

Manual Planilha Treliça v0.1

Material desenvolvido por Luiz Eduardo Belluco Arraes para auxiliar no aprendizado e validação do método dos elementos finitos para elementos do tipo treliça utilizando o software Excel.

Quantos nós você precisa? (mínimo 2 e limite 16)	11
--	----

Insira as coordenadas			Condições de Contorno		Esforços	
Nó	X	Y	Ux	Uy	Fx	Fy
1	0	0	0	0		
2	2000	0		0		
3	2000	2000				
4	0	2000				
5	1000	3000				
6	3000	0		0		
7	5000	0		0		
8	5000	2000				
9	3000	2000				
10	4000	3000				
11	2500	3500				3000

Campos em destaque são os campos editáveis.

Primeiro campo: Escolher a quantidade de nós que tem sua estrutura. O limite é de 16 nós.

Segundo campo: Define as coordenadas de cada nó em X e Y.

Terceiro campo: Define os deslocamentos impostos para cada grau de liberdade do nó.

Quarto campo: Impõe os esforços para cada sentido do nó.

Quantos materiais você precisa? (limite 11) 1

Insira as propriedades		
Material	Descrição	E
1	Aço	2.06E+05

Campos em destaque são os campos editáveis.

Primeiro campo: Escolher a quantidade de materiais necessários para descrever a sua estrutura.

Segundo campo: Define o nome que identifica o seu material.

Terceiro campo: Define as propriedades do material, neste caso como se trata de uma estrutura de treliça a única informação necessária é o Módulo de Elasticidade (E).

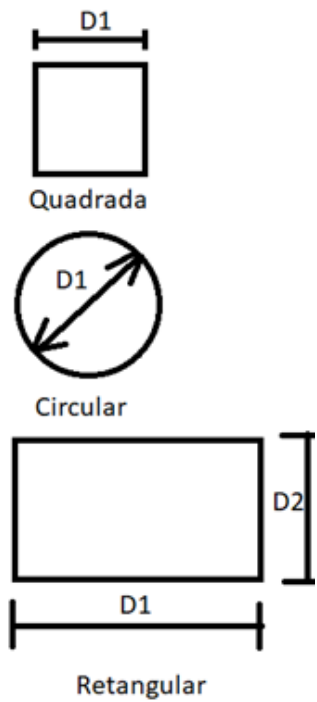
Quanto geometrias você precisa? (limite 11)	1
---	---

Geometria	Tipo	D1	D2
1	Retangular	74	1

Campos em destaque são os campos editáveis.

Primeiro campo: Escolher a quantidade de geometrias (seções) que tem sua estrutura.

Segundo campo: Escolhe o tipo de seção que será utilizada no cálculo. Atualmente as disponíveis são:



Terceiro campo: Define a dimensão D1.

Quarto campo: Define a dimensão D2.

Elementos
16 de 55 possíveis

Elemento	Nó 1	Nó 2	Material	E	Geometria	A	L ₀	$\theta_0[^\circ]$
1	1	2	Aço	206000	1	74	2000	0
2	2	3	Aço	206000	1	74	2000	90
3	3	4	Aço	206000	1	74	2000	180
4	1	4	Aço	206000	1	74	2000	90
5	3	5	Aço	206000	1	74	1414.2136	135
6	4	5	Aço	206000	1	74	1414.2136	45
7	5	11	Aço	206000	1	74	1581.1388	18.434949
8	10	11	Aço	206000	1	74	1581.1388	161.56505
9	10	8	Aço	206000	1	74	1414.2136	-45
10	8	7	Aço	206000	1	74	2000	-90
11	7	6	Aço	206000	1	74	2000	180
12	6	9	Aço	206000	1	74	2000	90
13	9	10	Aço	206000	1	74	1414.2136	45
14	8	9	Aço	206000	1	74	2000	180
15	10	5	Aço	206000	1	74	3000	180

Campos em destaque são os campos editáveis.

Primeiro campo: Escolhe o par de nós que compõem o elemento de treliça.

Segundo campo: Escolhe qual o material do elemento de treliça, com base nos materiais definidos anteriormente.

Terceiro campo: Escolhe qual a geometria (seção), que será utilizada naquele elemento de treliça.

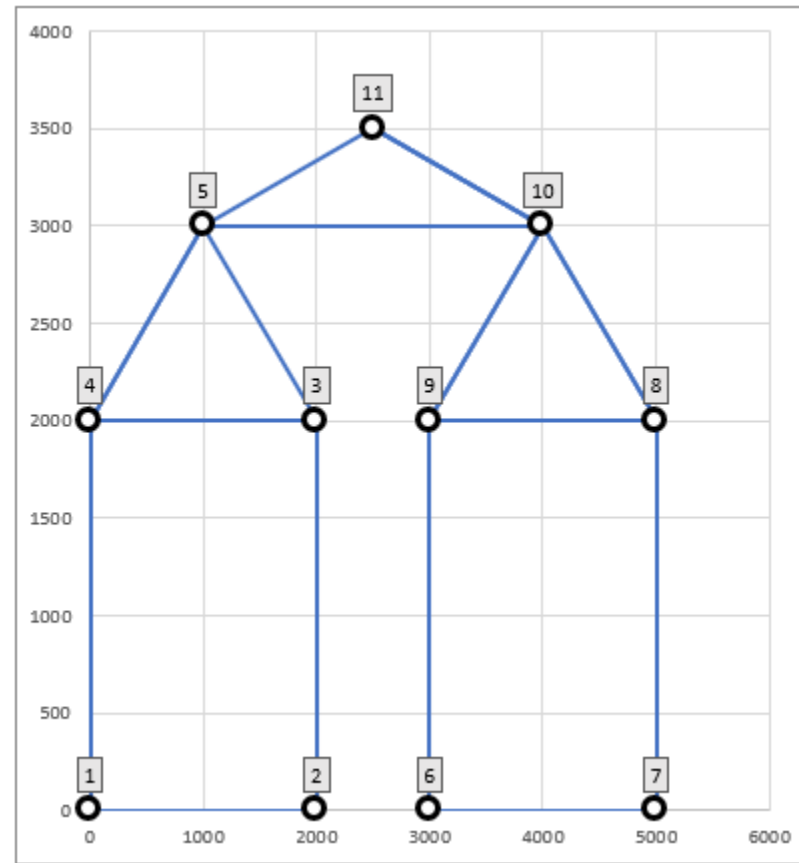
Campos não editáveis

Além dos campos que são possíveis de serem editados a planilha realiza o cálculo da área da seção, do comprimento inicial do elemento e sua inclinação com relação ao eixo x.

Elemento	x	y
1	0	0
	2000	0
2	2000	0
	2000	2000
3	2000	2000
	0	2000
4	0	0
	0	2000
5	2000	2000
	1000	3000
6	0	2000
	1000	3000
7	1000	3000
	2500	3500
8	4000	3000
	2500	3500
9	4000	3000
	5000	2000
10	5000	2000
	5000	0
11	5000	0
	3000	0
12	3000	0
	3000	2000
13	3000	2000
	4000	3000
14	5000	2000
	3000	2000
15	4000	3000
	1000	3000
16	#N/D	#N/D
	#N/D	#N/D

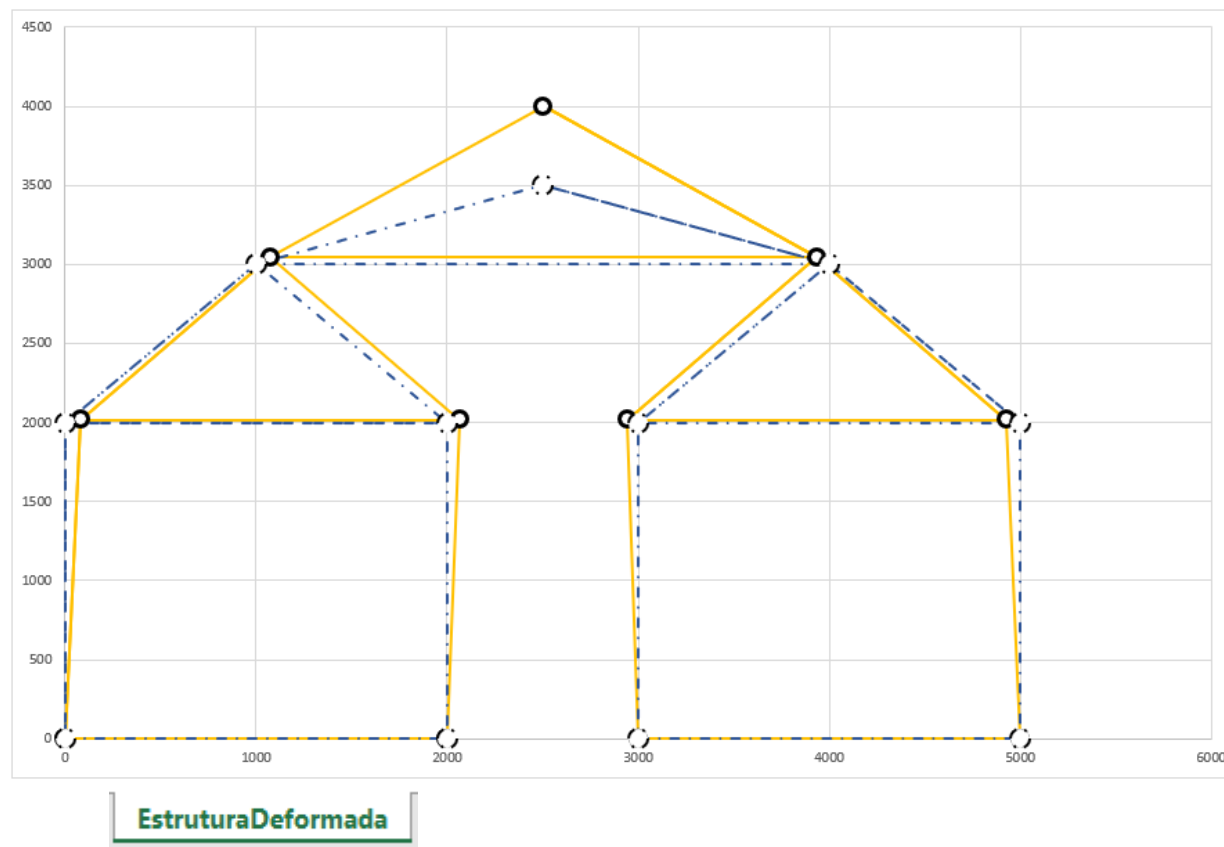
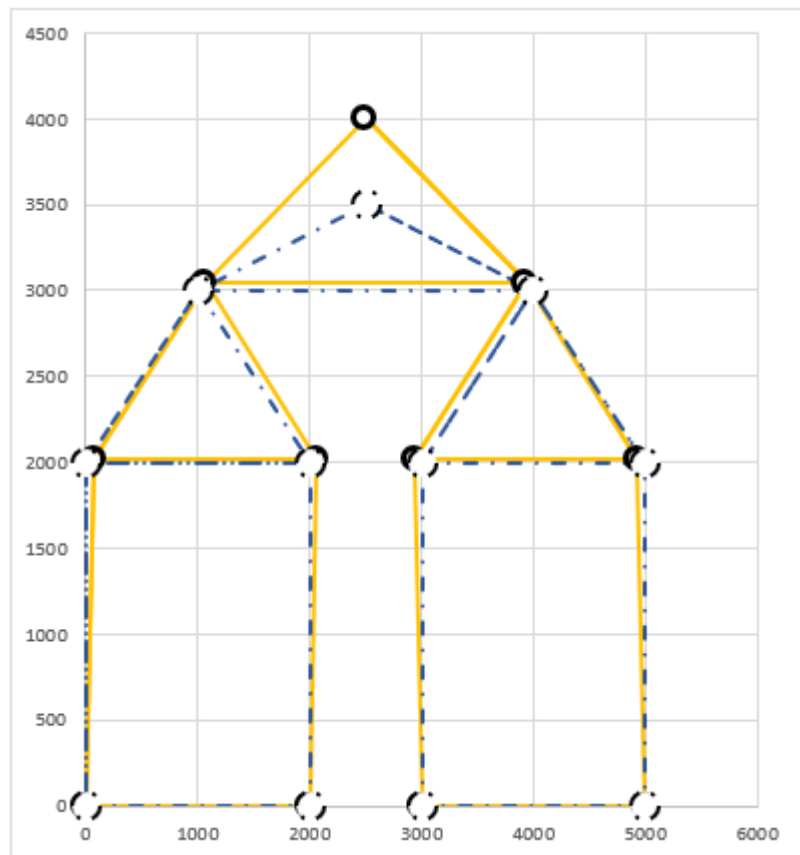
Campos não editáveis

Quadro que faz um resumo das coordenadas dos elementos.



Campos não editáveis

Gráfico que ilustra a estrutura sem deformação definida nos passos anteriores.



Campos não editáveis

Gráfico que ilustra a estrutura deformada sobreposta a estrutura sem deformação. Este mesmo gráfico pode ser visto expandido na planilha "EstruturaDeformada".

Matriz de rigidez de cada elemento

Elemento	1.2	u1	v1	u2	v2
1	u1	7622.00	0.00	-7622.00	0.00
Nós	v1	0.00	0.00	0.00	0.00
1	u2	-7622.00	0.00	7622.00	0.00
2	v2	0.00	0.00	0.00	0.00

Elemento	2.3	u2	v2	u3	v3
2	u2	0.00	0.00	0.00	0.00
Nós	v2	0.00	7622.00	0.00	-7622.00
2	u3	0.00	0.00	0.00	0.00
3	v3	0.00	-7622.00	0.00	7622.00

Elemento	3.4	u3	v3	u4	v4
3	u3	7622.00	0.00	-7622.00	0.00
Nós	v3	0.00	0.00	0.00	0.00
3	u4	-7622.00	0.00	7622.00	0.00
4	v4	0.00	0.00	0.00	0.00

Elemento	1.4	u1	v1	u4	v4
4	u1	0.00	0.00	0.00	0.00
Nós	v1	0.00	7622.00	0.00	-7622.00
1	u4	0.00	0.00	0.00	0.00
4	v4	0.00	-7622.00	0.00	7622.00

Campos não editáveis

Monta a matriz de rigidez de cada elemento.

Matriz de rigidez global

		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
		u1	v1	u2	v2	u3	v3	u4	v4	u5	v5	u6	v6	u7	v7	u8	v8	u9	v9	u10	v10	u11	v11
1	u1	7622.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	v1	0.00	7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	u2	-7622.00	0.00	7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	v2	0.00	0.00	0.00	7622.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	u3	0.00	0.00	0.00	0.00	13011.57	-5389.57	-7622.00	0.00	-5389.57	5389.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	v3	0.00	0.00	0.00	-7622.00	-5389.57	13011.57	0.00	0.00	5389.57	-5389.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	u4	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	13011.57	5389.57	-5389.57	-5389.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	v4	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5389.57	13011.57	-5389.57	-5389.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	u5	0.00	0.00	0.00	0.00	-5389.57	5389.57	-5389.57	-5389.57	24537.51	2892.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-5081.33	0.00	-8677.04	-2892.35
	v5	0.00	0.00	0.00	0.00	5389.57	-5389.57	-5389.57	-5389.57	2892.35	11743.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2892.35	-964.12
6	u6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7622.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	v6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	u7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	v7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7622.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	u8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13011.57	-5389.57	-7622.00	0.00	-5389.57	5389.57	0.00	0.00
	v8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	-5389.57	13011.57	0.00	0.00	5389.57	-5389.57	0.00	0.00
9	u9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	13011.57	5389.57	-5389.57	-5389.57	0.00	0.00
	v9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5389.57	13011.57	-5389.57	-5389.57	0.00	0.00
10	u10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-5081.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-5389.57	5389.57	-5389.57	-5389.57	24537.51	-2892.35	-8677.04	2892.35
	v10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5389.57	-5389.57	-5389.57	-5389.57	-2892.35	11743.25	2892.35	-964.12
11	u11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8677.04	-2892.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8677.04	2892.35	17354.07	0.00
	v11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2892.35	-964.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2892.35	-964.12	0.00	1928.23

Campos não editáveis

Monta a matriz de rigidez global da estrutura.

Vetor Deslocamentos

			1
1	u1	0	1
	v1	0	1
2	u2	u2	0
	v2	v2	0
3	u3	u3	0
	v3	v3	0
4	u4	u4	0
	v4	v4	0
5	u5	u5	0
	v5	v5	0
6	u6	u6	0
	v6	v6	0
7	u7	u7	0
	v7	0	1
8	u8	u8	0
	v8	v8	0
9	u9	u9	0
	v9	v9	0
10	u10	u10	0
	v10	v10	0
11	u11	u11	0
	v11	v11	0

Campos não editáveis

Monta o vetor de deslocamentos e identifica os graus de liberdade onde existe um deslocamento imposto.

Piscicultura de marais

[illegible][illegible]

Campos não editáveis

Na parte inferior da matriz de rigidez global e do vetor de deslocamentos é realizado o “pivoteamento” da matriz e do vetor através de algumas iterações, ou seja, é realizada uma reordenação da matriz e do vetor de forma que a matriz siga a seguinte estrutura:

Matriz de rigidez global pivotada

32	u1	v1	v2	v6	v7	v3	u4	v4	u5	v5	u6	u2	u7	u3	u8	v8	u9	v9	u10	v10	u11	v11
u1	7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
v1	0.00	7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
v2	0.00	0.00	7622.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
v6	0.00	0.00	0.00	7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00
v7	0.00	0.00	0.00	0.00	7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
v3	0.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	13011.57	0.00	0.00	5389.57	-5389.57	0.00	0.00	0.00	-5389.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
u4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13011.57	5389.57	-5389.57	-5389.57	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
v4	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5389.57	13011.57	-5389.57	-5389.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
u5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5389.57	-5389.57	-5389.57	24537.51	2892.35	0.00	0.00	0.00	-5389.57	0.00	0.00	0.00	0.00	-5081.33	0.00	-8677.04	-2892.35
v5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-5389.57	-5389.57	-5389.57	2892.35	11743.25	0.00	0.00	0.00	5389.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2892.35	-964.12
u6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7622.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
u2	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
u7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
u3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-5389.57	-7622.00	0.00	-5389.57	5389.57	0.00	0.00	0.00	13011.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
u8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13011.57	-5389.57	-7622.00	0.00	-5389.57	5389.57	0.00	0.00
v8	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-5389.57	13011.57	0.00	0.00	5389.57	-5389.57	0.00	0.00
u9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	13011.57	5389.57	-5389.57	-5389.57	0.00	0.00
v9	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5389.57	13011.57	-5389.57	-5389.57	0.00	0.00
u10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-5081.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-5389.57	5389.57	-5389.57	-5389.57	24537.51	-2892.35	-8677.04	2892.35
v10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5389.57	-5389.57	-5389.57	-5389.57	-2892.35	11743.25	2892.35	-964.12
u11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8677.04	-2892.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8677.04	2892.35	17354.07	0.00
v11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2892.35	-964.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2892.35	-964.12	0.00	1928.23

u1	0
v1	0
v2	0
v6	0
v7	0
v3	v3
u4	u4
v4	v4
u5	u5
v5	v5
u6	u6
u2	u2
u7	u7
u3	u3
u8	u8
v8	v8
u9	u9
v9	v9
u10	u10
v10	v10
u11	u11
v11	v11

$$\begin{bmatrix} K_{\alpha\alpha} & K_{\alpha\beta} \\ K_{\beta\alpha} & K_{\beta\beta} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_{\alpha} \\ u_{\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{\alpha} \\ F_{\beta} \end{bmatrix}$$

Campos não editáveis

Com essa ordenação é possível obter os deslocamentos que até então são desconhecidos através da solução do sistema:

$$K_{\beta\alpha} * u_{\alpha} + K_{\beta\beta} * u_{\beta} = F_{\beta}$$

Se deseja portanto encontrar o valor do vetor u_{β} , para se obter esta solução se utilizou o método iterativo de Gauss-Seidel.

Gauss-Seidel

v3	u4	v4	u5	v5	u6	u2	u7	u3	u8	v8	u9	v9	u10	v10	u11	v11
13011.57	0.00	0.00	5389.57	-5389.57	0.00	0.00	0.00	-5389.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	13011.57	5389.57	-5389.57	-5389.57	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	5389.57	13011.57	-5389.57	-5389.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5389.57	-5389.57	-5389.57	24537.51	2892.35	0.00	0.00	0.00	-5389.57	0.00	0.00	0.00	0.00	-5081.33	0.00	-8677.04	-2892.35
-5389.57	-5389.57	-5389.57	2892.35	11743.25	0.00	0.00	0.00	5389.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2892.35	-964.12
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7622.00	0.00	-7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	7622.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-5389.57	-7622.00	0.00	-5389.57	5389.57	0.00	0.00	0.00	13011.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13011.57	-5389.57	-7622.00	0.00	-5389.57	5389.57	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-5389.57	13011.57	0.00	0.00	5389.57	-5389.57	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7622.00	0.00	13011.57	5389.57	-5389.57	-5389.57	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5389.57	13011.57	-5389.57	-5389.57	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	-5081.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-5389.57	5389.57	-5389.57	-5389.57	24537.51	-2892.35	-8677.04	2892.35
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5389.57	-5389.57	-5389.57	-5389.57	-2892.35	11743.25	2892.35	-964.12
0.00	0.00	0.00	-8677.04	-2892.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8677.04	2892.35	17354.07	0.00
0.00	0.00	0.00	-2892.35	-964.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2892.35	-964.12	0.00	1928.23

Campos não editáveis

Matriz $K\beta\beta$ utilizada para cálculo iterativo por Gauss-Seidel.

Fv3	0
Fu4	0
Fv4	0
Fu5	0
Fv5	0
Fu6	0
Fu2	0
Fu7	0
Fu3	0
Fu8	0
Fv8	0
Fu9	0
Fv9	0
Fu10	0
Fv10	0
Fu11	0
Fv11	3000

Campos não editáveis

Vetor $F\beta$ utilizado para obter a solução do sistema.

e 1.00E-09

i	v3	u4	v4	u5	v5	u6	u2	u7	u3	u8	v8	u9	v9	u10	v10	u11	v11		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.555831	0	0
2	0	0	0	0.183392721	0.082563582	0	0	0	0.041765	0	0	0	0	-0.14541	0.091917	0.01743	2.136283	0	0
3	-0.02447	0.134628	0.054398	0.274197508	0.16850349	0	-1.5E-18	0	0.112509	-0.09831	0.057586	-0.07975	0.010872	-0.2274	0.155024	0.025644	2.469993	0	0
4	0.002823	0.226747	0.089451	0.326807838	0.223387717	6.66E-19	1.73E-19	-2.9E-18	0.176833	-0.18127	0.083323	-0.14067	0.028286	-0.27893	0.197625	0.028232	2.674945	0	0
5	0.030408	0.294433	0.10594	0.361299346	0.254127719	-1.1E-18	1.86E-18	-6.2E-18	0.229462	-0.24528	0.095796	-0.18908	0.044641	-0.31385	0.225606	0.028478	2.808424	0	0
6	0.050654	0.345452	0.111827	0.385876962	0.270347889	-3.5E-18	3.1E-18	-9.4E-18	0.271197	-0.29453	0.101452	-0.22758	0.057712	-0.33875	0.243899	0.027969	2.899901	0	0
7	0.06448	0.38436	0.11261	0.404259239	0.278612617	-5.8E-18	3.95E-18	-1.2E-17	0.303906	-0.33263	0.103563	-0.25805	0.067596	-0.35711	0.25602	0.027341	2.965199	0	0
8	0.073837	0.414234	0.111273	0.418356018	0.28272671	-7.9E-18	4.52E-18	-1.4E-17	0.329417	-0.36223	0.103926	-0.28206	0.074961	-0.37092	0.264245	0.0268	3.013226	0	0
9	0.080269	0.437275	0.109273	0.429293359	0.284742771	-9.7E-18	4.92E-18	-1.6E-17	0.349273	-0.38527	0.103508	-0.30092	0.080461	-0.38144	0.26998	0.026387	3.049292	0	0
10	0.084799	0.455101	0.107255	0.437820572	0.28572248	-1.1E-17	5.19E-18	-1.7E-17	0.364718	-0.40323	0.102804	-0.3157	0.0846	-0.38952	0.274087	0.026089	3.076749	0	0
11	0.08807	0.468922	0.105468	0.444479445	0.286199106	-1.2E-17	5.39E-18	-1.9E-17	0.37673	-0.41723	0.102055	-0.32726	0.087742	-0.39576	0.277095	0.025877	3.097837	0	0
12	0.090485	0.479654	0.103978	0.449680386	0.286434503	-1.3E-17	5.54E-18	-1.9E-17	0.386073	-0.42814	0.101365	-0.33629	0.090145	-0.40059	0.279338	0.025728	3.114123	0	0
13	0.092298	0.487996	0.102774	0.453741268	0.286554894	-1.4E-17	5.65E-18	-2E-17	0.393344	-0.43665	0.100771	-0.34334	0.091994	-0.40434	0.281033	0.025622	3.126744	0	0
14	0.093677	0.494486	0.101818	0.456910521	0.286620217	-1.4E-17	5.74E-18	-2.1E-17	0.399002	-0.44328	0.100279	-0.34884	0.093422	-0.40725	0.282327	0.025546	3.136544	0	0
15	0.094735	0.499536	0.101066	0.459382826	0.286658625	-1.5E-17	5.8E-18	-2.1E-17	0.403407	-0.44844	0.099881	-0.35313	0.094528	-0.40951	0.283321	0.025491	3.144165	0	0
16	0.095552	0.503468	0.100477	0.461310749	0.286683286	-1.5E-17	5.85E-18	-2.1E-17	0.406837	-0.45247	0.099562	-0.35648	0.095387	-0.41128	0.284088	0.02545	3.150095	0	0
17	0.096184	0.50653	0.100018	0.462813739	0.286700403	-1.6E-17	5.89E-18	-2.2E-17	0.409508	-0.45561	0.09931	-0.35908	0.096054	-0.41265	0.284681	0.02542	3.154712	0	0
18	0.096675	0.508914	0.09966	0.463985215	0.286712978	-1.6E-17	5.92E-18	-2.2E-17	0.411588	-0.45805	0.099111	-0.36111	0.096573	-0.41371	0.285142	0.025397	3.158307	0	0
19	0.097057	0.510771	0.099381	0.464898165	0.286722548	-1.6E-17	5.95E-18	-2.2E-17	0.413208	-0.45996	0.098955	-0.36269	0.096977	-0.41455	0.2855	0.02538	3.161107	0	0

Campos não editáveis

Método iterativo, cada linha representa uma iteração, no canto superior esquerdo é especificado o resíduo admissível para considerar que a solução convergiu.

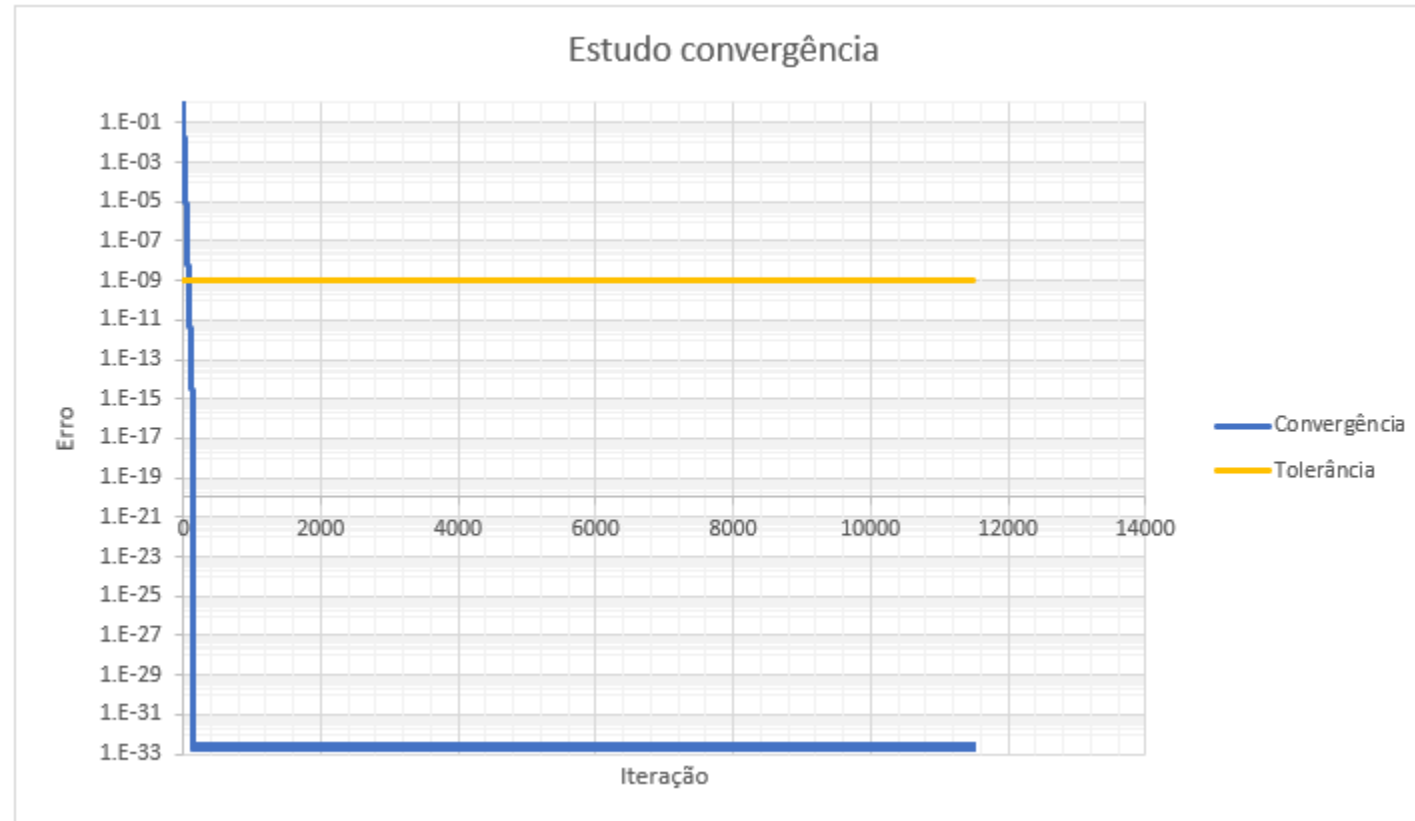
1.00E+00	1.00E-09
1.00E+00	1.00E-09
2.72E-01	1.00E-09
1.35E-01	1.00E-09
7.66E-02	1.00E-09
4.75E-02	1.00E-09
3.15E-02	1.00E-09
2.20E-02	1.00E-09
1.59E-02	1.00E-09
1.18E-02	1.00E-09
8.92E-03	1.00E-09
6.81E-03	1.00E-09
5.23E-03	1.00E-09
4.04E-03	1.00E-09
3.12E-03	1.00E-09
2.42E-03	1.00E-09
1.88E-03	1.00E-09
1.46E-03	1.00E-09
1.14E-03	1.00E-09

Campos não editáveis

Primeira linha representa linha em que a solução convergiu.

Coluna da esquerda mostra o resíduo para aquela iteração.

Coluna da direita mostra o critério para atingir a convergência.



Campos não editáveis

Gráfico que indica se solução convergiu ou se serão necessárias mais iterações para reduzir o resíduo.

Deslocamentos

u1	0
v1	0
u2	6.02769E-18
v2	0
u3	0.418919198
v3	0.098399369
u4	0.517318567
v4	0.098399371
u5	0.468118885
v5	0.286756779
u6	-1.65319E-17
v6	0
u7	-2.25596E-17
v7	0
u8	-0.466675124
v8	0.098399371
u9	-0.368275755
v9	0.098399369
u10	-0.417475442
v10	0.286756778
u11	0.025321722
v11	3.170978921

Campos não editáveis

Vetor u_β resolvido com o método iterativo.

Reações

Ru1	-9.18861E-14
Rv1	-750.0000063
Rv2	-749.9999913
Rv6	-749.9999908
Rv7	-750.0000036

Campos não editáveis

Vetor $F\alpha$ resolvido com multiplicação de matrizes, representa as reações de apoio da estrutura.

Elemento	Nó 1	Nó 2	Material	E	Geometria	A	L_0	$\theta_0[^\circ]$	L	Solicitação	ϵ	σ
1	1	2	Aço	206000	1	74	2000	0	2000	Corpo Rígido	0	0
2	2	3	Aço	206000	1	74	2000	90	2000.098	Tração	4.92216E-05	10.13965
3	3	4	Aço	206000	1	74	2000	180	1999.902	Compressão	-4.91997E-05	-10.1351
4	1	4	Aço	206000	1	74	2000	90	2000.098	Tração	4.92331E-05	10.14203
5	3	5	Aço	206000	1	74	1414.213562	135	1414.312	Tração	6.95859E-05	14.3347
6	4	5	Aço	206000	1	74	1414.213562	45	1414.312	Tração	6.95859E-05	14.3347
7	5	11	Aço	206000	1	74	1581.13883	18.43494882	1581.633	Tração	0.00031282	64.44095
8	10	11	Aço	206000	1	74	1581.13883	161.5650512	1581.633	Tração	0.00031282	64.44095
9	10	8	Aço	206000	1	74	1414.213562	-45	1414.312	Tração	6.95859E-05	14.3347
10	8	7	Aço	206000	1	74	2000	-90	2000.098	Tração	4.92269E-05	10.14074
11	7	6	Aço	206000	1	74	2000	180	2000	Corpo Rígido	0	0
12	6	9	Aço	206000	1	74	2000	90	2000.098	Tração	4.92166E-05	10.13863
13	9	10	Aço	206000	1	74	1414.213562	45	1414.312	Tração	6.95859E-05	14.3347
14	8	9	Aço	206000	1	74	2000	180	1999.902	Compressão	-4.91997E-05	-10.1351
15	10	5	Aço	206000	1	74	3000	180	2999.114	Compressão	-0.000295198	-60.8108

Campos não editáveis

Tabela com os resultados finais, mostrando um resumo dos resultados para cada elemento, é calculado o comprimento final do elemento, se a sua solicitação é de tração, compressão ou se não sofreu deformação (corpo rígido), é calculada a sua deformação e conseqüentemente a tensão atuante neste.

Coordenadas com deformação		
Nó	X	Y
1	0	0
2	2000	0
3	2000.4189	2000.0984
4	0.5173186	2000.0984
5	1000.4681	3000.2868
6	3000	0
7	5000	0
8	4999.5333	2000.0984
9	2999.6317	2000.0984
10	3999.5825	3000.2868
11	2500.0253	3503.171

Campos não editáveis

São apresentadas as coordenadas dos nós após a solicitação da estrutura.

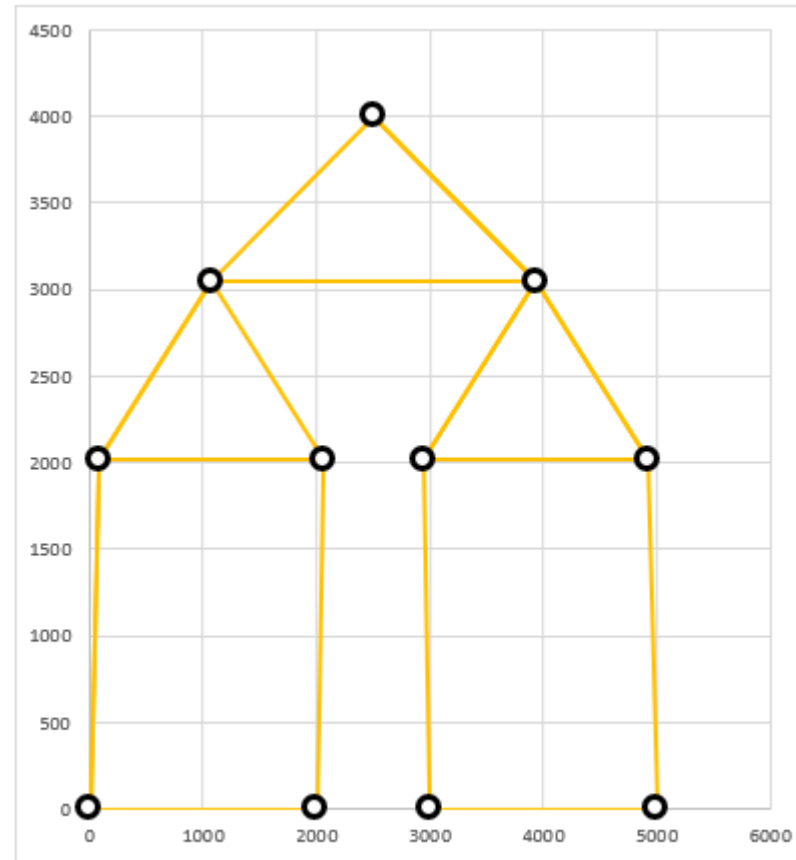
Máx. Dim.	5000
Máx. Deformação	3.170978921
Proporção	10%
Fator de escala	157.6800138

Coordenadas com deformação		
Nó	X	Y
1	0	0
2	2000	0
3	2066.0552	2015.5156
4	81.570799	2015.5156
5	1073.813	3045.2158
6	3000	0
7	5000	0
8	4926.4147	2015.5156
9	2941.9303	2015.5156
10	3934.1725	3045.2158
11	2503.9927	4000

Campos não editáveis

É utilizado esse artefato de fator de escala para que a deformação da estrutura fique visível

Elemento	x	y
1	0	0
	2000	0
2	2000	0
	2066.055	2015.516
3	2066.055	2015.516
	81.5708	2015.516
4	0	0
	81.5708	2015.516
5	2066.055	2015.516
	1073.813	3045.216
6	81.5708	2015.516
	1073.813	3045.216
7	1073.813	3045.216
	2503.993	4000
8	3934.172	3045.216
	2503.993	4000
9	3934.172	3045.216
	4926.415	2015.516
10	4926.415	2015.516
	5000	0
11	5000	0
	3000	0
12	3000	0
	2941.93	2015.516
13	2941.93	2015.516
	3934.172	3045.216



Campos não editáveis

Por fim é calculada a posição final de cada elemento com fator de escala e a estrutura deformada é plotada.