

**EXEMPLO Nº 168:**

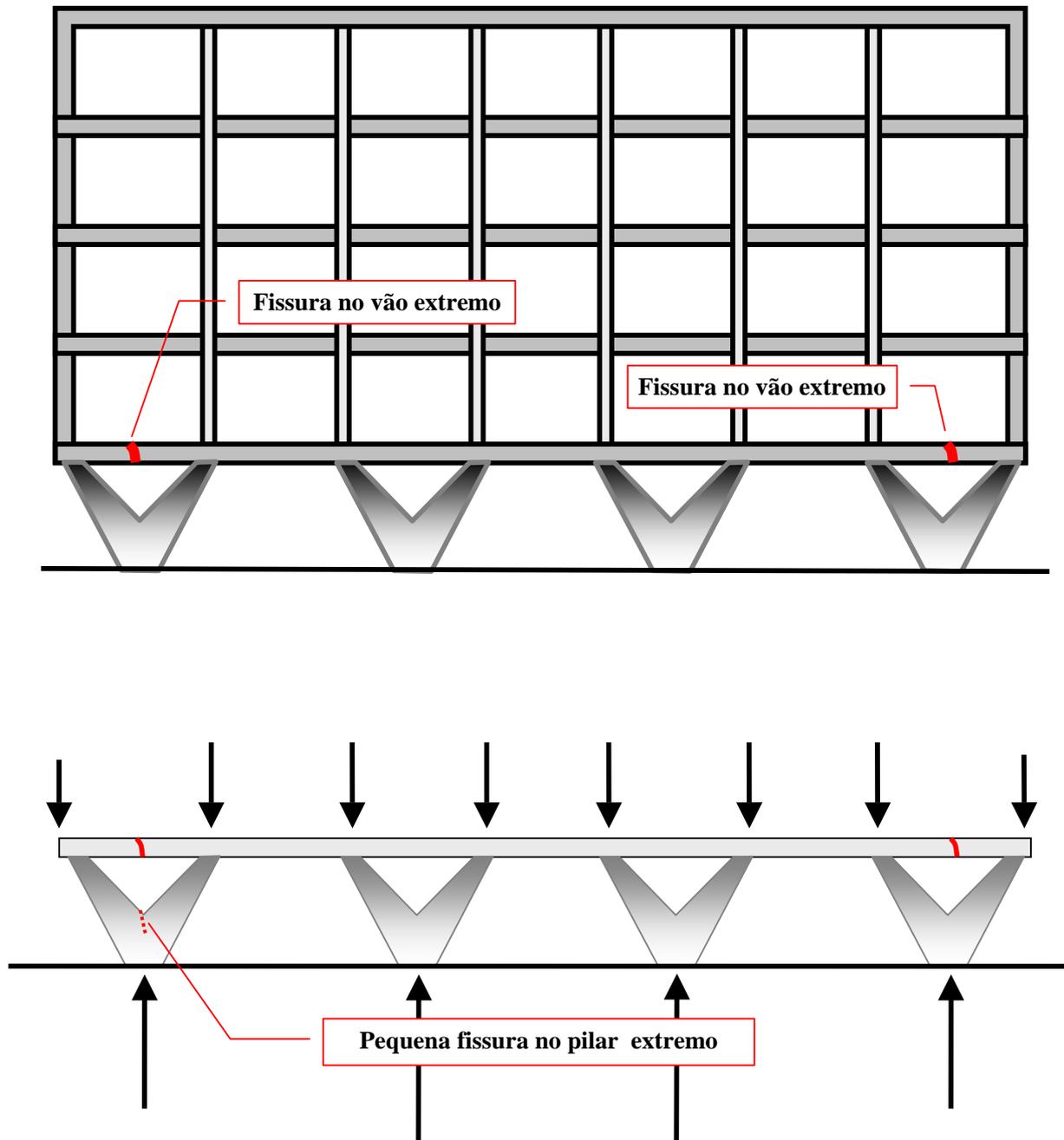
**TIPO DE ESTRUTURA :** Prédios de concreto armado com pilares em forma de **V V V**

**FISSURAÇÃO :** Fissuras nas vigas do teto do pilotis nos vãos extremos

**Esquema :** Durante uma certa época, 1950 a 1975, foram projetados muitos prédios com pilares em **V V V**.

Ver revista ESTRUTURA – Nº 25 - 1960

**Fissuração:** Em alguns deles surgiram fissuras nos vãos extremos, como mostrado abaixo.



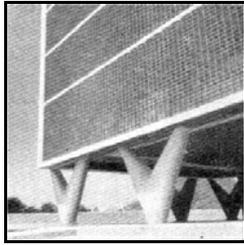
**Causa das fissuras :** Cálculo estrutural incorreto. O modelo estrutural não levou em conta que os dois vãos extremos, e outros vãos centrais, têm grandes forças de tração horizontal. A armadura tracionada deve ser dimensionada com tensões baixas, para reduzir a abertura de eventuais fissuras. O grande alongamento do aço da viga pode conduzir até mesmo à fissuração do pilar. Por isso a tensão na armadura deve ser baixa. Sugerimos usar em serviço  $\sigma_{adm.aço}$  nas vigas = 150 MPa.

**EXEMPLO Nº 168:**

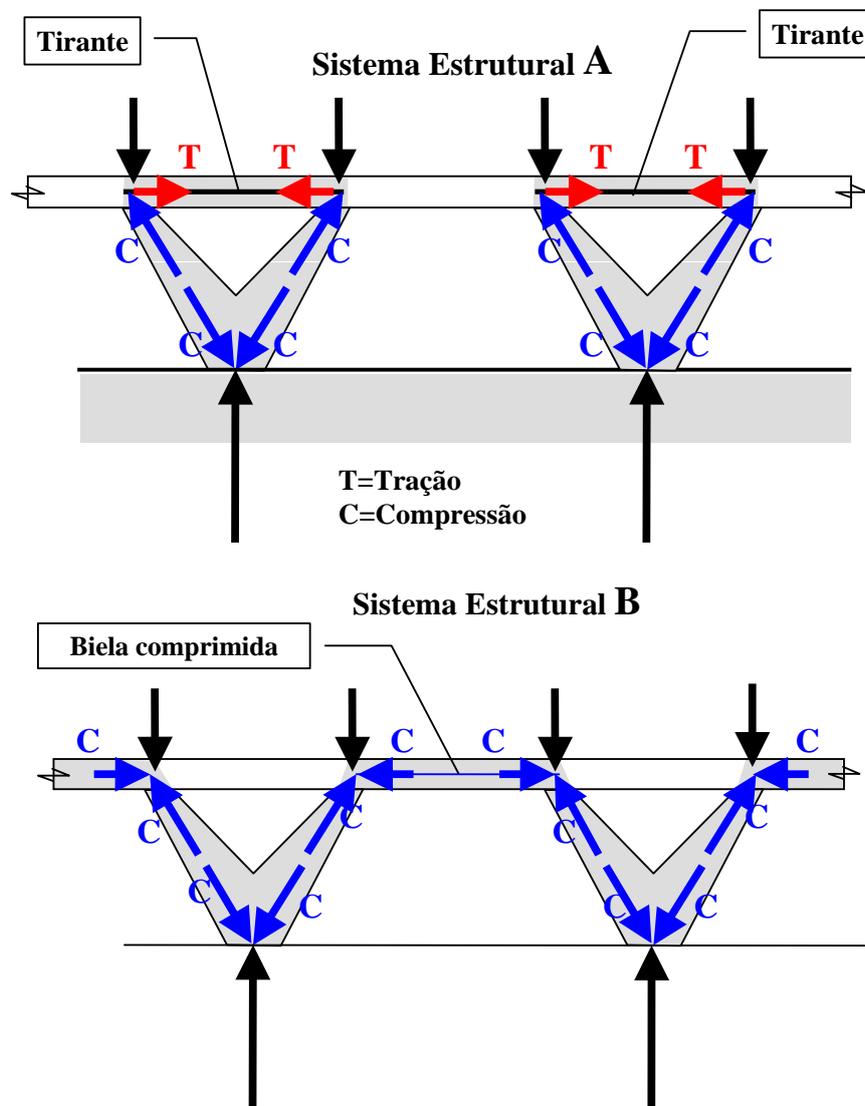
**TIPO DE ESTRUTURA :** Prédios de concreto armado com pilares em forma de **V V V**

**FISSURAÇÃO :** Fissuras nas vigas do teto do pilotis nos vãos extremos

**Esquemas estruturais possíveis :** Ver Sidney M.G.Santos – Formas em Concreto Armado – Revista ESTRUTURA – Nº 4 – fevereiro 1958



Fotos: Ver revista ESTRUTURA – Nº 25 – 1960



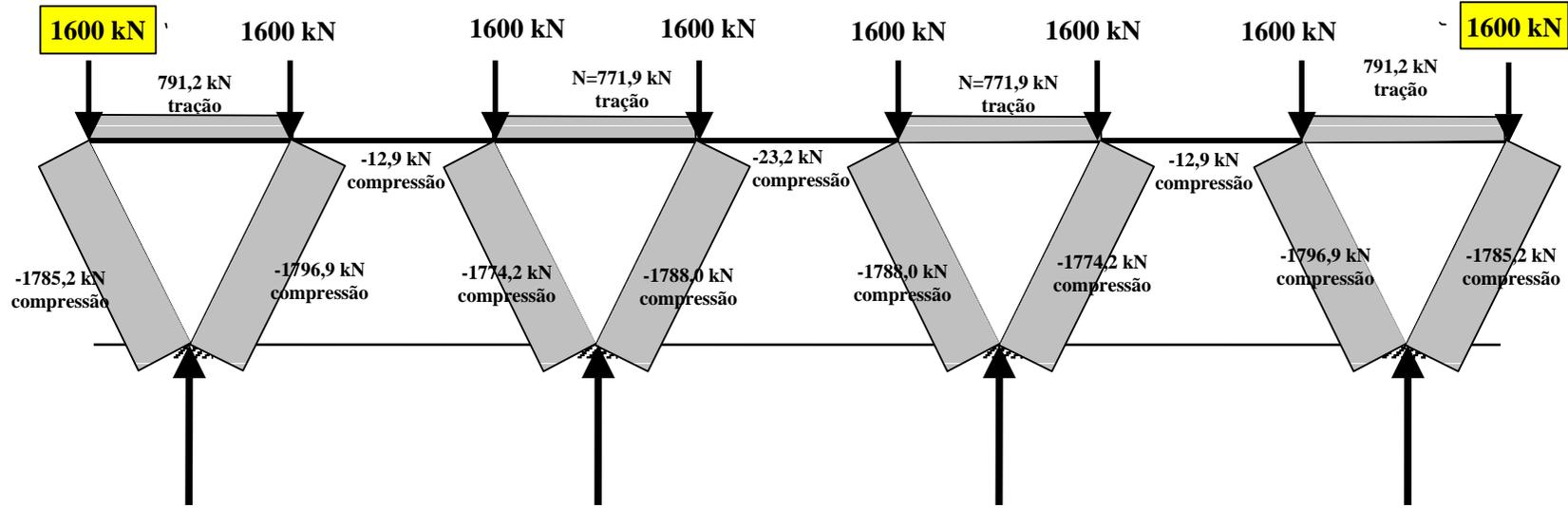
- A seguir um exemplo numérico, não mostrando os diagramas de momento fletor e de força cortante

**EXEMPLO Nº 115:**

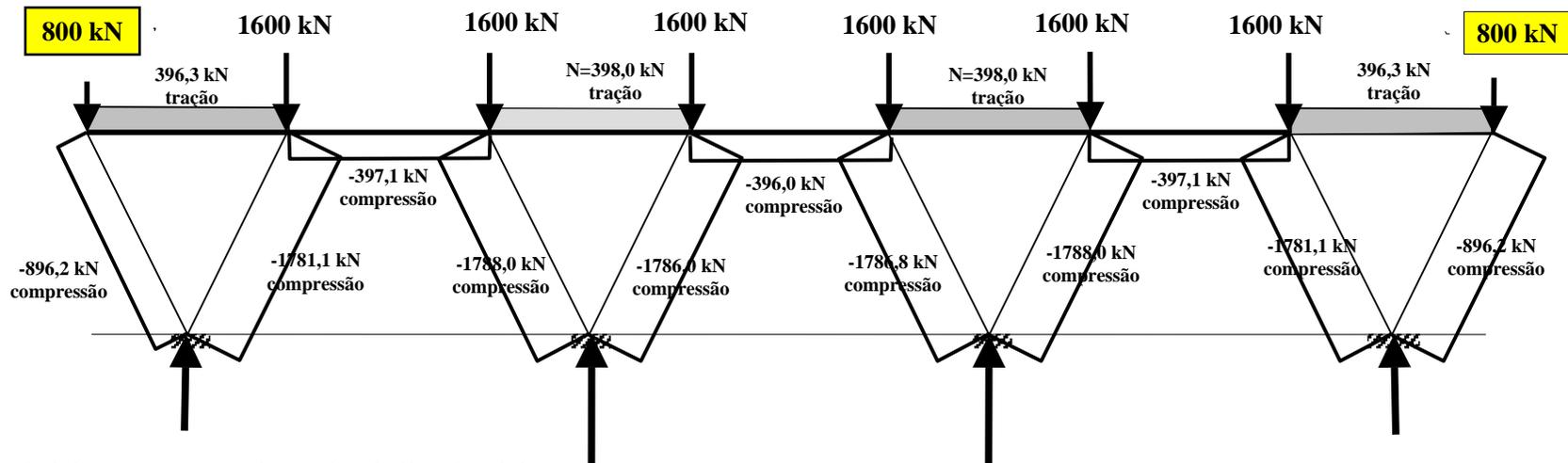
**TIPO DE ESTRUTURA :** Prédios de concreto armado com pilares em forma de **V V V**

**FISSURAÇÃO :** Fissuras nas vigas do teto do pilotis nos vãos extremos

**Se todas as cargas forem iguais predomina o Sistema Estrutural A**



**Se as cargas nas extremidades do prédio forem cerca da metade das demais cargas, o que é comum em um prédio com esse tipo de modulação, os sistemas estruturais A e B funcionam igualmente.**



Colaboração: Eng Alexandre Celles Cordeiro

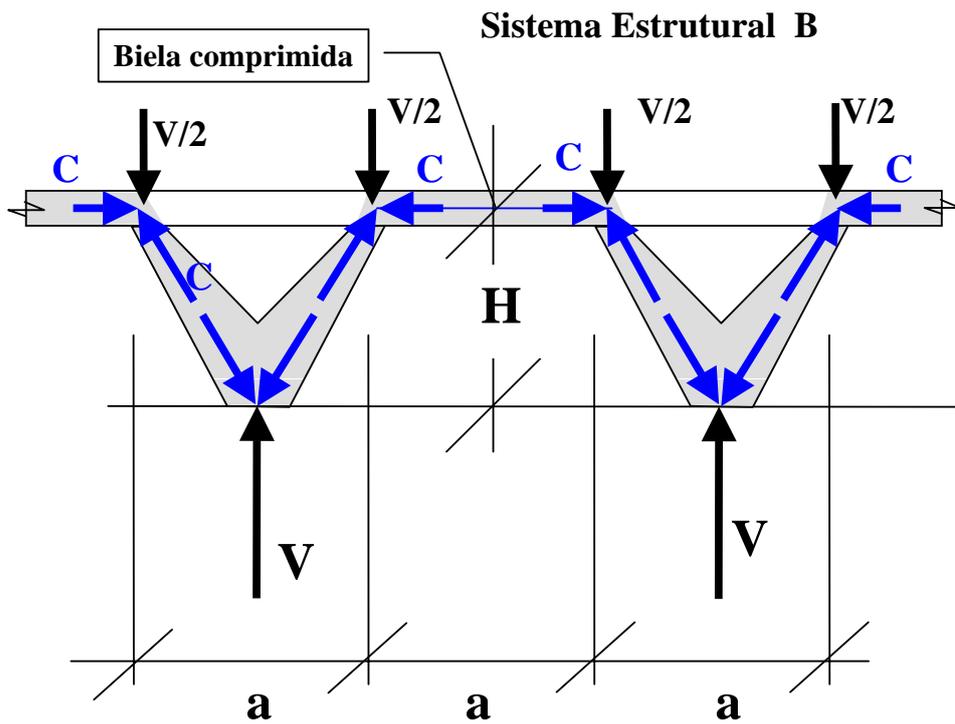
**EXEMPLO Nº 115:**

**TIPO DE ESTRUTURA :** Prédios de concreto armado com pilares em forma de **V V V**

**FISSURAÇÃO :** Fissuras nas vigas do teto do pilotis nos vãos extremos

**Sugestão :**

1. Para estimar as dimensões da viga comprimida, usar o modelo **B**. Calcular a seção comprimida da viga com uma tensão baixa, como por exemplo,  $\sigma_c \text{ serviço} < (f_{ck} / 4)$ .



- Exemplo :  $V = 320 \text{ ton} = 3200 \text{ kN}$ ;  $a = 5 \text{ m}$  ;  $H = 5 \text{ m}$

Trecho comprimido:

$$C = \left(\frac{V}{2}\right) \times \frac{(a/2)}{H} = \left(\frac{3200 \text{ kN}}{2}\right) \times \frac{(5,0 \text{ m} / 2)}{5 \text{ m}} = 800 \text{ kN}$$

Considerando uma tensão de compressão em serviço igual a  $(f_{ck}/4) = (32 \text{ MPa} / 4) = 8 \text{ MPa}$

$$\text{Área concreto} = \frac{800 \text{ kN}}{8000 \text{ (kN/m}^2\text{)}} \geq 0,10 \text{ m}^2$$

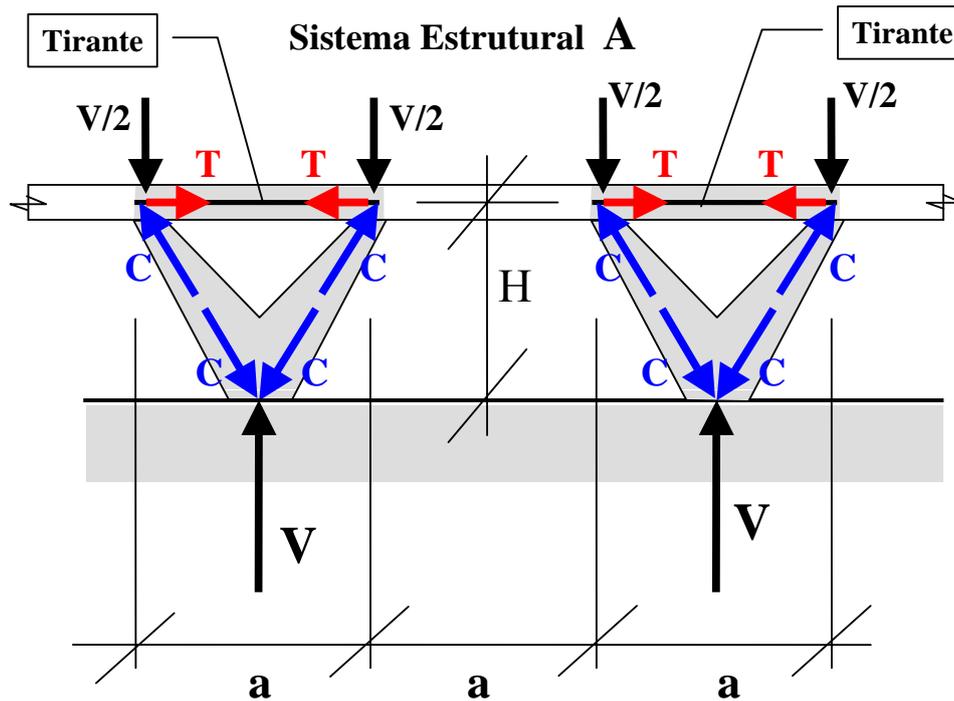
$$\text{Usar uma viga} = (b = 0,45 \text{ m}) \times (h = 0,5 \text{ m}) = 0,225 \text{ m}^2$$

**EXEMPLO Nº 115:**

**TIPO DE ESTRUTURA :** Prédios de concreto armado com pilares em forma de **V V V**

**FISSURAÇÃO :** Fissuras nas vigas do teto do pilotis nos vãos extremos

2. Para estimar a armadura, considerar o sistema estrutural **A**. Calcular a armadura de tração com uma tensão em serviço baixa, por exemplo,  $\sigma_{aço} = 150\text{MPa}$ . Isso limita a abertura de eventuais fissuras
- Estende-se a armadura de tração, do sistema estrutural **A**, ao longo de toda a viga, inclusive através da zona comprimida **B**, i.e, nas bielas.



$$T = \left(\frac{V}{2}\right) \times \left(\frac{a}{2}\right);$$

$$\text{Estado Limite de Utilização: } T = \left(\frac{V}{2}\right) (\text{kN}) \times \left(\frac{a}{2}\right)$$

$$\text{Área aço} \geq \frac{T (\text{kN})}{15 \left(\frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}\right)} = \frac{\left(\frac{V}{2}\right) (\text{kN})}{15 \left(\frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}\right)} \times \left(\frac{a}{2}\right)$$

Estado Limite Último:

$$\text{Área aço} \geq \frac{1,4 \times T}{f_{yd}} = \frac{1,4 \times \left(\frac{V}{2}\right) (\text{kN})}{\frac{50 (\text{kN/cm}^2)}{1,15}} \times \left(\frac{a}{2}\right)$$

**EXEMPLO Nº 115:****TIPO DE ESTRUTURA :** Prédios de concreto armado com pilares em forma de **V V V****FISSURAÇÃO :** Fissuras nas vigas do teto do pilotis nos vãos extremos**Exemplo:**  $V = 320 \text{ ton} = 3200 \text{ kN}$ ;  $a = 5 \text{ m}$ ;  $H = 5 \text{ m}$ No trecho tracionado:Estado Limite de **Utilização**, sem considerar momentos fletores :

$$T = \left(\frac{V}{2}\right) (\text{kN}) \times \left(\frac{a/2}{H}\right) = \left(\frac{3200}{2}\right) (\text{kN}) \times \left(\frac{5\text{m}/2}{5\text{m}}\right) = 800 \text{ kN}$$

$$A_{\text{aço}} \geq \frac{\left(\frac{3200}{2}\right) (\text{kN})}{15 \left(\frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}\right)} \times \left(\frac{5\text{m}/2}{5\text{m}}\right) = 54 \text{ cm}^2 = 12 \phi 25 \text{ mm CA50}$$

Estado Limite **Último**, sem considerar momentos fletores :

$$A_{\text{aço}} \geq \frac{1,4 \times \left(\frac{3200}{2}\right) (\text{kN})}{\frac{50 (\text{kN}/\text{cm}^2)}{1,15}} \times \left(\frac{5\text{m}/2}{5\text{m}}\right) = 26 \text{ cm}^2 = 6 \phi 25 \text{ mm CA50}$$

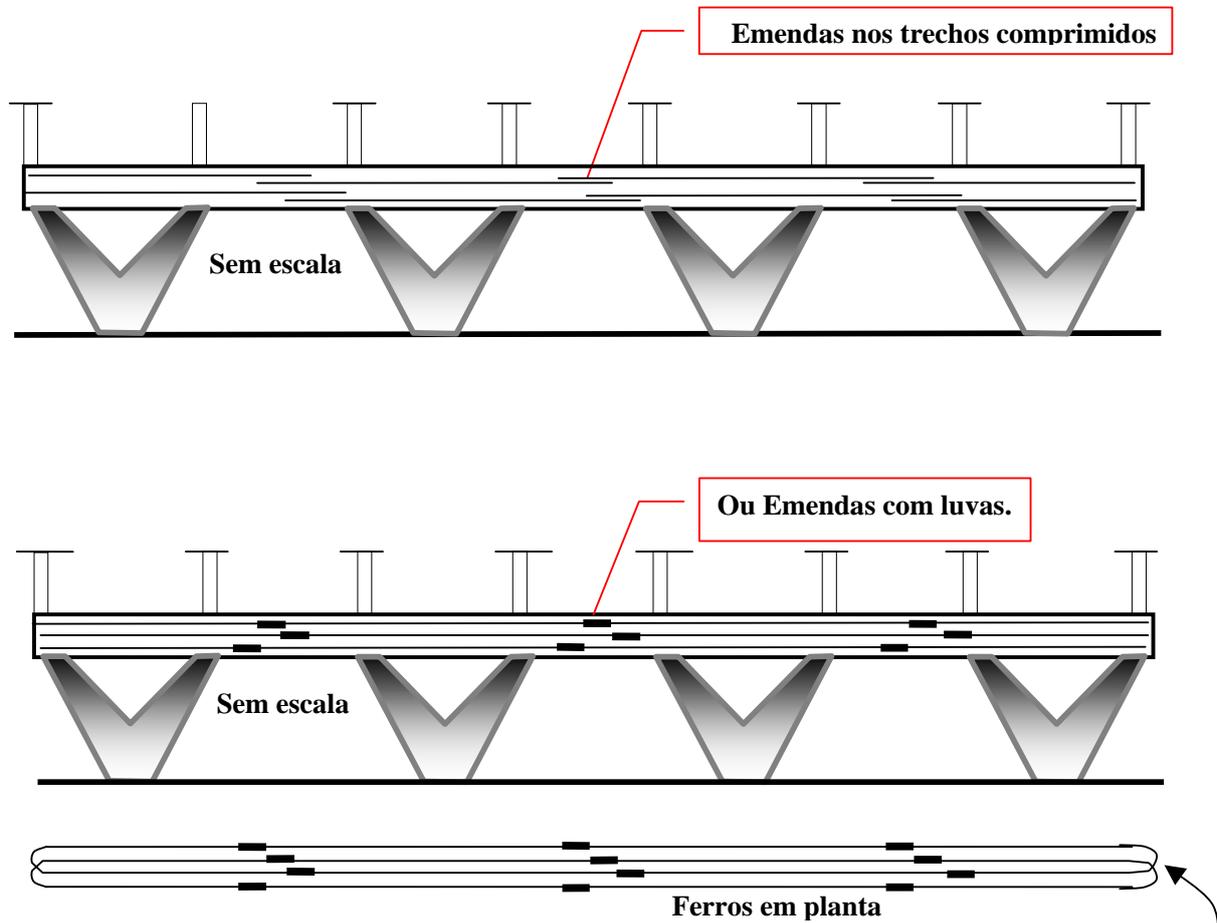
**Resumo do exemplo :**

- Tração axial : Armadura superior =  $27 \text{ cm}^2$  ; Armadura inferior =  $27 \text{ cm}^2$ .
- Deve-se considerar, também, a existência do **momento fletor** na viga, devido à carga das lajes e ao peso próprio da viga e das paredes.
- Considerando a existência de momentos fletores na viga a armadura total aumenta .  
Armadura superior =  $40 \text{ cm}^2 = 8 \Phi 25 \text{ mm}$  ; Armadura inferior =  $40 \text{ cm}^2 = 8 \Phi 25 \text{ mm}$ .
- Usar ferros costelas de grande diâmetro ( $\Phi > 12,5 \text{ mm}$ ) , para limitar abertura de eventuais fissuras.
- As emendas necessárias das barras devem ser projetadas e executadas nos trechos comprimidos, i.e. nos trechos das bielas comprimidas.

**EXEMPLO Nº 115:**

**TIPO DE ESTRUTURA :** Prédios de concreto armado com pilares em forma de **V V V**

**FISSURAÇÃO :** Fissuras nas vigas do teto do pilotis nos vãos extremos



- Atenção especial deve ser dada à ancoragem das barras nos dois extremos da viga.



Pilotis do Prédio da Fundação Getúlio Vargas 1958 (Rio de Janeiro),

**EXEMPLO Nº 115:**

**TIPO DE ESTRUTURA :** Prédios de concreto armado com pilares em forma de **V V V**

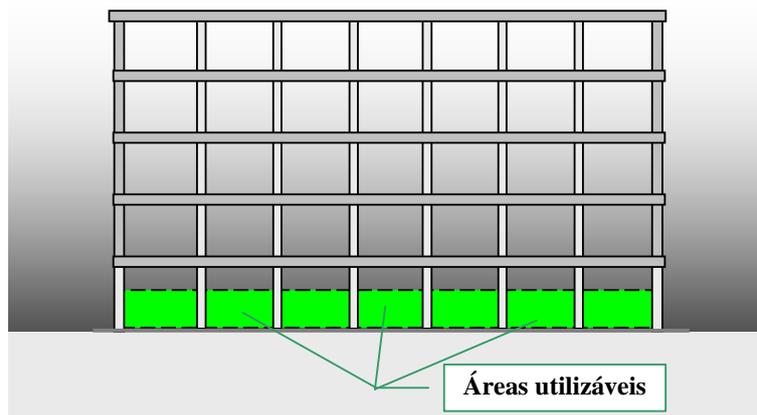
**FISSURAÇÃO :** Fissuras nas vigas do teto do pilotis nos vãos extremos

**Comentários :**

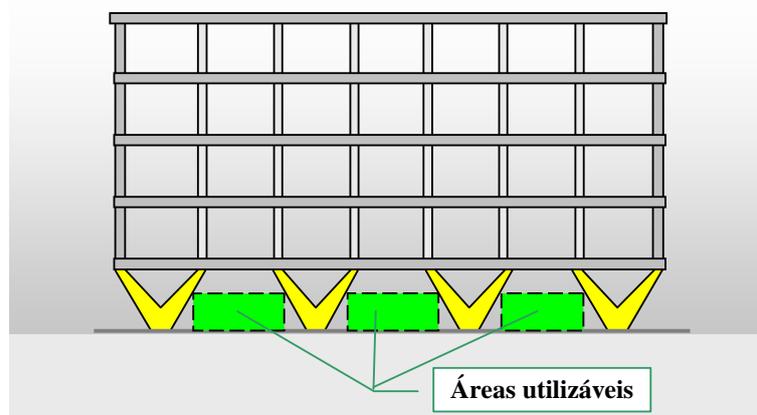


Fotos: Ver revista ESTRUTURA – Nº 25 - 1960

Esse tipo de pilar em **V V V V**, na prática, não aumenta o espaço útil total nos pilotis, nem aumenta o espaço útil na garagem. Pelo contrário, a circulação das pessoas e dos veículos fica menos regular.



- A solução usual, com pilares verticais até a fundação, é mais eficiente estruturalmente e não reduz a circulação pelos espaços úteis.



- A solução com pilares em **V V V V**, reduz a circulação pelos espaços úteis em até 50%. Por isso, esse tipo de pilar **V** não é mais usado. Além disso, pessoas desatentas batem com a cabeça no pilar inclinado.