



PEF2602
Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados



Treliças - I

(Aula 5 - 19/09/2016)

Professores
Ruy Marcelo O. Pauletti & Leila Meneghetti Valverdes
2º Semestre 2016



Pontes em arcos treliçados sobre o rio Karun, Irã (2012)
vão principal (300m)

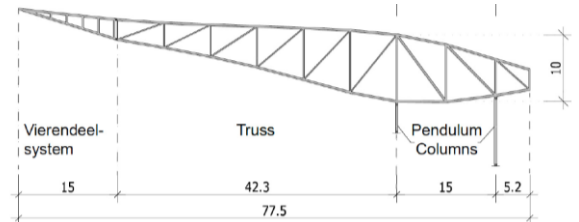
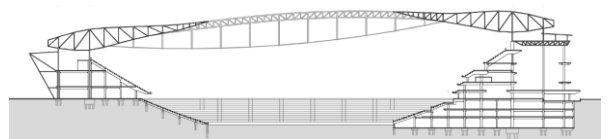


PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados



Arena Corinthians (São Paulo, 2014)

PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados



Treliças da Cobertura da Arena Corinthians (São Paulo, 2014)

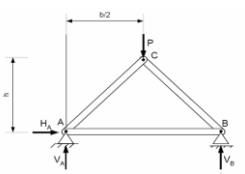
PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados



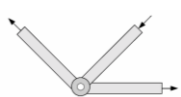


Acem Colômbia
12/07/2013

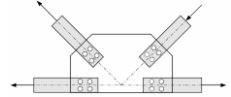
PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados



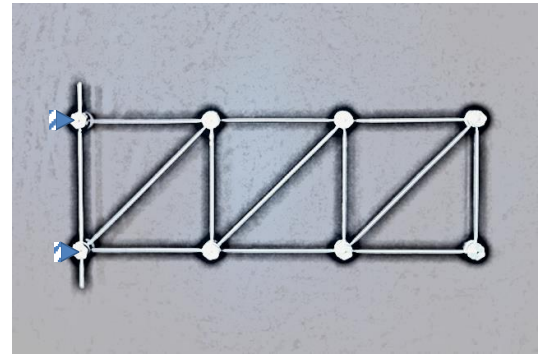
Módulo básico de uma treliça plana (Triângulo)



Nó ideal: articulação

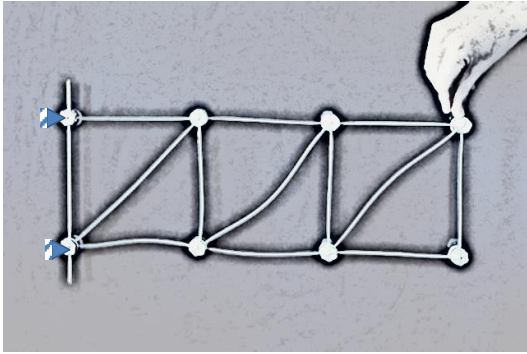


Nó usual: rígido, mas com os eixos das barras convergindo para os nós

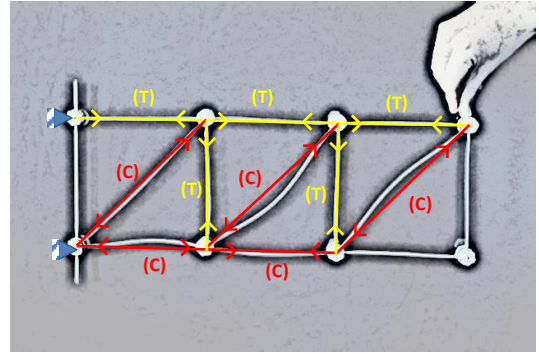


PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados

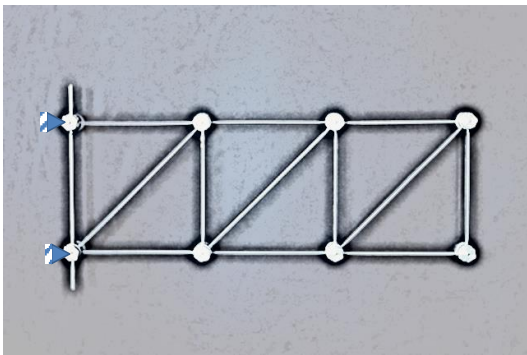




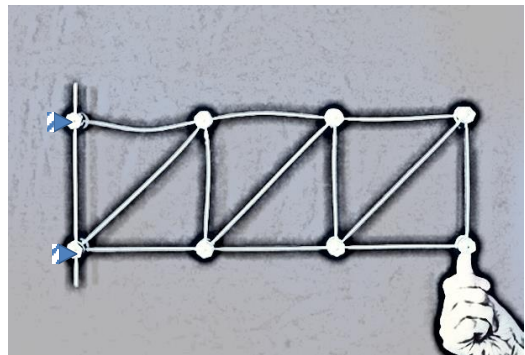
PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados



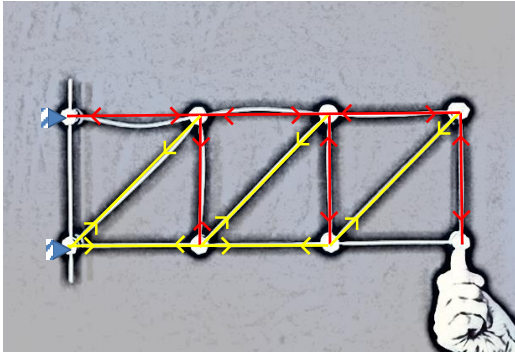
PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados



PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados



PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados



PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados



Trelça Pratt

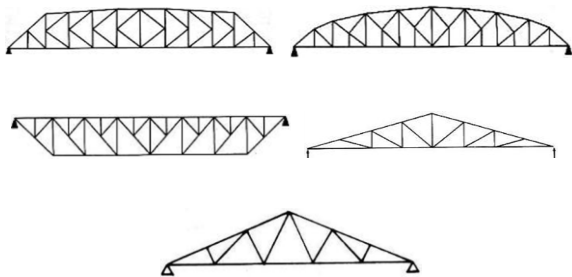


Trelça Howe



Trelça Warren

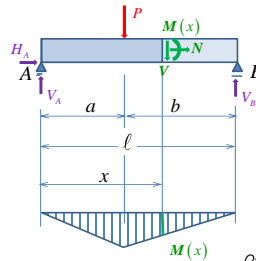
PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados



PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados

TRELIÇAS – Método de Ritter

Recordando das VIGAS:



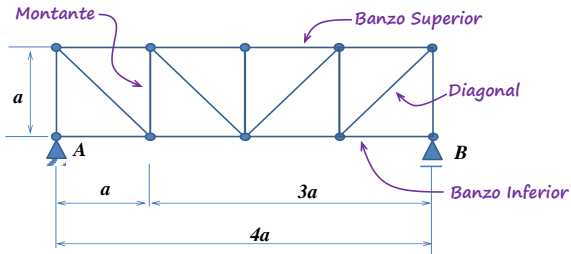
$$\text{Equilíbrio: } \begin{cases} \sum_i F_{ix} = H_A = 0 \\ \sum_i F_{iy} = V_A + V_B - P = 0 \\ \sum M'(A) = V_B \ell - Pa = 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} V_B &= \frac{Pa}{\ell} \\ \therefore V_A &= \frac{P(\ell - a)}{\ell} = \frac{Pb}{\ell} \end{aligned}$$

Os esforços solicitantes são determinados imaginando-se seções de corte genéricas!

PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados

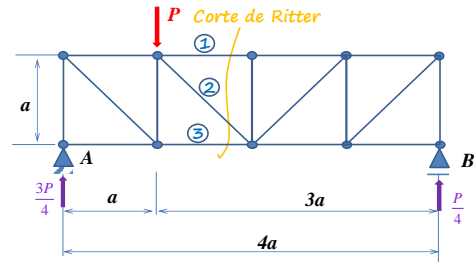
TRELIÇAS – Método de Ritter



PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I – Sistemas Reticulados



TRELIÇAS – Método de Ritter



PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I – Sistemas Reticulados



TRELIÇAS – Método de Ritter

$\sum_i F_H^i = N_1 + N_2 \cos \alpha + N_3 = 0$
 $N_1 + \frac{\sqrt{2}}{2} N_2 + N_3 = 0$
 $\sum_i F_V^i = \frac{3}{4} P - P - N_2 \sin \alpha = 0$
 $N_2 = -\frac{\sqrt{2} P}{4}$ **Compressão!**
 $\sum_i M_{(D)}^i = N_3 a - \frac{3P}{4} a = 0$
 $N_3 = \frac{3P}{4}$ **Tração!**
 $N_1 = -\frac{P}{4}$ **Compressão!**

Forças incógnitas saindo do corte!



PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I – Sistemas Reticulados



TRELIÇAS – Método de Ritter

Forças incógnitas saindo do corte!



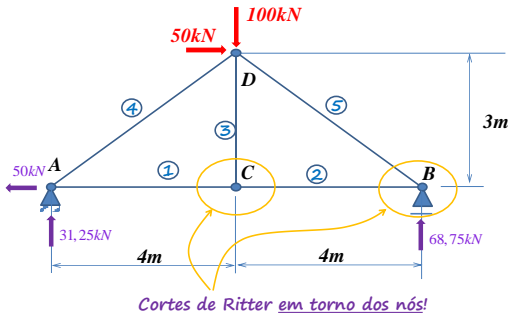
PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I – Sistemas Reticulados



Notas:

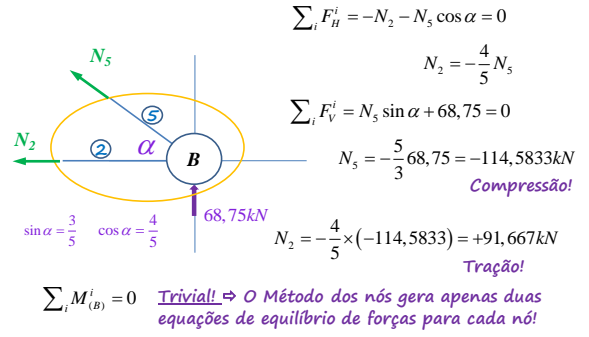
- Até 3 barras podem ser determinadas por cada corte de Ritter!
- Podem ser cortadas quantas barras forem necessárias!

TRELIÇAS – Método dos Nós



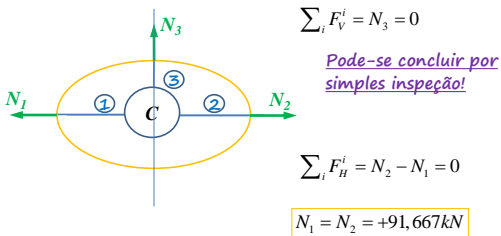
PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I – Sistemas Reticulados

Corte de Ritter em torno do nó B:



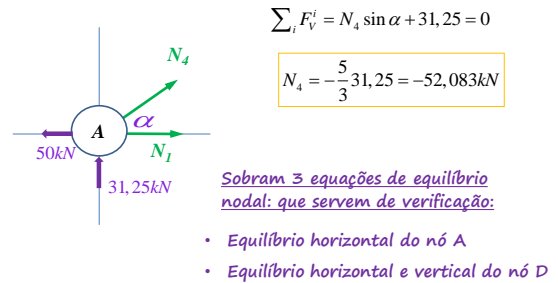
PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I – Sistemas Reticulados

Corte de Ritter em torno do nó C:

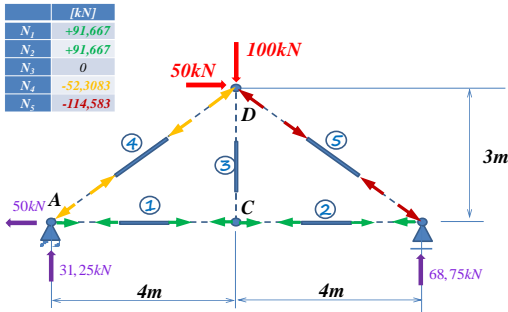


PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I – Sistemas Reticulados

Nó A:

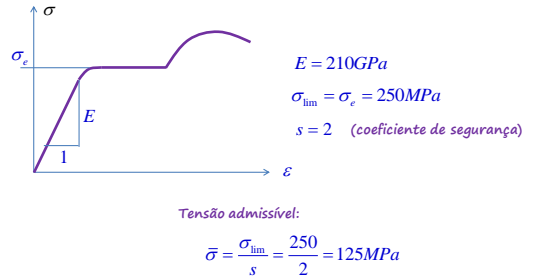


PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I – Sistemas Reticulados



PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados

Dimensionamento:



PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados

1. Barras Tracionadas: $\sigma = \frac{N}{A} \leq \bar{\sigma}$

1.1. Adotando barra circular, de diâmetro 'd':



$$A = \frac{\pi d^2}{4} \geq \frac{N}{\bar{\sigma}}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{4N}{\pi \bar{\sigma}}} = \sqrt{\frac{4 \times 91,667 \times 10^3}{\pi \times 125 \times 10^6}} = 0,0306m = 3,06cm$$

PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados

1.2. Escolha de um perfil comercial: d

$$A \geq \frac{N}{\bar{\sigma}} = \frac{91,667 \times 10^3}{125 \times 10^6} = 7,33 \times 10^{-4} m^2 = 7,33 cm^2$$

Catálogo Vallourec & Mannesmann:

Diâmetro externo	Espessura da parede	Massa linear	Superfície de corte transversal	Segundo momento da superfície	Raio de inércia	Momento elástico de resistência	Momento plástico de resistência
D	T	M	A	I	i	W _e	W _p
mm	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³	cm ³
48.3	2.9	3.25	4.14	10.7	1.61	4.43	5.99
	5.6	5.90	7.51	17.4	1.52	7.21	10.3
	6.3	6.53	8.31	18.7	1.50	7.76	11.2
60.3	3.2	4.51	5.74	23.5	2.02	7.78	10.4
	3.6	5.03	6.41	25.9	2.01	8.58	11.6
	4.0	5.55	7.07	28.2	2.00	9.34	12.7
	4.5	6.19	7.89	30.9	1.98	10.2	14.0
76.1	3.2	5.75	7.33	48.8	2.58	12.8	17.0
	3.6	6.44	8.20	54.0	2.57	14.2	18.9
	4.0	7.11	9.06	59.1	2.55	15.5	20.8



PEF2602 : Estruturas na Arquitetura I I - Sistemas Reticulados

2. Barras Comprimidadas:

2.1. Adotando seção quadrada maciça, de lado 'a':



$$A = a^2 \quad I = \frac{a^4}{12}$$

(Nota: não é uma escolha prática, é apenas para exercitar as fórmulas!)

1º Critério: Tensão Normal: $|\sigma_{\max}| = \frac{N_{\max}^c}{A} \leq \bar{\sigma}$

$$N_{\max}^c = -114,4583 \text{ kN} \quad |\sigma| = \frac{|-114,4583 \times 10^3|}{a^2} \leq 125 \times 10^6$$

$$a \geq \sqrt{\frac{114,4583 \times 10^3}{125 \times 10^6}} = 0,0303 \text{ m} = 3,03 \text{ cm}$$

PEF2602 : Estruturas na Arquitetura 11 - Sistemas Reticulados

2. Barras Comprimidadas:

2º Critério: Estabilidade

$$|N| \leq \frac{P_{\text{crit}}}{s}$$



$$P_{\text{crit}} = \frac{\pi^2 EI}{\ell^2} = \frac{\pi^2 EI}{\ell^2}$$

$$|N_{\max}^c| \leq \frac{1}{s} \frac{\pi^2 EI}{\ell^2} \quad I = \frac{a^4}{12} \geq \frac{s \ell^2 |N_{\max}^c|}{\pi^2 E}$$

$$a \geq \sqrt[4]{\frac{12 s \ell^2 |N_{\max}^c|}{\pi^2 E}} = \sqrt[4]{\frac{12 \times 2 \times 5^2 \times 114,4583 \times 10^3}{\pi^2 \times 210 \times 10^9}} = 0,076 \text{ m}$$

$$a \geq 7,6 \text{ cm}$$



PEF2602 : Estruturas na Arquitetura 11 - Sistemas Reticulados

2. Barras Comprimidadas:

2.1. Escolha de um perfil comercial:



1º Critério: Tensão Normal:

$$\frac{N_{\max}^c}{A} \leq \bar{\sigma}$$

$$A \geq \frac{N_{\max}^c}{\bar{\sigma}}$$

$$A \geq \frac{|-114,4583 \times 10^3|}{125 \times 10^6} = 9,157 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 9,157 \text{ cm}^2$$

2º Critério: Estabilidade

$$|N_{\max}^c| \leq \frac{1}{s} \frac{\pi^2 EI}{\ell^2}$$

$$I \geq \frac{s \ell^2 |N_{\max}^c|}{\pi^2 E}$$

$$I \geq \frac{2 \times 5^2 \times 114,4583 \times 10^3}{\pi^2 \times 210 \times 10^9} = 2,76 \times 10^{-6} \text{ m}^4 = 276 \text{ cm}^4$$

PEF2602 : Estruturas na Arquitetura 11 - Sistemas Reticulados

2. Barras Comprimidadas:

2.1. Escolha de um perfil comercial:



$$A \geq 9,157 \text{ cm}^2$$

$$I \geq 276 \text{ cm}^4$$

Perfis MSH de seção circular

D	T	M	A	I
mm	mm	kg/m	cm ⁴	cm ⁴
76,1	3,2	5,75	7,33	48,8
	3,6	6,44	8,20	54,0
	4,0	7,11	9,06	59,1
	4,5	7,95	10,1	65,1
	17,5	25,3	22,2	151
	20,0	27,7	25,2	156
88,9	3,6	7,57	9,65	87,9
	4,0	8,38	10,7	96,3
	17,5	30,8	39,3	265
	20,0	34,0	43,3	279
	25,0	39,4	50,2	295

Perfis MSH de seção circular

D	T	M	A	I
mm	mm	kg/m	cm ⁴	cm ⁴
101,6	4,0	9,63	12,3	146
	8,8	20,1	25,7	279
	10,0	22,6	28,8	305
114,3	4,0	10,9	13,9	211
	5,0	13,5	17,2	257
	5,6	15,0	19,1	283
139,7	4,5	15,0	19,1	437
	5,6	16,8	23,7	489
	5,6	18,5	23,6	511
	6,3	20,7	26,4	589

PEF2602 : Estruturas na Arquitetura 11 - Sistemas Reticulados

PEF2602 : Estruturas na Arquitetura 11 - Sistemas Reticulados