



8 - CONCLUSÕES PARA PROJETO

8.1 Resumo da limitação da tensão “ τ ” para evitar o esmagamento do concreto em um consolo curto

Conforme mostrado a seguir, na figura 24, foram comparados os ensaios de Mattock [5] com as recomendações das normas CEB/78, ACI-318/77 e DIN 1045/78, para um concreto com $f_{ck} = 210 \text{ kgf/cm}^2$.

Conforme indicado na figura 24, sugerimos que se adote na NB1, tanto nas vigas esbeltas como nos consolos curtos e muito curtos, a limitação $\tau_{wd} \leq 0,25f_{cd}$.

Teríamos então um critério uniforme independente da relação $\left(\frac{a}{d}\right)$.

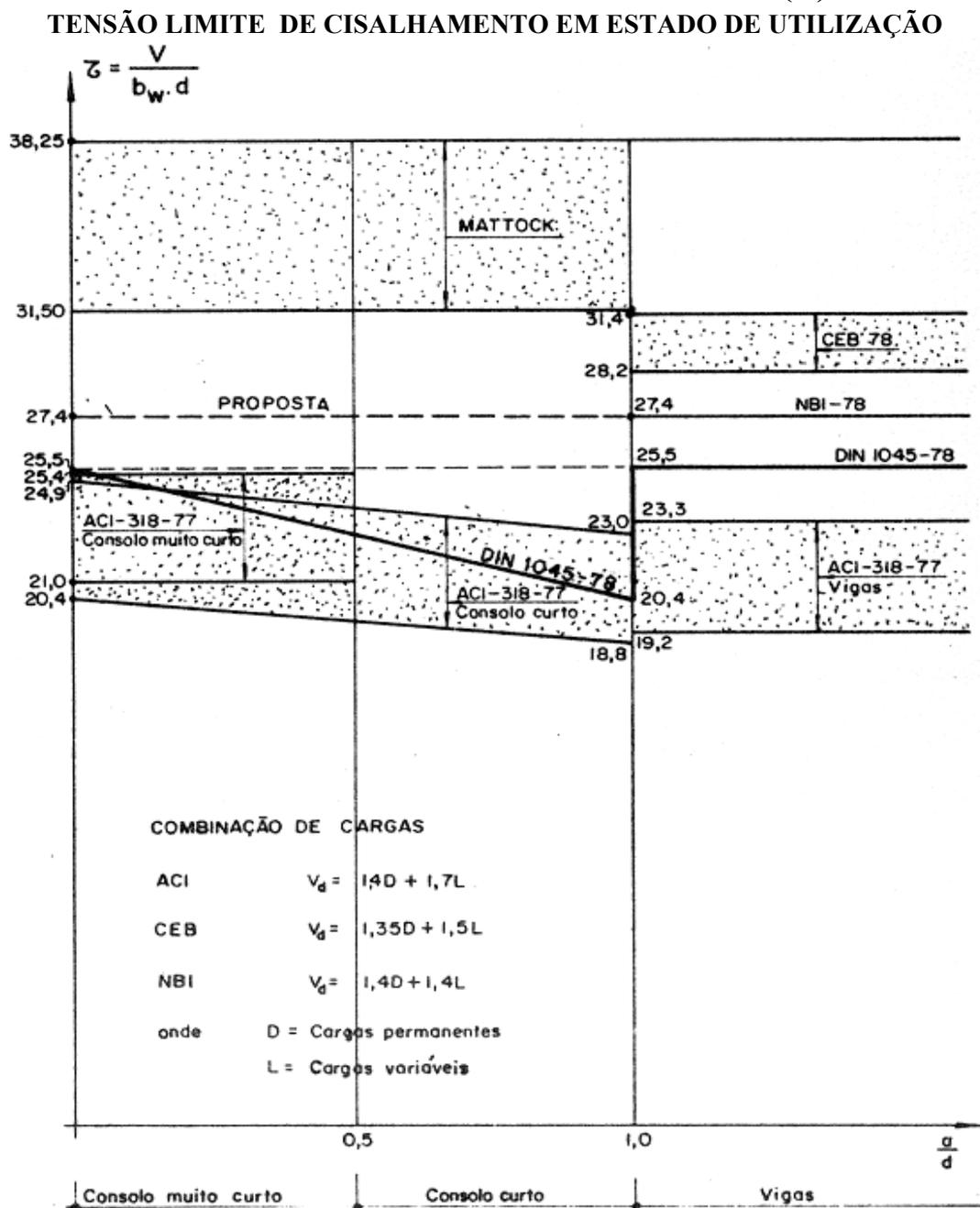
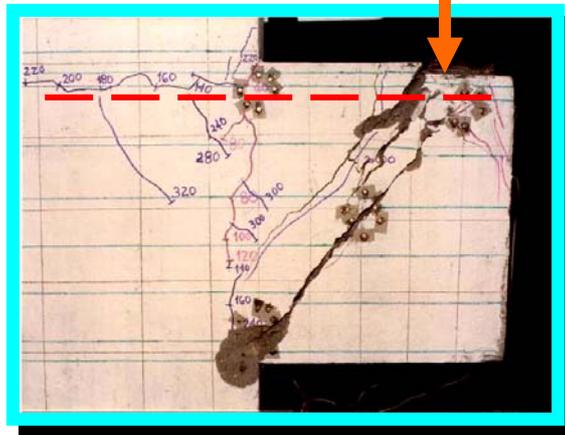
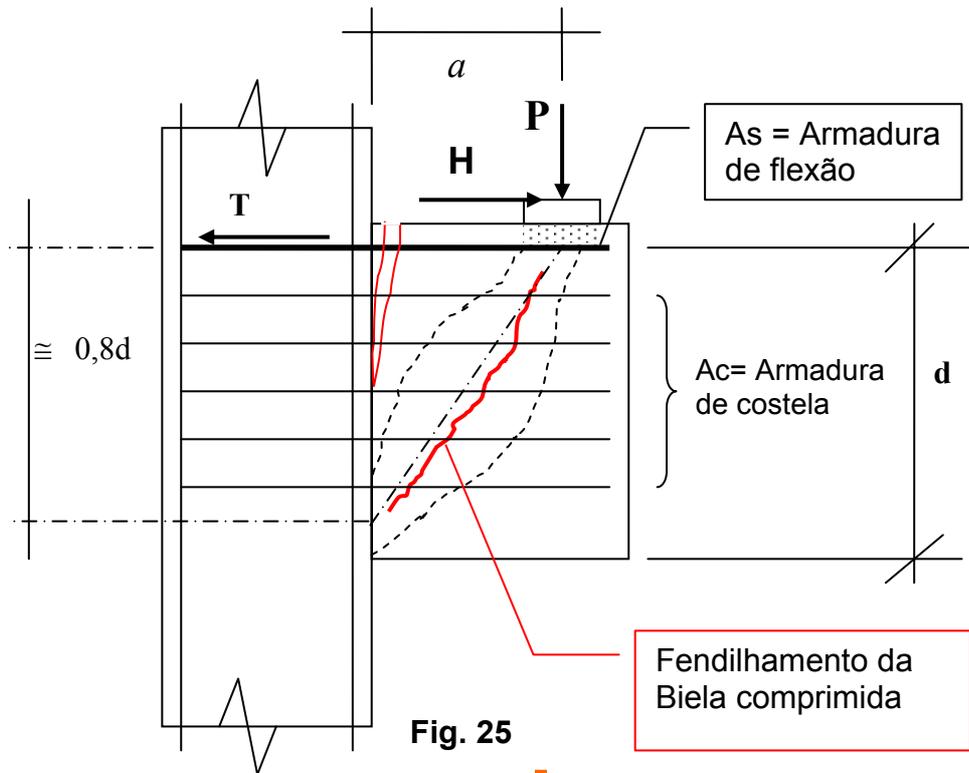


Figura 24



8.2 – Armadura do bordo superior ≡ Armadura de flexão



Ensaio de C.Haguenauer [26

]

Força na armadura de flexão : $T = \frac{P \times a}{0,80 \times d} + H$

No estado limite último teremos: $Td = \frac{1,4 \times P \times a}{0,8 \times d} + 1,4 \times H$

$As = \frac{Td}{f_{yd}} = \frac{Td}{f_{yk}/1,15} = \frac{1,15}{f_{yk}} \times \left(\frac{1,4 \times P \times a}{0,8 \times d} + 1,4 \times H \right)$ daí resultando:



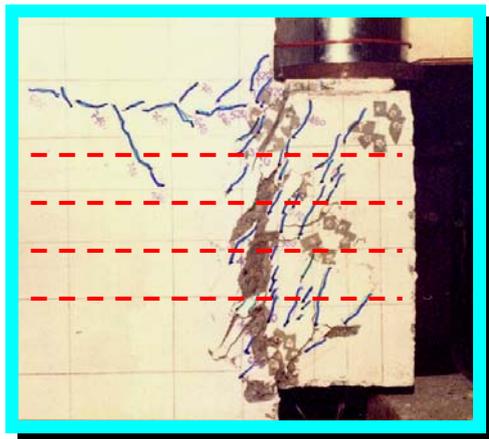
$$A_s = \frac{1}{f_{yk}} \times \left(2,0 \times \frac{P \times a}{d} + 1,6 \times H \right) \quad \text{com o m\u00ednimo : } \rho_s = \frac{A_s}{b \times d} \geq \begin{cases} 0,04 \times \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \\ 0,15\% \end{cases}$$

8.3- Armadura de costela (costura)

$$\rho_{\text{costela necess\u00e1ria}} = \frac{A_c(\text{costela})}{b \times d} \geq \frac{\tau_d}{f_{yd}} = \frac{\left(\frac{1,4 \times P}{b \times d} \right)}{\left(\frac{f_{yk}}{1,15} \right)}, \text{ onde :}$$

A_c = \u00c1rea do ferro de costela

$$\text{com os limites : } \tau_d \leq \begin{cases} 0,25 f_{cd} \\ 45 \text{kgf/cm}^2 \end{cases} \quad \text{sendo } f_{yd} \leq 4350 \text{kgf/cm}^2$$



ferros costelas

Ensaio de Hagu\u00e9nauer [26]

Essa armadura de costura tamb\u00e9m funciona como fretagem evitando o fendilhamento da biela quando $(a/d) > 0,50$.

8.4 – Valor m\u00ednimo da armadura de costela (costura) ... $\rho_c = \frac{A_c}{b \times d}$

- Segundo a norma americana ACI :

$$\rho_{\text{costela m\u00ednima}} = \frac{A_c}{b \times d} \geq 0,50 \times \rho_s = 0,50 \times \frac{A_s}{b \times d}, \text{ isto \u00e9:}$$

$$A_{\text{costela m\u00ednima}} = 0,50 \times A_s (\text{flex\u00e3o})$$

- Segundo a nova norma NBR 6118 /2002 : $\rho_{\text{costela m\u00ednima}} \geq 0,20 \%$.



- Segundo Mattock: [5] : $(\rho_{\text{costela . mínima}}) \times f_y \geq 14 \text{kgf/cm}^2$.
- Com $f_y = 5000 \text{ kgf/cm}^2$ teremos $\rho_{\text{costela mínima}} \geq 0,28 \%$.

É necessária uma **transição** entre o consolo muito curto e o consolo normal.

Uma alternativa é a apresentada na figura 26 abaixo.

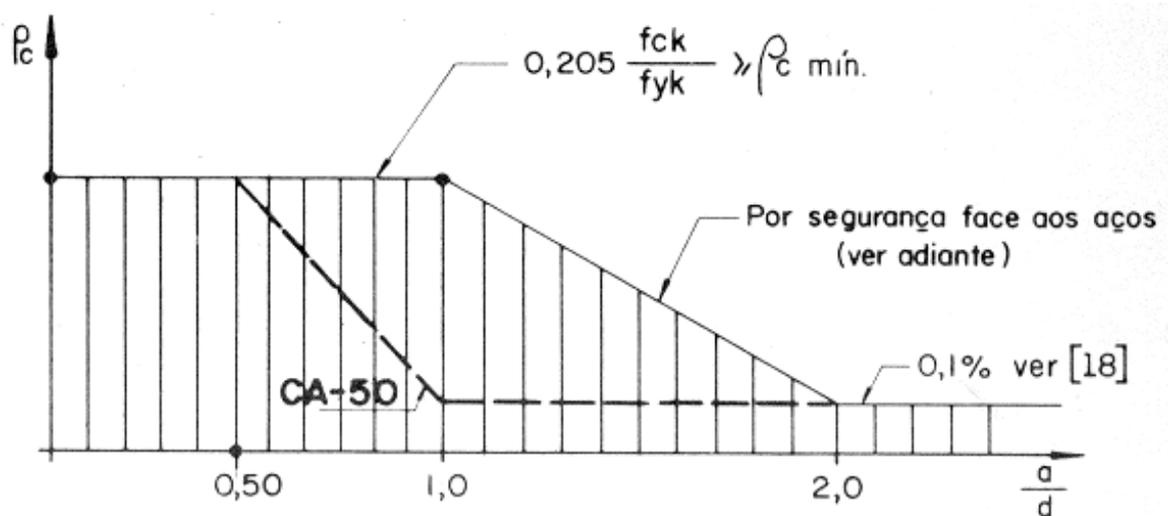


Fig. 26

A norma NB 1/78 recomendava uma taxa de armadura mínima de 0,1%.

A nova norma NBR 6118 / 2002 recomenda agora uma taxa de armadura mínima de ferro costela de 0,2% .



Na transição “ Consolo Curto x Consolo Normal ” , isto é, na transição Cisalhamento X Flexão, foi considerado que a relação (a / d) limite, varia de 1,0 a 1,45 conforme mostrado na tabela adiante.

Limite de $\left(\frac{a}{d} \right)$ para os diversos aços :

Aço	$\left(\frac{a}{d} \right)$ limite
CA 25	1,45
CA 32	1,32
CA 40 A	1,34
CA 40 B	1,07
CA50 A	1,28
CA50 B	1,02
CA 60 A	1,21
CA 60 B	0,98

- Nos aços sem patamar de escoamento, do tipo B, a relação limite $\left(\frac{a}{d} \right)$ é $\cong 1,0$.
- Nos outros aços a relação limite $\left(\frac{a}{d} \right)$ atinge o valor **1,45** .

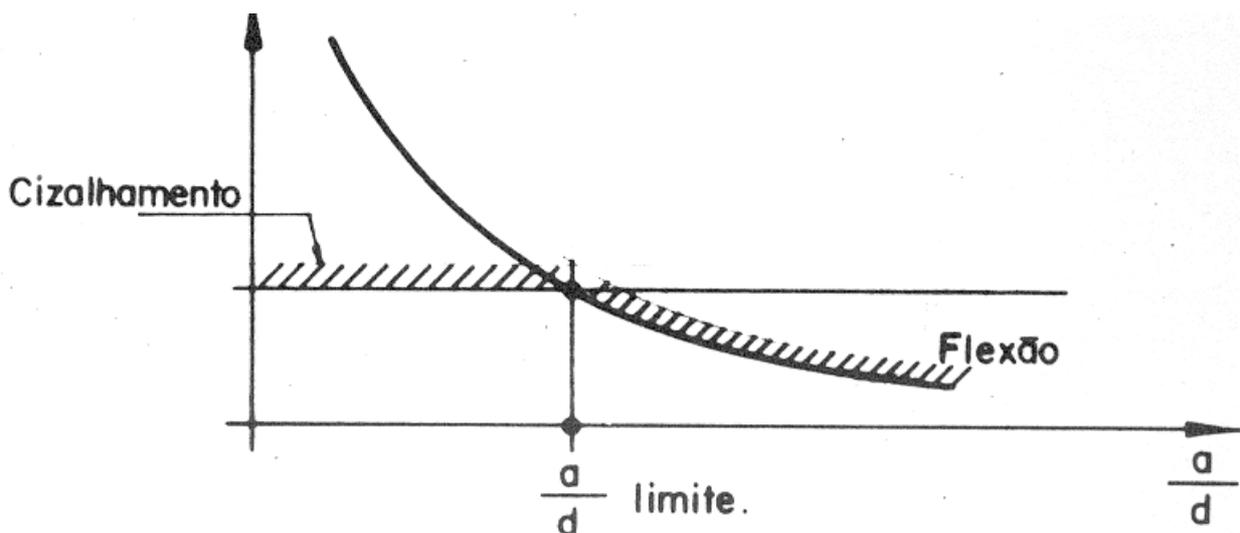


Fig. 27



Entre um consolo muito curto e uma viga esbelta comum em balanço, deve haver também uma transição para os estribos.

- Abaixo sugerimos zonas de transição para os dois tipos de armadura, tanto para o ferro costela (costura) como também para os estribos.
- A transição sugerida abaixo é feita para o aço CA50B , que é o mais usado nas estruturas de concreto armado.

Armadura de Costura (Costela) - Aço CA 50B

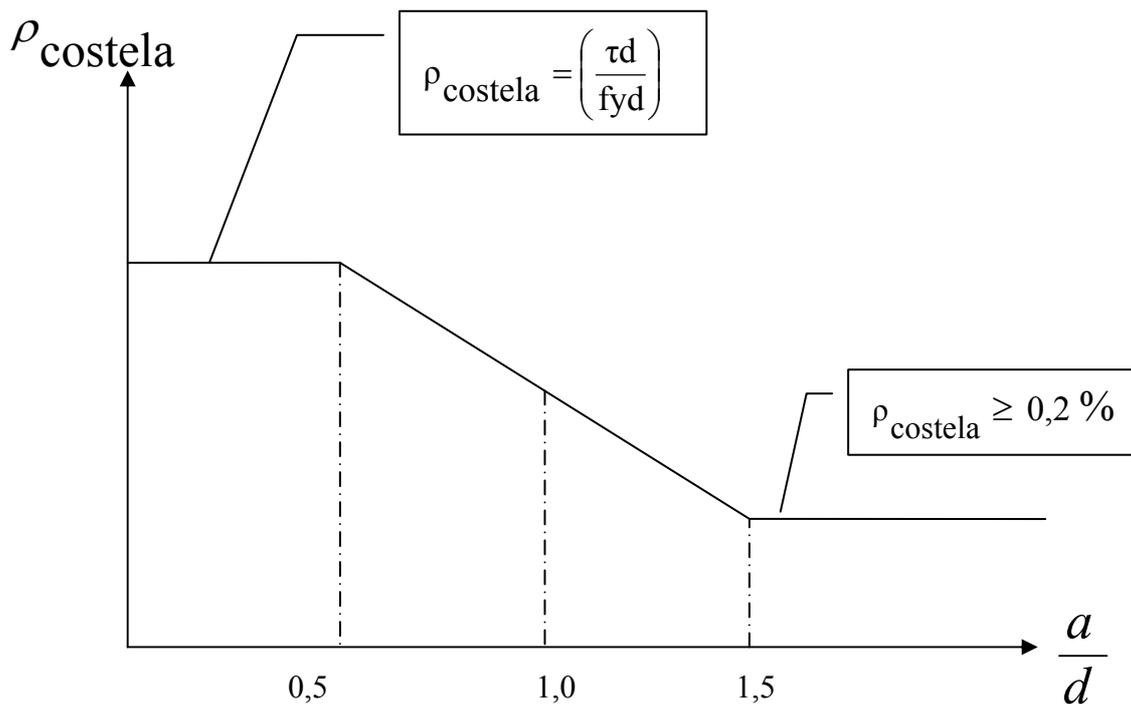


Figura 28 A

Armadura de Estribos – Aço CA 50B

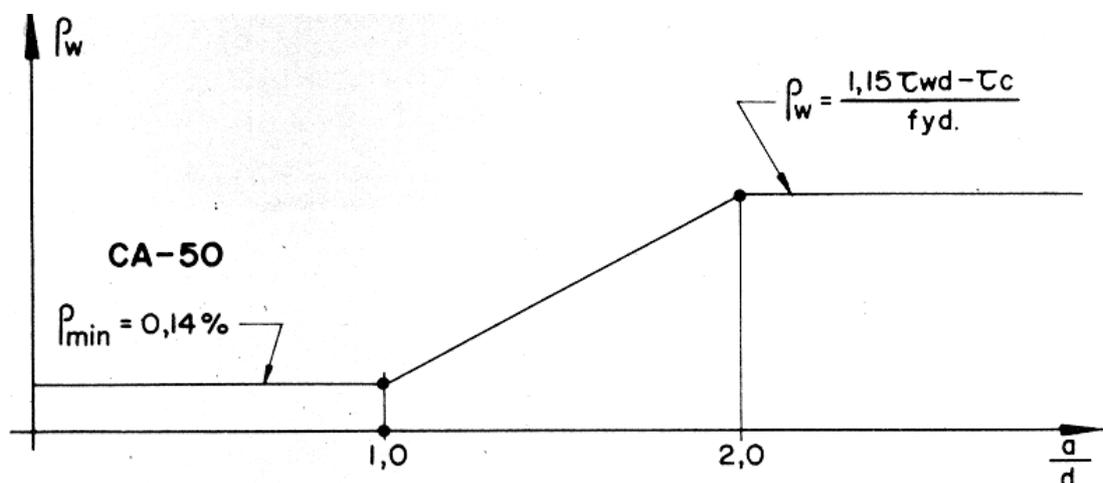


Figura 28 B