

SEM0391 – Engenharia Auxiliada por Computador (CAE)

TÓPICOS GERAIS

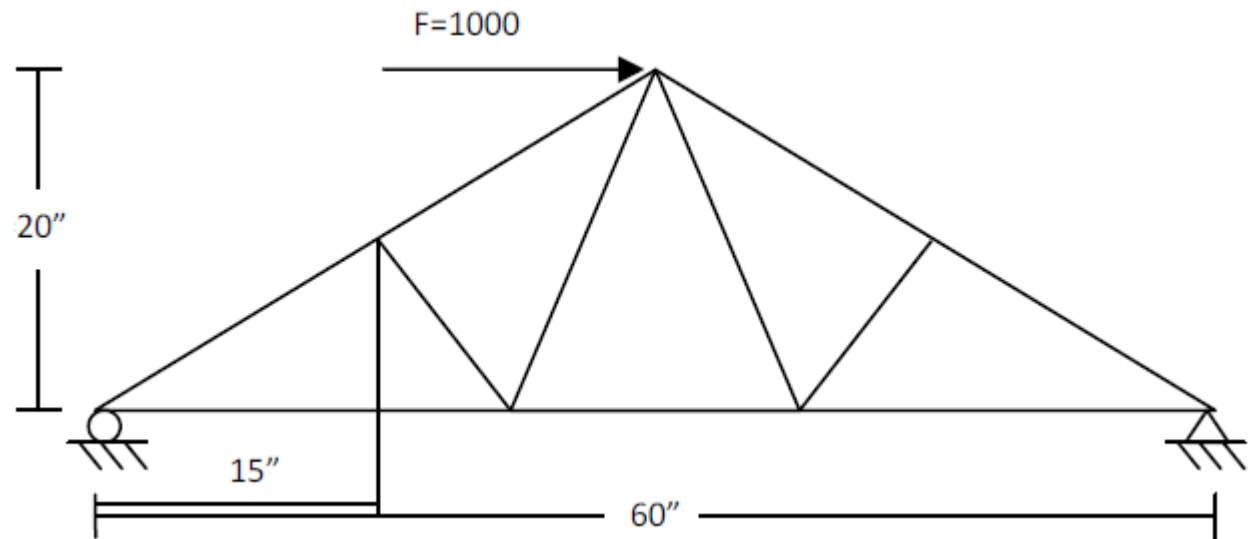
ANÁLISE COM ELEMENTOS 1D

AULA 3

Problema

Exercício da aula 3: Análise de uma treliça 1D

- Criar *keypoints*;
- Criar *lines*;
- Criar malhas (*automesh*);
- Criar material;
- Criar propriedade;
- Criar apoios e forças;
- Análise!



Criar nodes e keypoints

- Selecione *nodes* no menu interativo;
- No próximo menu, selecione XYZ;
- Coloque as respectivas posições do próximo slide, e em seguida *create*.

nodes	lines	surfaces	solids	quick edit	<input checked="" type="radio"/> Geom
node edit	line edit	surface edit	solid edit	edge edit	<input type="radio"/> 1D
temp nodes	length	defeature	ribs	point edit	<input type="radio"/> 2D
distance		midsurface		autocleanup	<input type="radio"/> 3D
points		dimensioning			<input type="radio"/> Analysis
					<input type="radio"/> Tool
					<input type="radio"/> Post

x	0 . 0 0 0
y	0 . 0 0 0
z	0 . 0 0 0
system	0

as node

create
reject

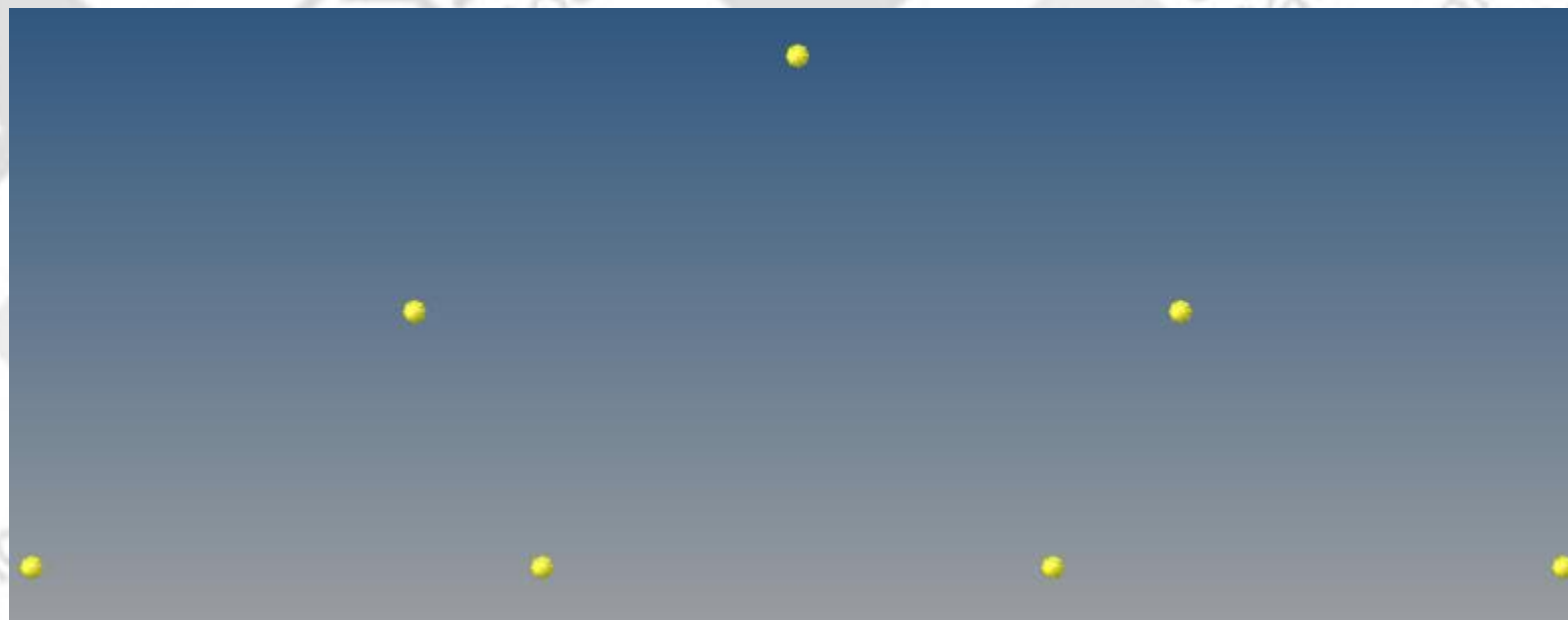
return

Lista de pontos e nós do problema

Nodes e Keypoints	X	Y
1	0	0
2	20	0
3	40	0
4	60	0
5	15	10
6	30	20
7	45	10

Visualização de nós

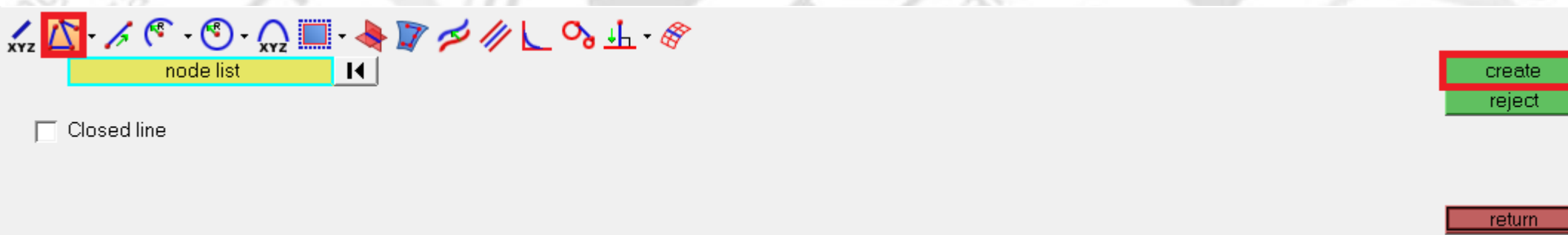
- Clique em  no menu de navegação para expandir a vista do modelo.



Criação de linhas de contorno

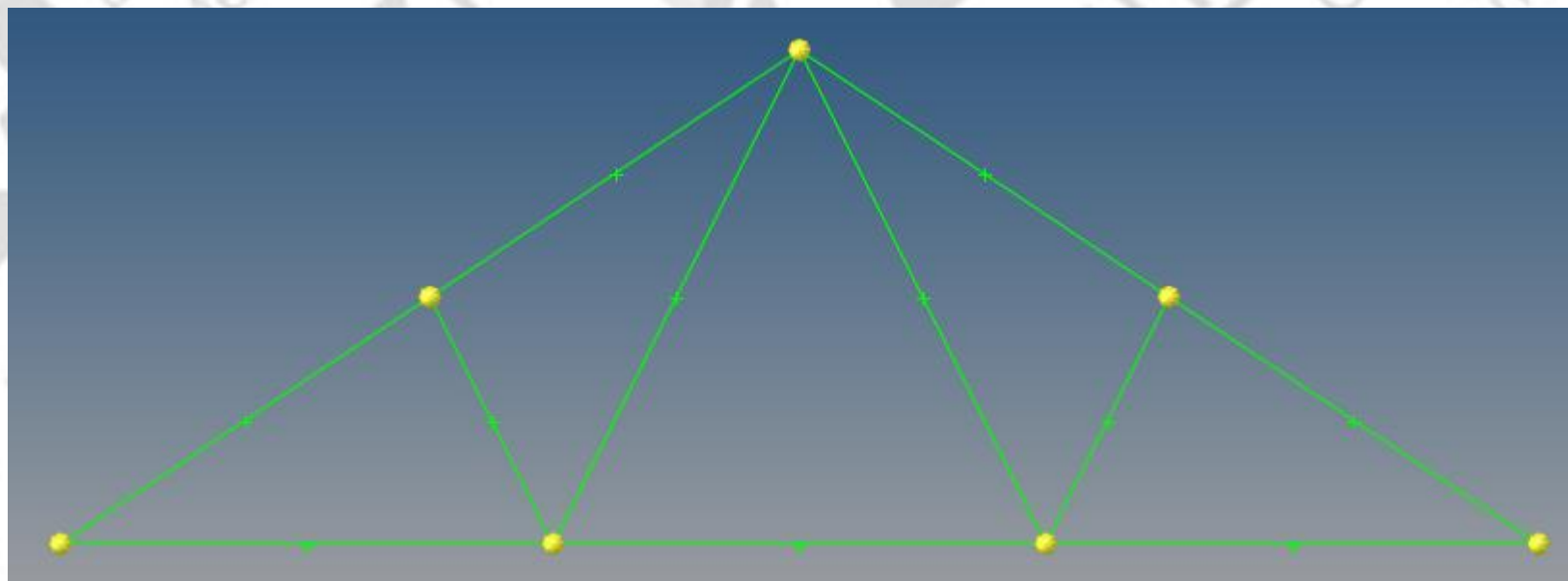
- Selecione *lines* no menu interativo;
- No próximo menu, clique em *Linear Nodes*;
- Selecione 2 pontos, e em seguida *create*.

nodes	lines	surfaces	solids	quick edit	<input checked="" type="radio"/> Geom
node edit	line edit	surface edit	solid edit	edge edit	<input type="radio"/> 1D
temp nodes	length	defeature	ribs	point edit	<input type="radio"/> 2D
distance		midsurface		autocleanup	<input type="radio"/> 3D
points		dimensioning			<input type="radio"/> Analysis
					<input type="radio"/> Tool
					<input type="radio"/> Post



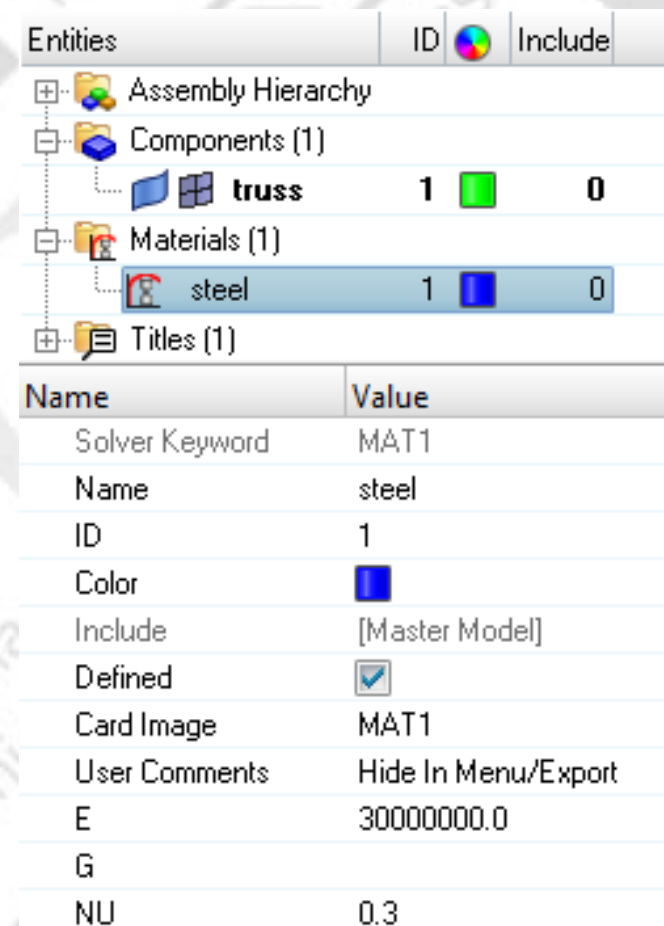
The image shows a CAD software toolbar with various icons. A red box highlights the 'Linear Nodes' icon. Below the toolbar is a dialog box with a 'node list' field and a 'Closed line' checkbox. On the right side of the dialog box, there are three buttons: 'create' (highlighted with a red box), 'reject', and 'return' (highlighted with a red box).

Criação de linhas de contorno




Criação do material

- Na janela do modelo, clique com o botão direito do mouse create>material;
- ✓ Com botão direito sobre o material criado, vá em *rename* e entre com steel;
- ✓ Para o análise linear estática, é preciso indicar o valor do módulo de elasticidade (E) e o coeficiente de Poisson (NU) referente ao material desejado;
- ✓ $E = 3.0e7$ [psi];
- ✓ $NU = 0.3$;
- ✓ Tipo do material = MAT1 (isotrópico).



The screenshot shows a software interface with a tree view on the left and a property table on the right. The tree view shows a hierarchy: Entities > Components (1) > truss > Materials (1) > steel. The 'steel' material is selected. The property table below shows the following values:

Name	Value
Solver Keyword	MAT1
Name	steel
ID	1
Color	
Include	[Master Model]
Defined	<input checked="" type="checkbox"/>
Card Image	MAT1
User Comments	Hide In Menu/Export
E	30000000.0
G	
NU	0.3

Criação da seção circular

- Na janela do modelo, clique com o botão direito do mouse create>beamsection;
- ✓ Para o nome entre com circular_section e xc1;
- ✓ Tipo da seção = ROD (haste);
- ✓ Raio = 2.

❖ Perceba que os dados (DATA) da seção transversal são atualizadas automaticamente (área, momento de inércia e outros).

Entities	ID	Include
Assembly Hierarchy		
Beam Section Collectors (1)		
circular_section	1	0
xc1	1	0
Components (1)		
truss	1	0
Materials (1)		
steel	1	0
Titles (1)		


Name	Value
Name	xc1
ID	1
Include	[Master Model]
Collector	(1) circular_section
Config	Standard
Section Type	ROD
Parameter Definitions	
Radius DIM1	2.0
Data	
Area	12.566370614359
Centroid: Local Yc	0.0

Criação da propriedade

- Na janela do modelo, clique com o botão direito do mouse create>property;
- ✓ Para o nome entre com rod_property;
- ✓ Tipo da propriedade = PROD (haste);
- ✓ Material = steel;
- ✓ Beamsec = xc1.

❖ Resumidamente, os elementos de CROD suportam (permitem) apenas a tensão e a compressão, enquanto o CBARS e o CBEAMS também permitem a dobra. Um elemento CBAR é um tipo de elemento CBEAM simplificado e deve ser usado sempre que a seção transversal da estrutura e suas propriedades forem constantes e simétricas. O elemento CBAR requer que seu centro de cisalhamento e o eixo neutro coincidam.

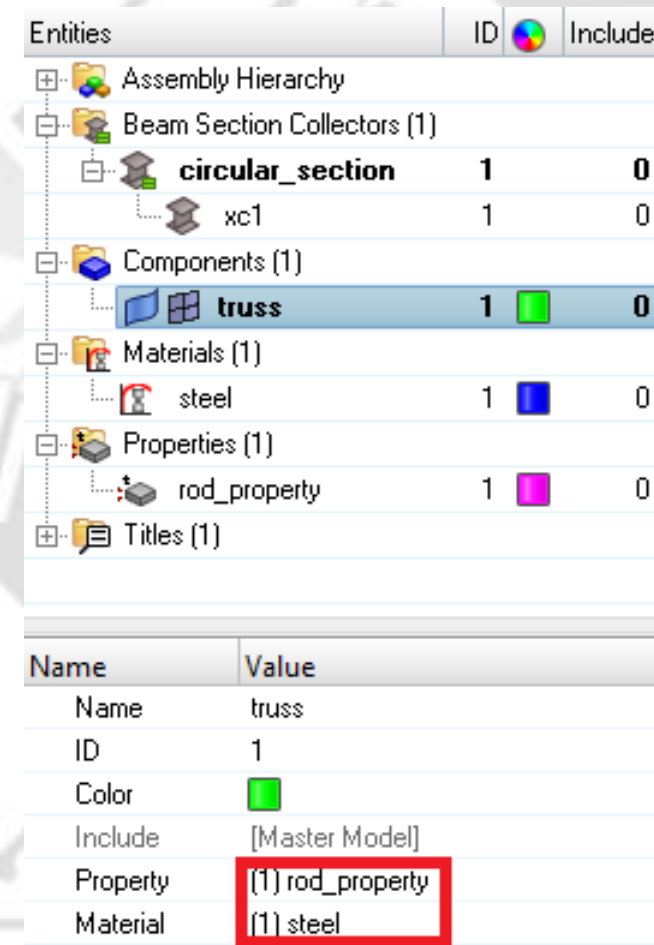
Entities	ID	Include
Assembly Hierarchy		
Beam Section Collectors (1)		
circular_section	1	0
xc1	1	0
Components (1)		
truss	1	0
Materials (1)		
steel	1	0
Properties (1)		
rod_property	1	0
Titles (1)		

Name	Value
Solver Keyword	PROD
Name	rod_property
ID	1
Color	
Include	[Master Model]
Defined	<input checked="" type="checkbox"/>
Card Image	PROD
Material	(1) steel
User Comments	Hide In Menu/Export
beamsec	(1) xc1


Associação do componente

- Na janela do modelo, clique com o botão esquerdo em Components:
- ✓ Clique em <Unspecified> de Property e escolha *rod_property*;
- ✓ Para Material faça o mesmo e escolha *steel*.

❖ Para melhor visualização do modelo, delete todos os nós que foram utilizados para desenhar o placa (menu principal Geometry>Delete>Nodes>clear all)



The screenshot shows the 'Entities' panel with a tree view and a 'Properties' table. The 'truss' component is selected in the tree view. The 'Properties' table below shows the configuration for the selected component.

Name	Value
Name	truss
ID	1
Color	
Include	[Master Model]
Property	(1) rod_property
Material	(1) steel

Criação de elementos 1D

- Em *em 1D > line mesh* selecione todas as linhas do modelo.

masses	bars	connectors	line mesh	edit element	<input type="radio"/> Geom
joints	rods	spotweld	linear 1d	split	<input checked="" type="radio"/> 1D
markers	rigids	HyperBeam		replace	<input type="radio"/> 2D
	rbe3			detach	<input type="radio"/> 3D

▼ **lines** | ⏪

☰ **segment is whole line**

element config: ▼ **rod**

property = **rod_property**

element size = **2 0 . 0 0 0**

☰ add elems to current component

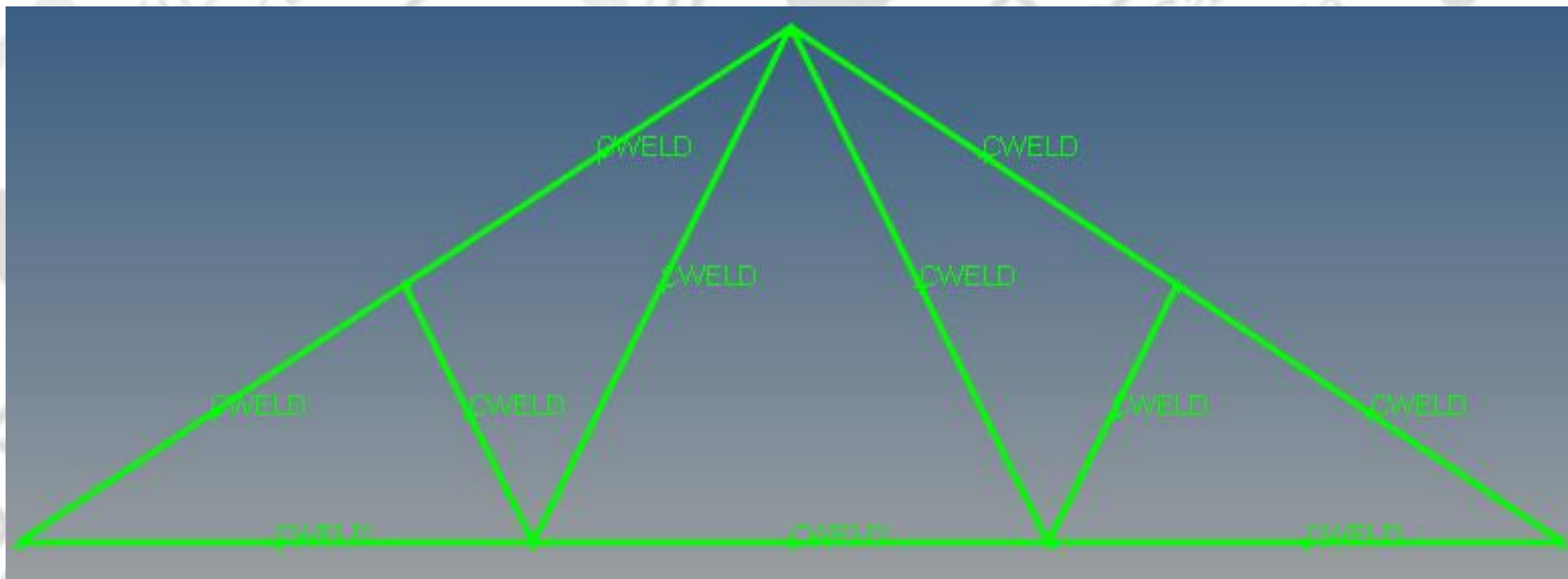
mesh

reject

return

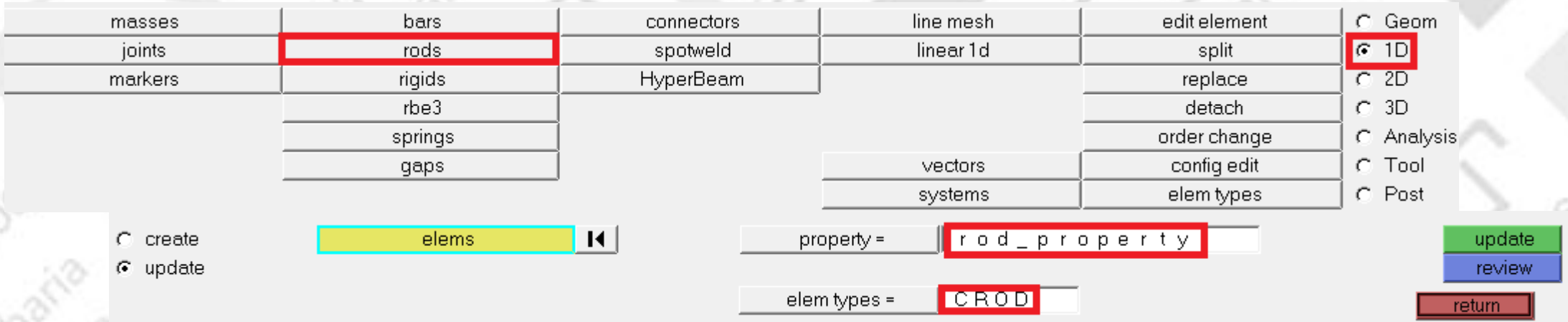
- Atualize como na imagem acima;
- Mesh;

Mudança do elemento 1D para CROD



Mudança do elemento 1D para CROD

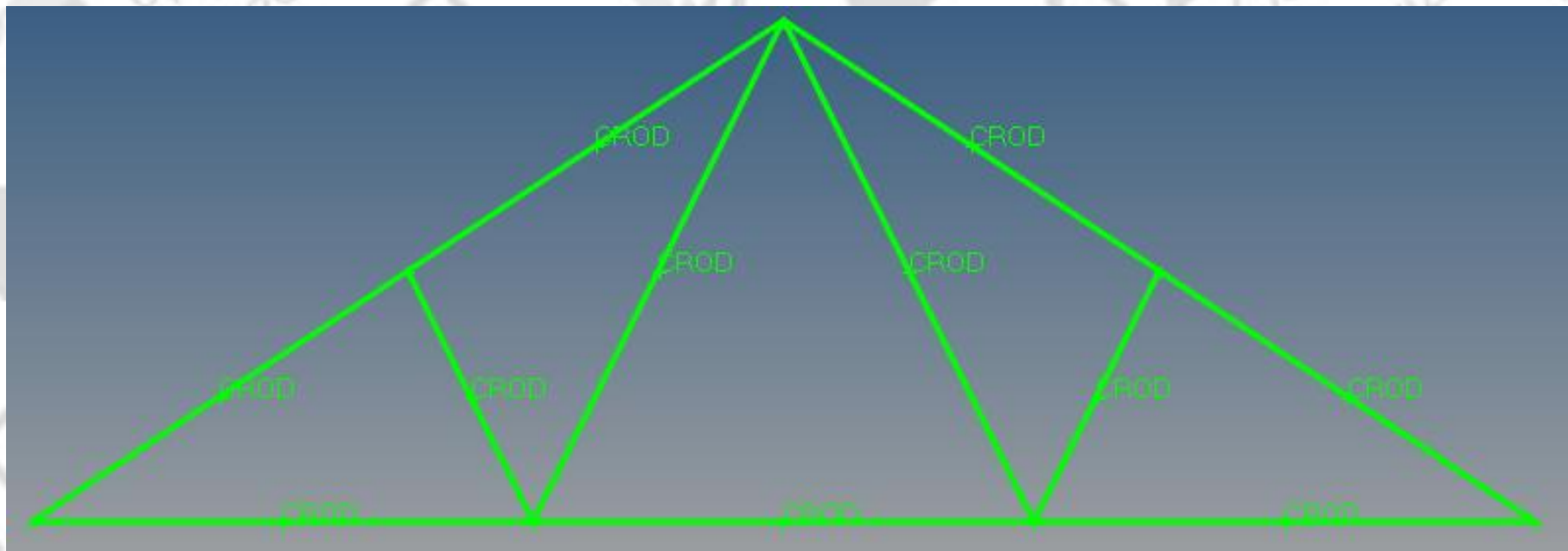
- Em 1D selecione rods;



The screenshot shows a software interface with several panels. On the left, there is a tree view with categories: masses, joints, markers, bars, rods, rigids, rbe3, springs, and gaps. The 'rods' category is highlighted with a red box. In the center, there are buttons for 'create' and 'update', with 'update' selected. Below these is a yellow button labeled 'elems' with a double arrow icon. On the right, there is a 'property =' field containing 'rod_property' and an 'elem types =' field containing 'CROD', both highlighted with red boxes. To the right of these fields are buttons for 'update', 'review', and 'return'. At the top right, there is a menu with options: Geom, 1D, 2D, 3D, Analysis, Tool, and Post. The '1D' option is selected with a radio button.

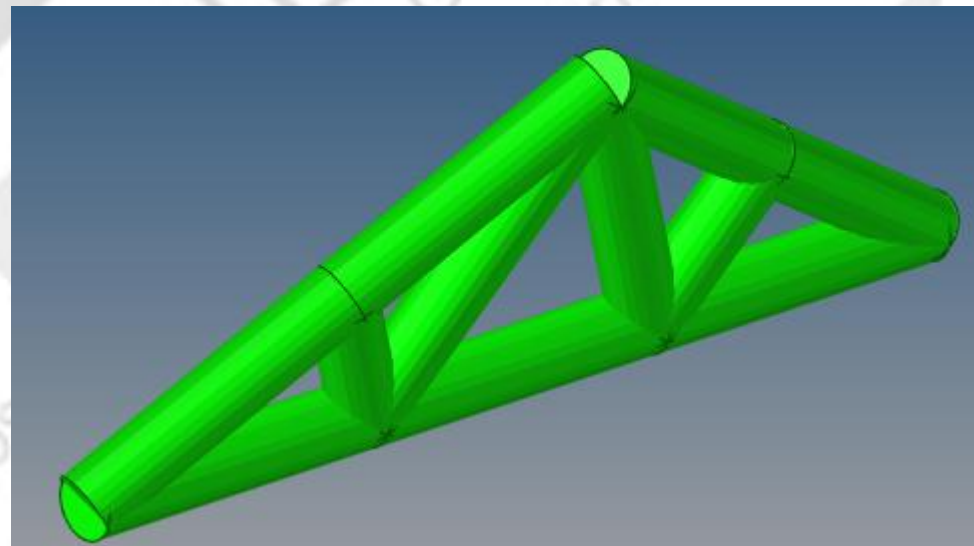
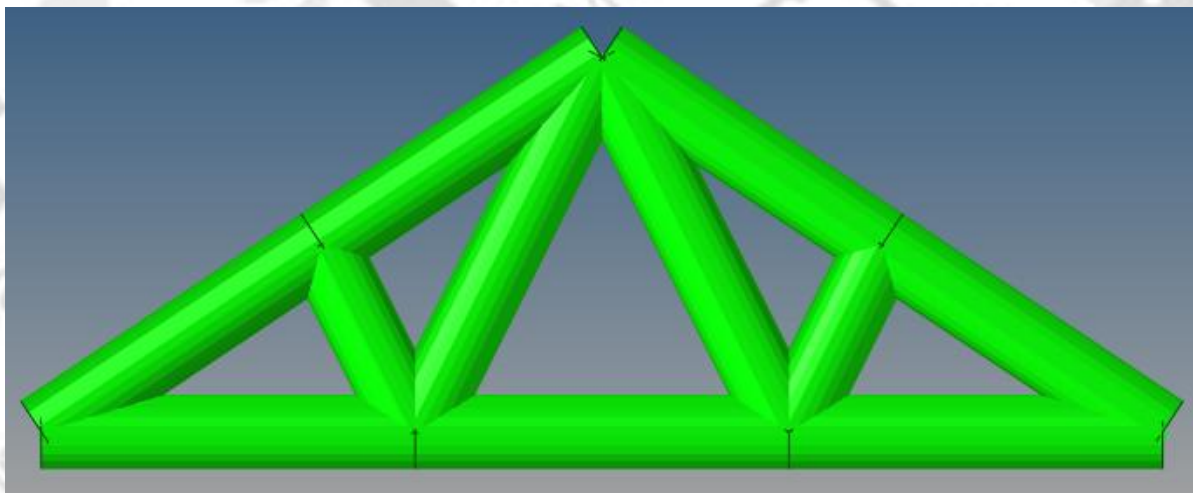
- Selecione *update*;
- Selecione todas as hastes;
- Atualize *property* e *elem types* como na imagem;
- *Update*.

Mudança do elemento 1D para CROD



Visualização do modelo

- Para melhor representação do modelo, clique em  e selecione  no menu de navegação inferior.



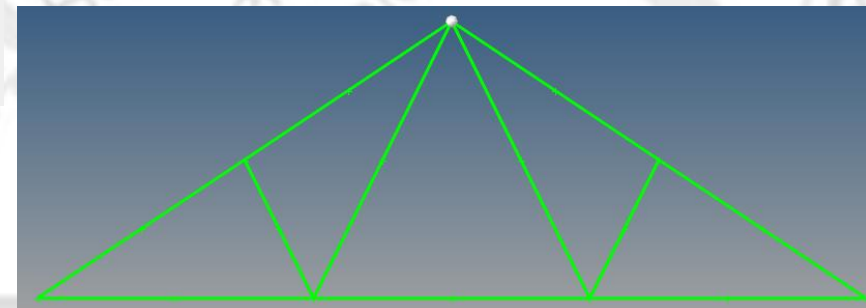
= representação do elemento detalhado.

Aplicação de força

Vá em *analysis>forces>create>nodes* e selecione o nó da ponta superior;

vectors	load types		interfaces	control cards	<input type="checkbox"/> Geom
systems	constraints	accels	rigid walls	output block	<input type="checkbox"/> 1D
preserve node	equations	temperatures	entity sets	loadsteps	<input type="checkbox"/> 2D
	forces	flux	blocks	optimization	<input checked="" type="checkbox"/> 3D
	moments	load on geom	contactsurfs	OptiStruct	<input type="checkbox"/> Analysis
	pressures		bodies		<input type="checkbox"/> Tool
			nsm		<input type="checkbox"/> Post

- *magnitude = 1000* e coloque na direção x;
- *Relative size* é o tamanho da representação do vetor força;
- *load types = FORCE*;
- *Create*;
- *Rename* para *force*.



create ▼ ▼ nodes [stop]

update

global system

magnitude = **1 0 0 0 . 0 0 0**

x-axis

relative size = 5 0 . 0 0 0

label loads

load types = **FORCE**

create

create/edit

reject

review

return

Apoios

Clique com o botão direito em Load Collectors>create e *rename* para *constraint*;

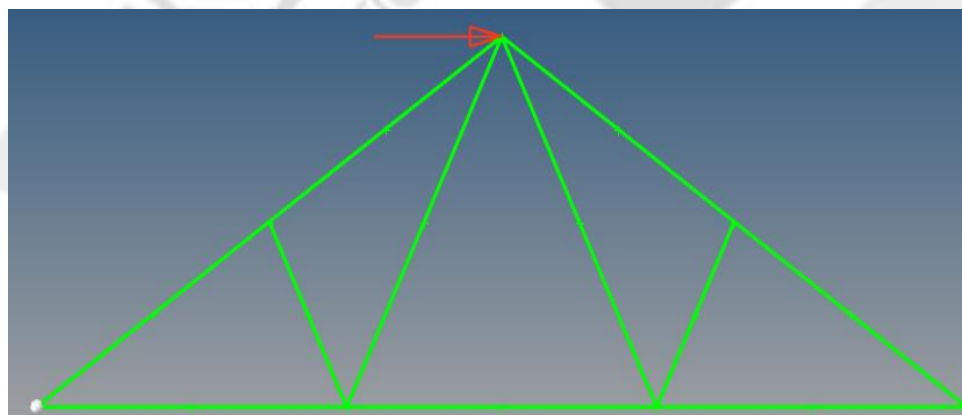
- Analysis>constraint.

Entities	ID	Include
Assembly Hierarchy		
Beam Section Collectors (1)		
circular_section	1	0
xc1	1	0
Components (1)		
truss	1	0
Load Collectors (2)		
force	1	0
constraint	2	0
Materials (1)		
steel	1	0
Properties (1)		
rod_property	1	0
Titles (1)		

vectors	load types		interfaces	control cards	<input type="radio"/> Geom
systems	constraints	accels	rigid walls	output block	<input type="radio"/> 1D
preserve node	equations	temperatures	entity sets	loadsteps	<input type="radio"/> 2D
	forces	flux	blocks	optimization	<input checked="" type="radio"/> 3D
	moments	load on geom	contactsurfs		<input type="radio"/> Analysis
	pressures		bodies		<input type="radio"/> Tool
			nsm	OptiStruct	<input type="radio"/> Post

Apoios

- Analysis>constraint>create>nodes e selecione o nó baixo da esquerda (pode haver translação na direção x);
- Tipo do apoio é SPC (*single point constraint*);
- Create.



create ▾ ▾ nodes 

update

relative size = 5 0 . 0 0 0 label constrain fixed

constant value

<input type="checkbox"/> dof1	=	0 . 0 0 0
<input checked="" type="checkbox"/> dof2	=	0 . 0 0 0
<input checked="" type="checkbox"/> dof3	=	0 . 0 0 0
<input type="checkbox"/> dof4	=	0 . 0 0 0
<input type="checkbox"/> dof5	=	0 . 0 0 0
<input type="checkbox"/> dof6	=	0 . 0 0 0

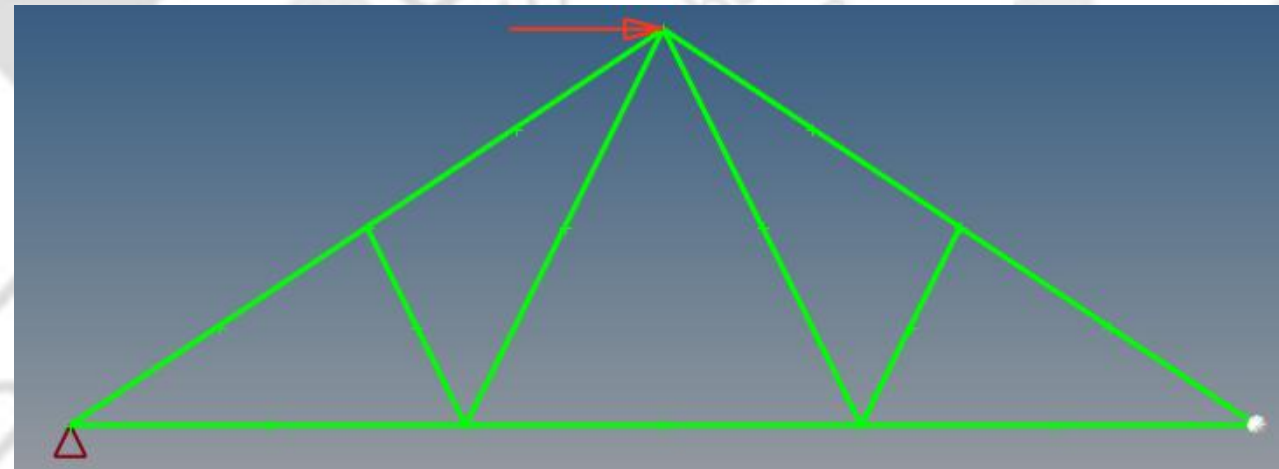
load types = SPC

 create
 create/edit
 reject
 review
 return

Apoios

Continue na mesma janela e selecione o nó baixo da direita;

- Selecione apenas as caixas dof1, dof2 e dof3 (travado todas as translações);
- Tipo do apoio é SPC (*single point constraint*);
- *Create*.



create update nodes

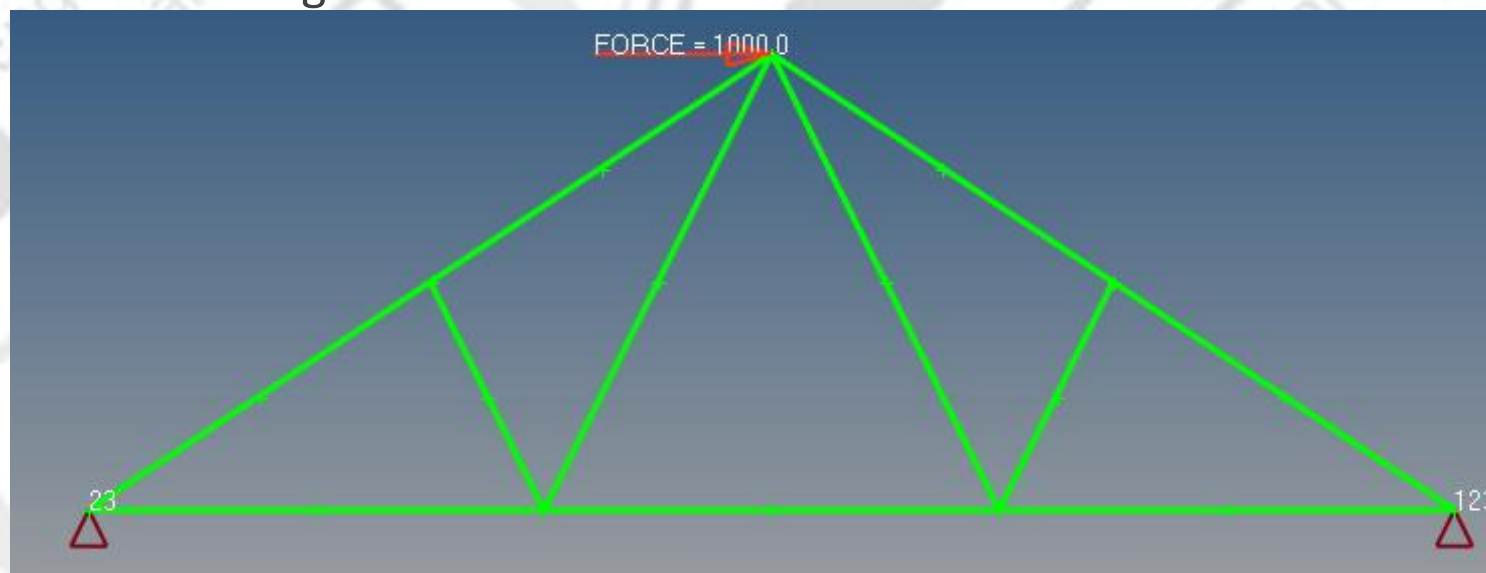
relative size = 1 0 . 0 0 0 label constraint fixed


<input checked="" type="checkbox"/> dof1	=	0 . 0 0 0
<input checked="" type="checkbox"/> dof2	=	0 . 0 0 0
<input checked="" type="checkbox"/> dof3	=	0 . 0 0 0
<input type="checkbox"/> dof4	=	0 . 0 0 0
<input type="checkbox"/> dof5	=	0 . 0 0 0
<input type="checkbox"/> dof6	=	0 . 0 0 0

load types = **SPC**

Apoios

Seu modelo deve estar da seguinte maneira:



- ❖ Para visualizar os valores dos load collectors, clique em  no menu de navegação à esquerda da tela do modelo.

Load Steps

Vá em *analysis>loadsteps* coloque o nome como *static truss*;

vectors	load types		interfaces	control cards	<input type="radio"/> Geom
systems	constraints	accels	rigid walls	output block	<input type="radio"/> 1D
preserve node	equations	temperatures	entity sets	loadsteps	<input type="radio"/> 2D
	forces	flux	blocks		<input type="radio"/> 3D
	moments	load on geom	contactsurfs	optimization	<input checked="" type="radio"/> Analysis
	pressures		bodies		<input type="radio"/> Tool
			nsm	OptiStruct	<input type="radio"/> Post

- Coloque o tipo como linear estático (*linear static*);
- Selecione SPC e escolha 2 (constraints), que são os apoios da análise estática;
- Selecione LOAD e escolha 1 (force), que são as forças da análise;

• Create.



name = **static truss** type: **linear static** create edit update review

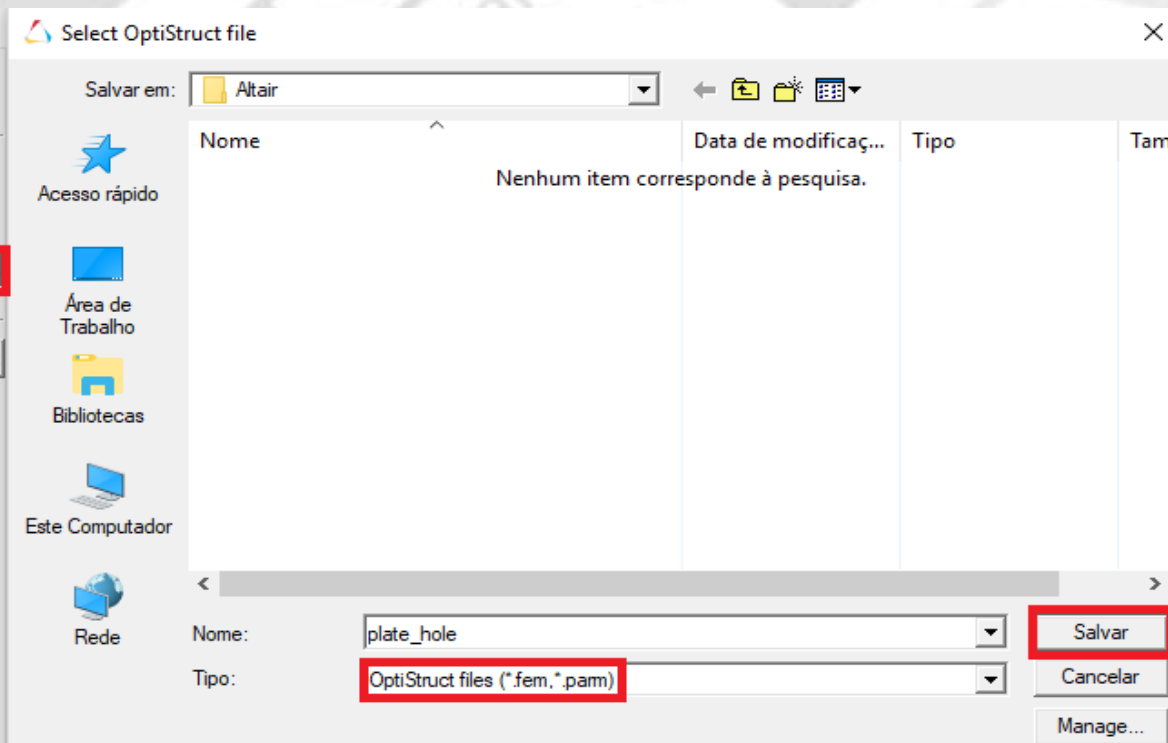
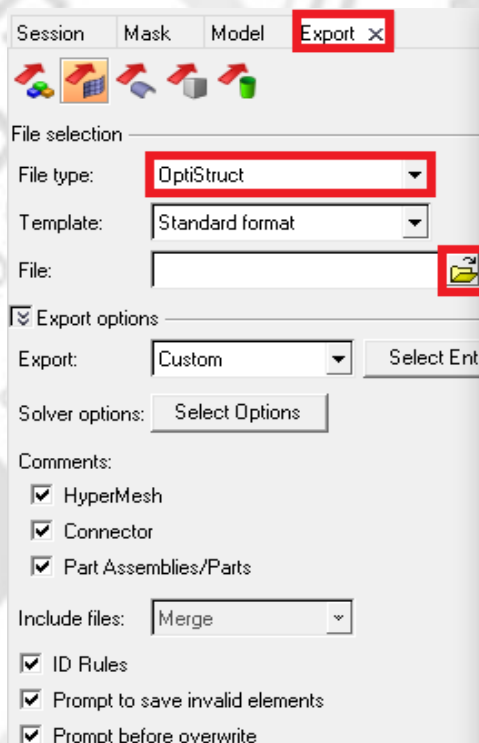
<input checked="" type="checkbox"/> SPC	=	2	<input type="checkbox"/> STATSUB(PRELOAD)
<input checked="" type="checkbox"/> LOAD	=	1	<input type="checkbox"/> PRETENSION
<input type="checkbox"/> MPC			<input type="checkbox"/> STATSUB(PRETENS)
<input type="checkbox"/> SUPORT1			
<input type="checkbox"/> DEFORM			

next prev return

Análise do Modelo

Primeiramente, faça o *save* do modelo;

- Vá em export solver desk  ;
- Tipo do arquivo OptiStruct;
- Clique em  ;
- Tipo de arquivo .fem;



- ❖ Esse modo de salvar o arquivo deve ser feito na versão estudantil, pois as vezes ocorre erro de leitura do modo normal de salvamento.

Análise do Modelo

Selecione *Analysis*>*OptiStruct*;

vectors	load types		interfaces	control cards	<input type="radio"/> Geom
systems	constraints	accels	rigid walls	output block	<input type="radio"/> 1D
preserve node	equations	temperatures	entity sets	loadsteps	<input type="radio"/> 2D
	forces	flux	blocks	optimization	<input checked="" type="radio"/> 3D
	moments	load on geom	contactsurfs	OptiStruct	<input checked="" type="radio"/> Analysis
	pressures		bodies		<input type="radio"/> Tool
			nsm		<input type="radio"/> Post

Atualize *export options*, *run options*, *memory options* e selecione *include connectors*;

Salve o arquivo e clique em *OptiStruct*.

input file: C : / U s e r s

save as... OptiStruct

export options: all run options: analysis memory options: memory default

include connectors options: - o p t s k i p

HyperView

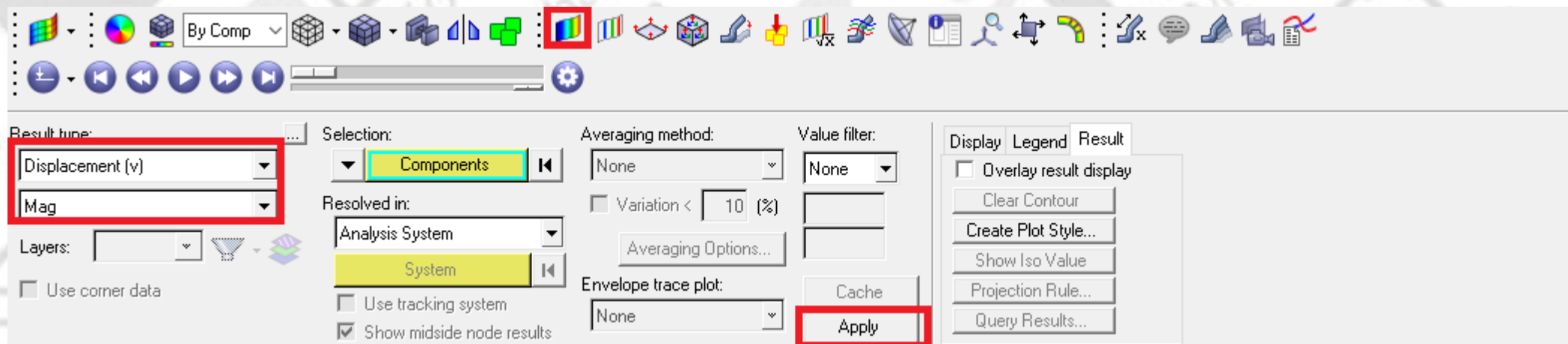
view_out

return

Análise do Modelo

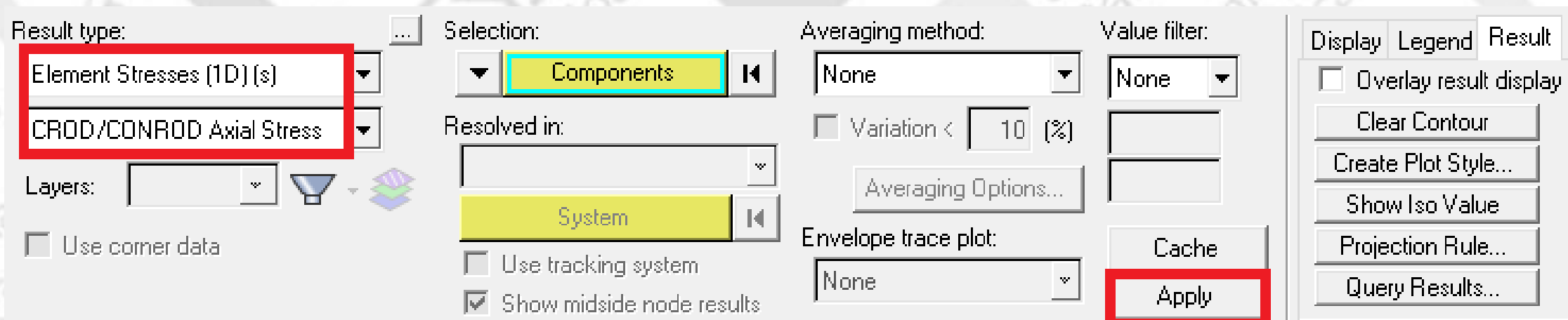
Quando a análise pelo *OptiStruct* estiver concluída, clique em *results*.

Selecione o ícone *Contour* e coloque *result type* como *Displacement* e *Mag*, depois *Apply*. Caso queira saber a distribuição de tensão, troque *Displacement* por *Stress*.



Análise do Modelo

Caso queira saber a distribuição de tensão, troque *Displacement* por *Stress*.



Result type: **Element Stresses (1D) (s)**
CROD/CONROD Axial Stress

Layers: Use corner data

Selection: **Components**

Resolved in: **System**

Use tracking system
 Show midside node results

Averaging method: **None**
 Variation < 10 (%)
Averaging Options...

Envelope trace plot: **None**

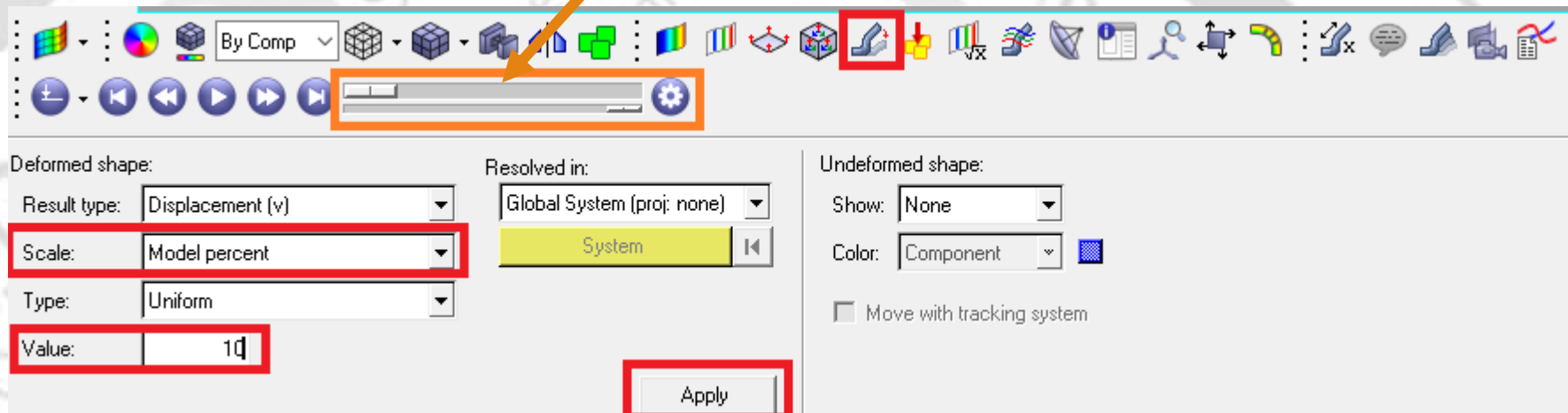
Value filter: **None**
Cache
Apply

Display Legend Result
 Overlay result display
Clear Contour
Create Plot Style...
Show Iso Value
Projection Rule...
Query Results...

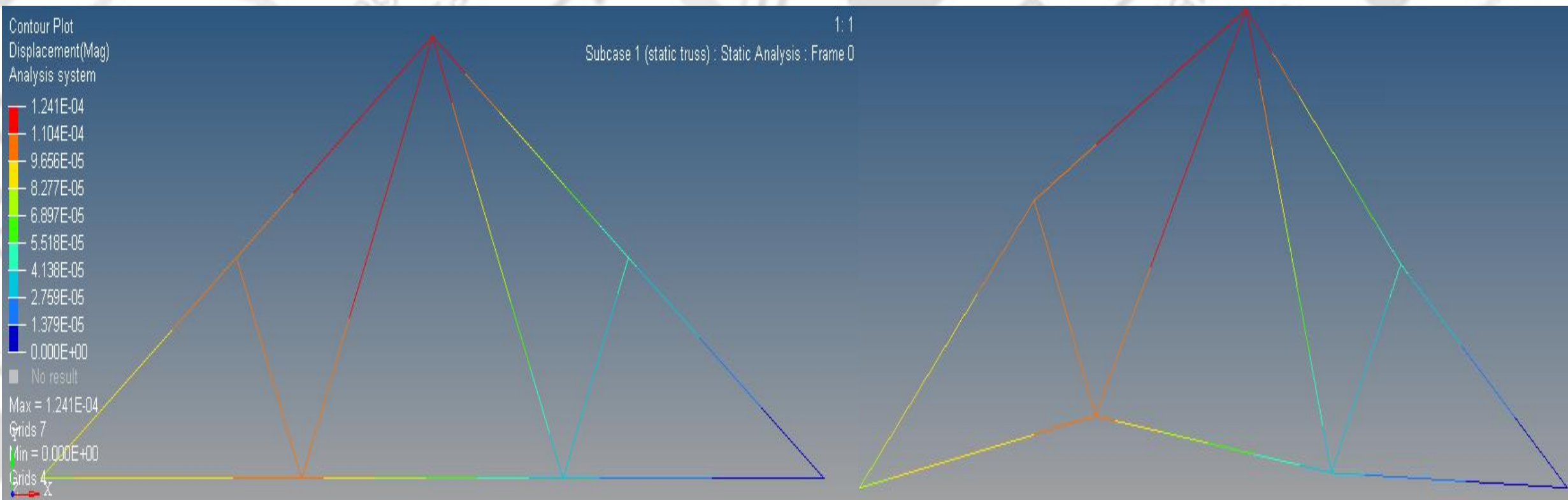
Análise do Modelo

Selecione o ícone *Deformed* e coloque *Scale* como *Model percent*, *Value 10* e *Apply*.

Para visualizar a deformação no modelo, arraste a barra.



Resultado da deformação



Resultado da tensão

