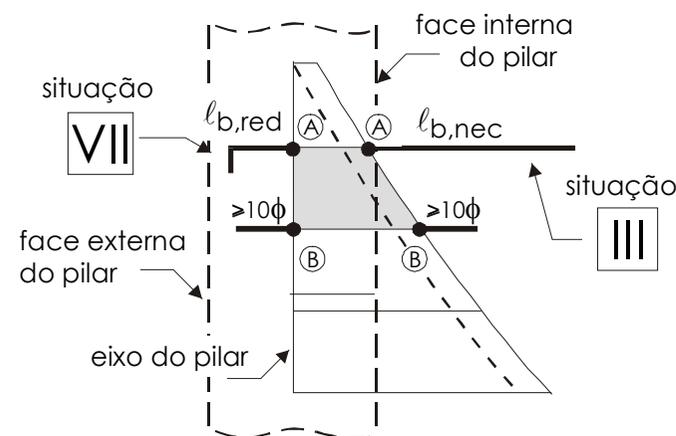


8.8.8.4 ANCORAGEM REDUZIDA DA ARMADURA DE TRAÇÃO NO APOIO EXTREMO

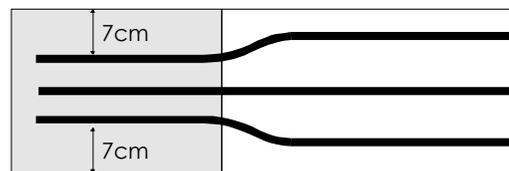
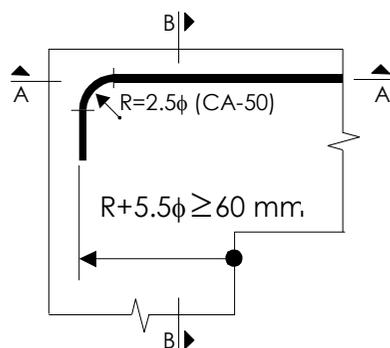


NBR 6118:2003/18.3.2.4.1

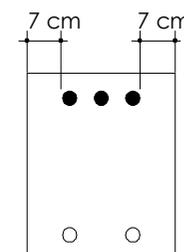
SITUAÇÃO		η	α^*
VII	Não é possível ancorar a barra	Ancoragem reduzida	
		Grampos	



* Nestes exemplos, despreza-se a influência dos fatores α_2 , α_4 e α_6



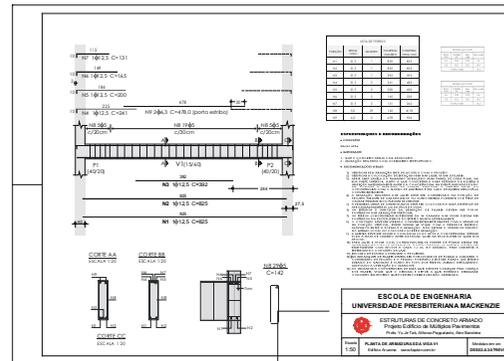
corte AA



corte BB



8.9 PLANTA DE ARMADURAS



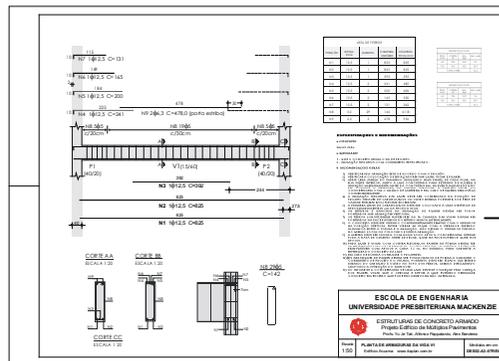
ESCOLA DE ENGENHARIA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE		
 ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO Projeto Edifício de Múltiplos Pavimentos Prof. Alfonso Pappalardo Jr.		
COMPONENTES:	GRUPO:	TURMA:
Escala 1:50	PLANTA DE ARMADURAS DA VIGA V1 Edifício Aruama www.itaplan.com.br	DES02-A3-07REV0

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
fck=25 MPa

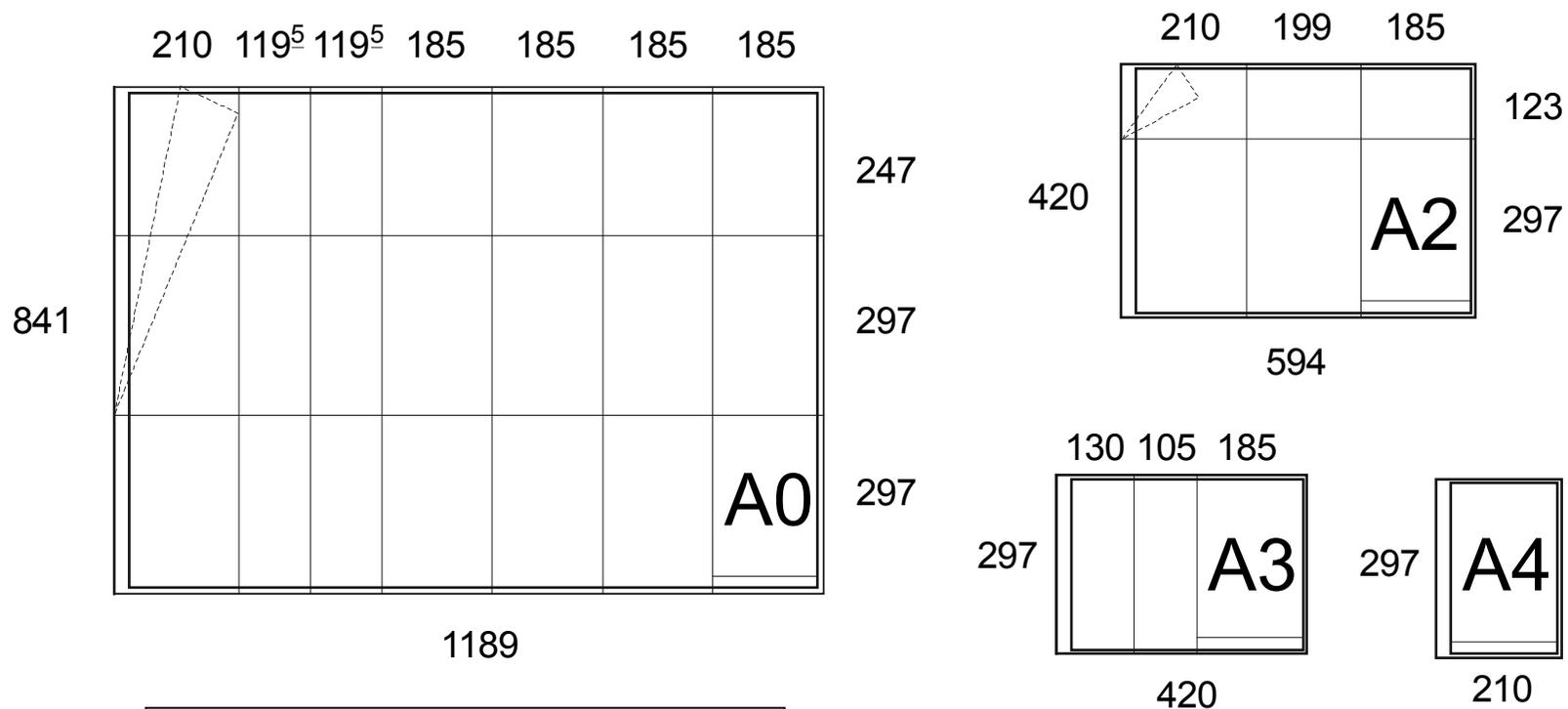
IMPORTANTE

- 1 - QUE O CONCRETO ATINJA O fck 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.