

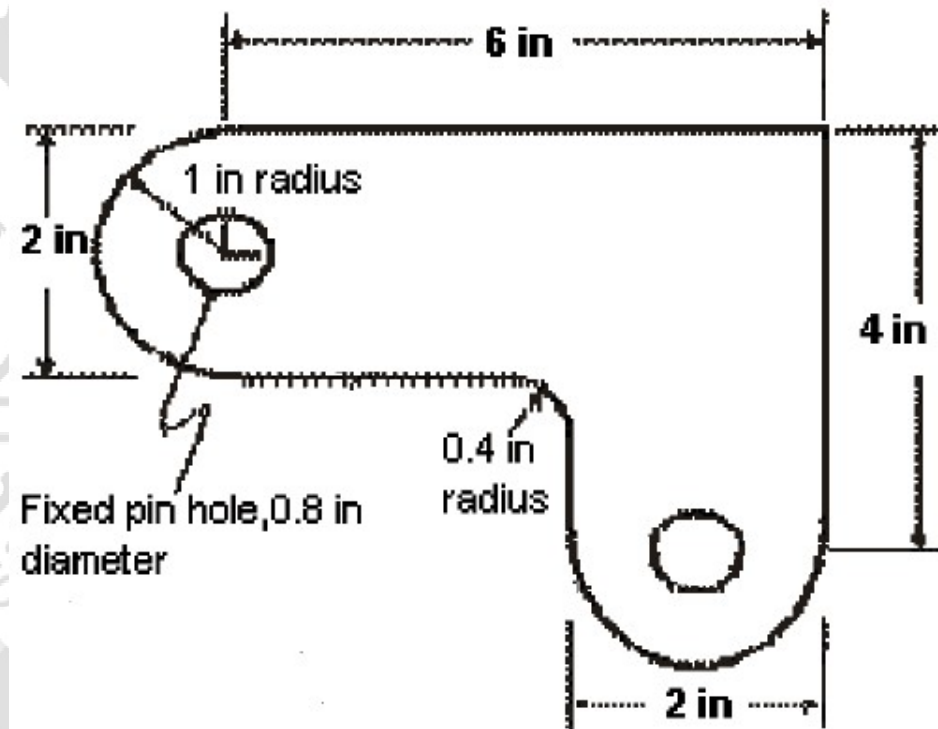
SEM0391 – Engenharia Auxiliada por Computador (CAE)

TÓPICOS GERAIS
ANÁLISE DE ELEMENTO 2D
AULA 4

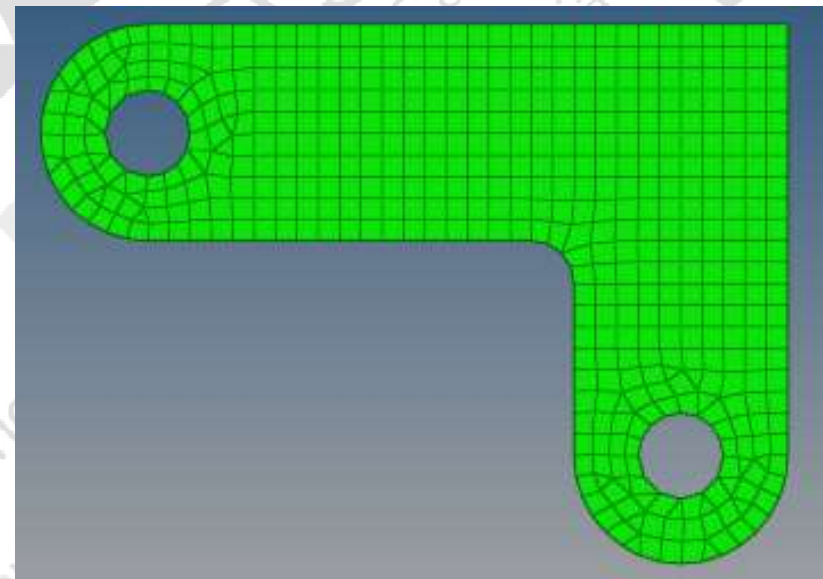
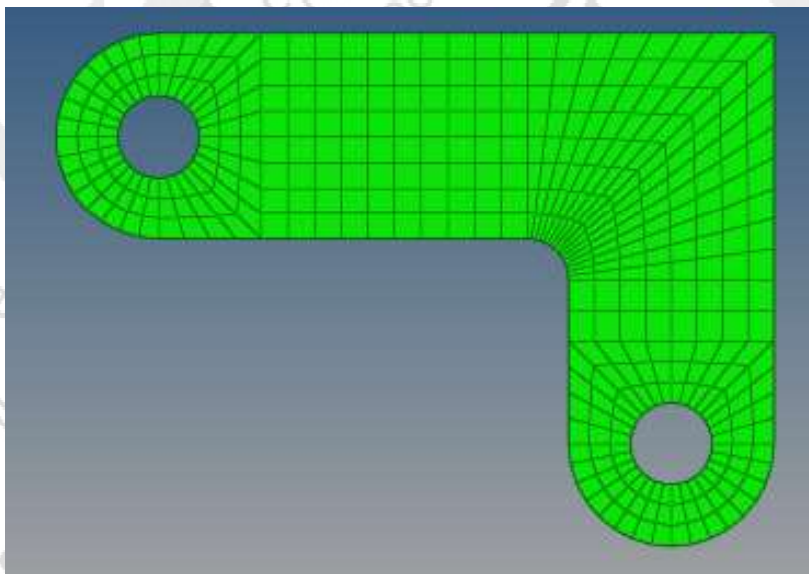
Problema

Exercício da aula 4: Análise de um *Bracket* (suporte)

- Criar *nodes*;
- Criar *lines*;
- Criar *surfaces*;
- Criar malhas (*automesh*)
- Criar malha mapeada;
- Criar material;
- Criar propriedade;
- Criar apoios e forças;
- Análise!
- Pós processamento.





Malha mapeada X Automesh



Criar nodes e keypoints

- Selecione *nodes* no menu interativo;
- No próximo menu, selecione XYZ;
- Coloque as respectivas posições, 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	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; background-color: #4CAF50; color: white; margin-bottom: 2px;">create</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 2px; background-color: #4CAF50; color: white;">reject</div>
y	0 . 0 0 0	
z	0 . 0 0 0	
system	0	

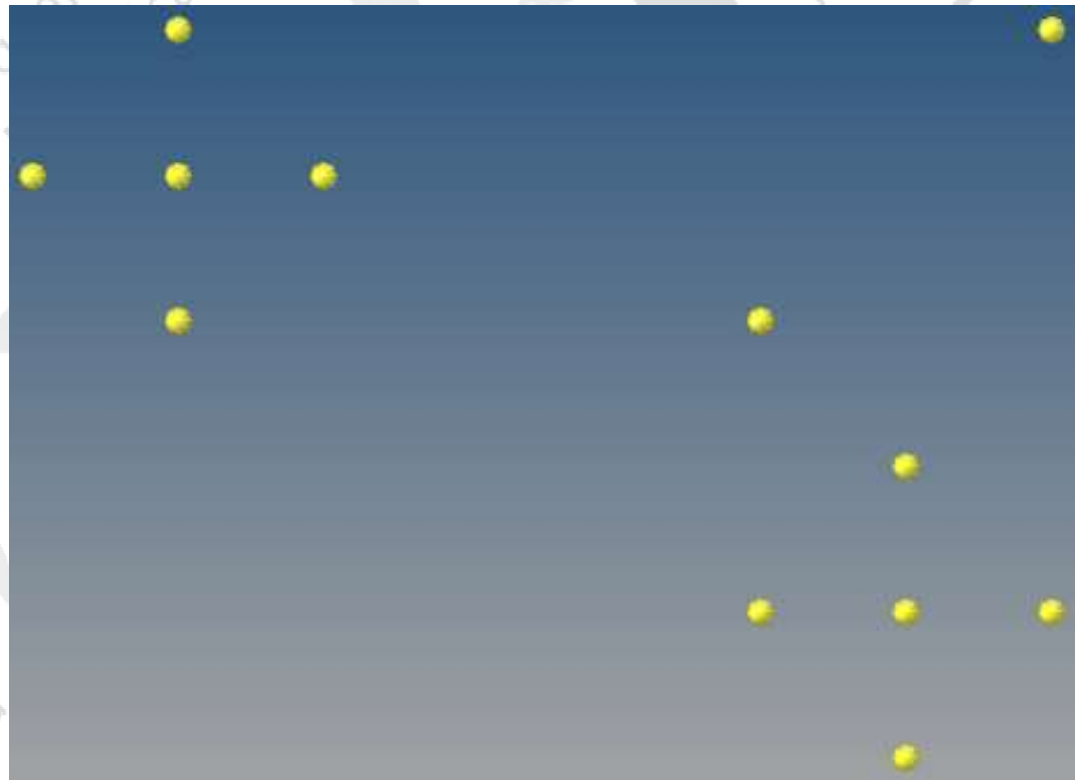
as node

return

Lista de pontos e nós do problema

Nodes e Keypoints	X	Y
1	0	0
2	0	-4
3	-1	-3
4	-1	-4
5	-2	-4
6	-1	-5
7	-2	-2
8	-5	-1
9	-6	-2
10	-6	-1
11	-6	0
12	-7	-1

Visualização de nodes



Criação de linhas de contorno

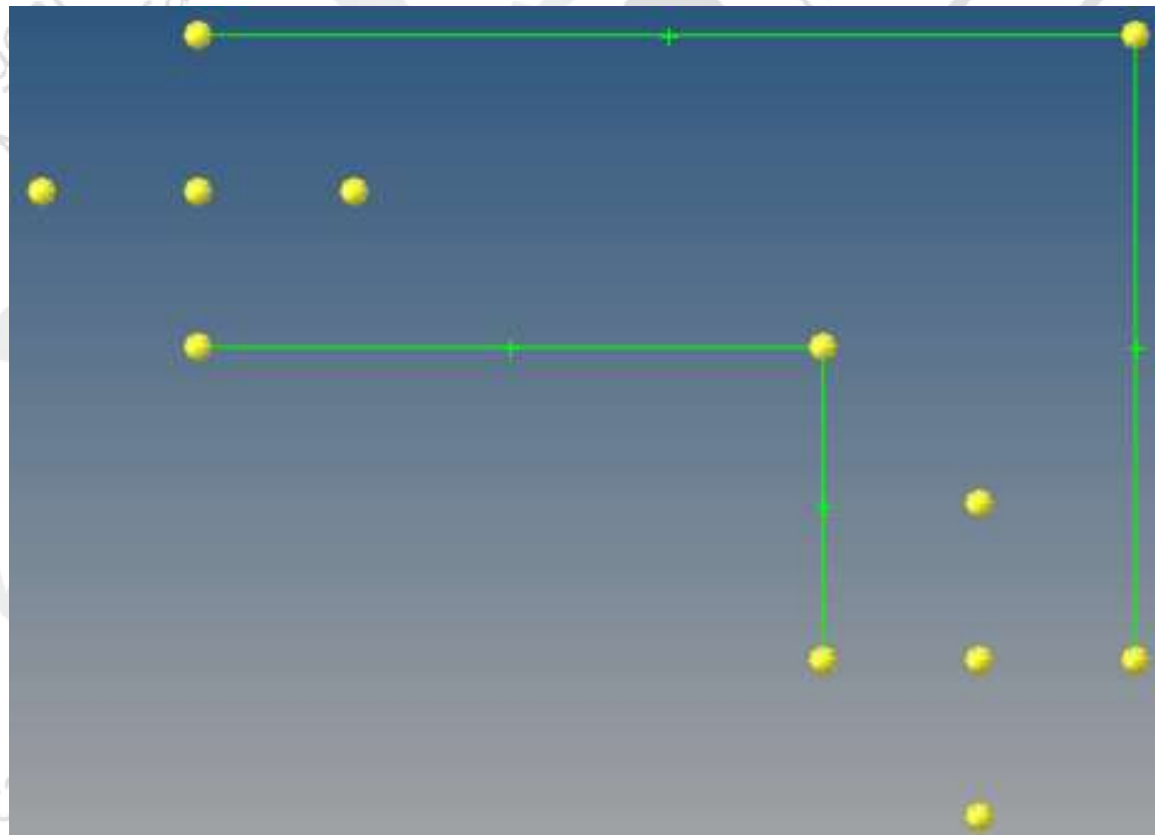
- Selecione *lines* no menu interativo;
- No próximo menu, clique em *Linear Nodes*;
- Selecione 2 nós e em seguida *create*.

nodes	lines	surfaces	solids	quick edit	Geom
node edit	line edit	surface edit	solid edit	edge edit	1D
temp nodes	length	defeature	ribs	point edit	2D
distance		midsurface		autocleanup	3D
points		dimensioning			Analysis
					Tool
					Post



The image shows a 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' (highlighted with a green box), and 'return' (highlighted with a red box).

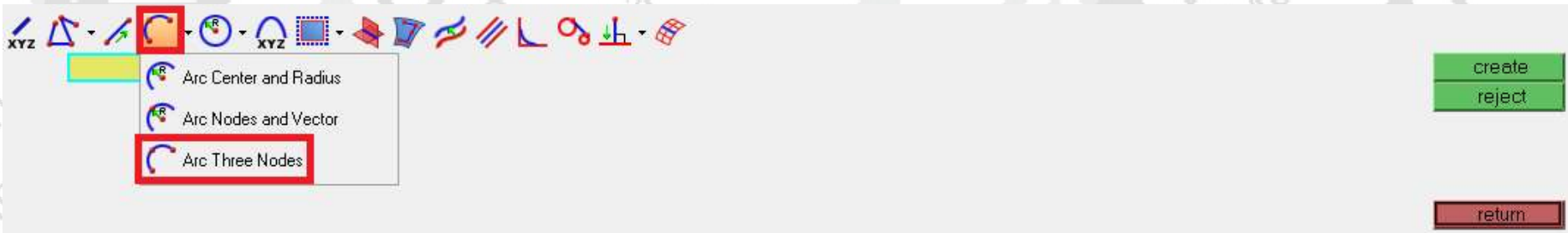
Criação de linhas de contorno



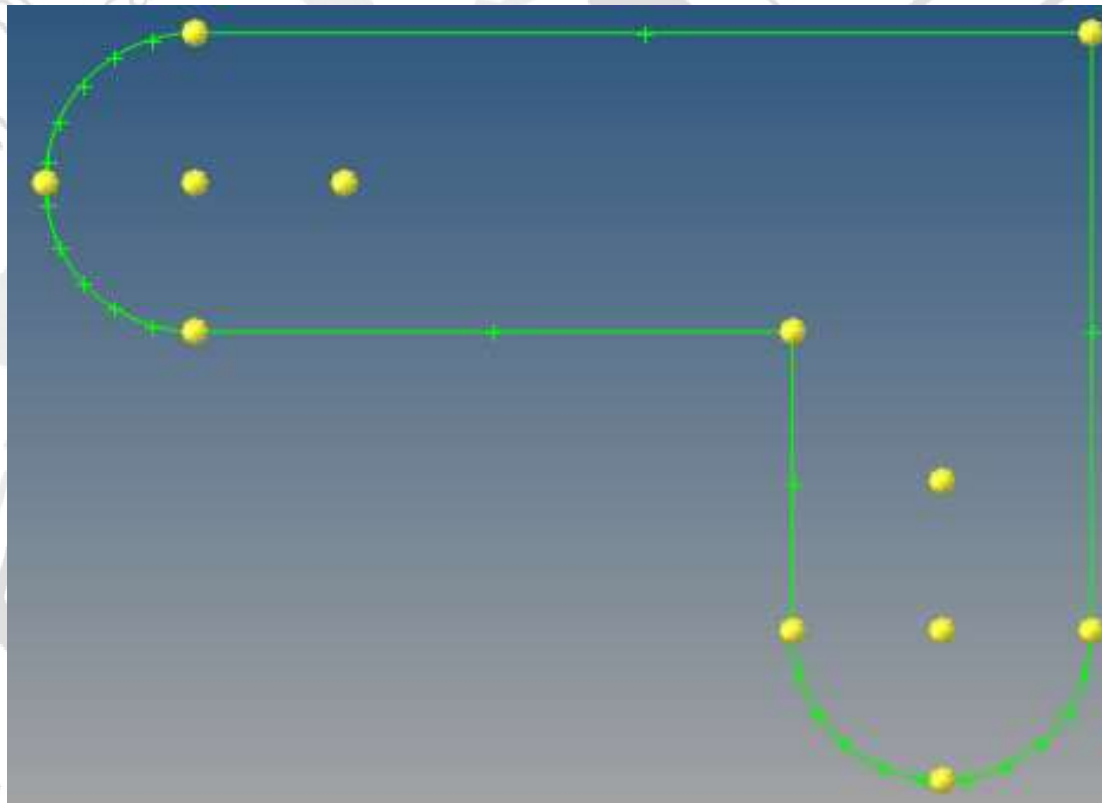
Criação de linhas de contorno

Criação de arco pelo método de 3 nós:

- Em *lines*, selecione *Arc Three Nodes*;
- Em seguida, selecione os 3 nós desejados e *create*.



Criação de linhas de contorno



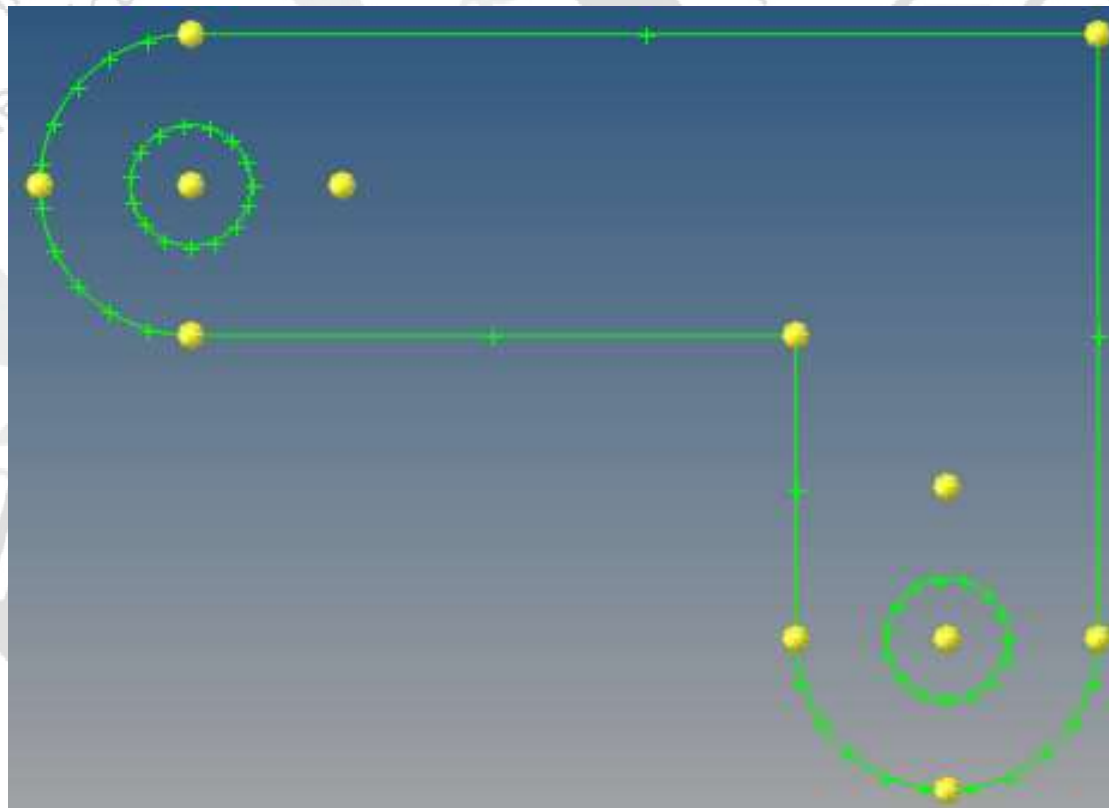
Criação de linhas de contorno

Criação das linhas dos furos:

- Continuando em *lines*, selecione *Circle Center and Radius*;
- Atualize *Radius* para 0.4;
- Coloque como referência *z-axis*;
- Selecione os nós desejados e *create*.



Criação das linhas de contorno

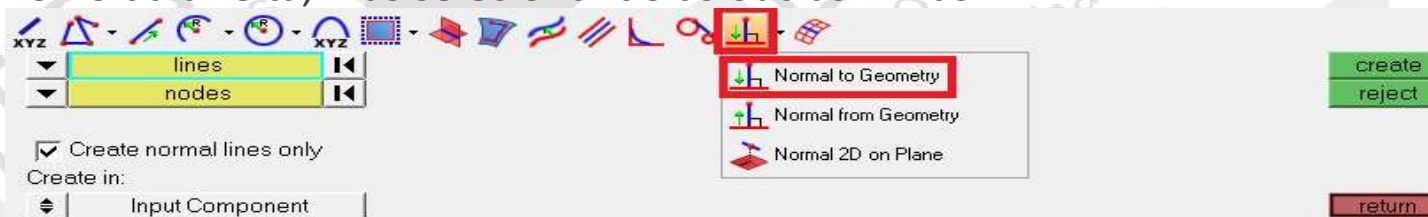
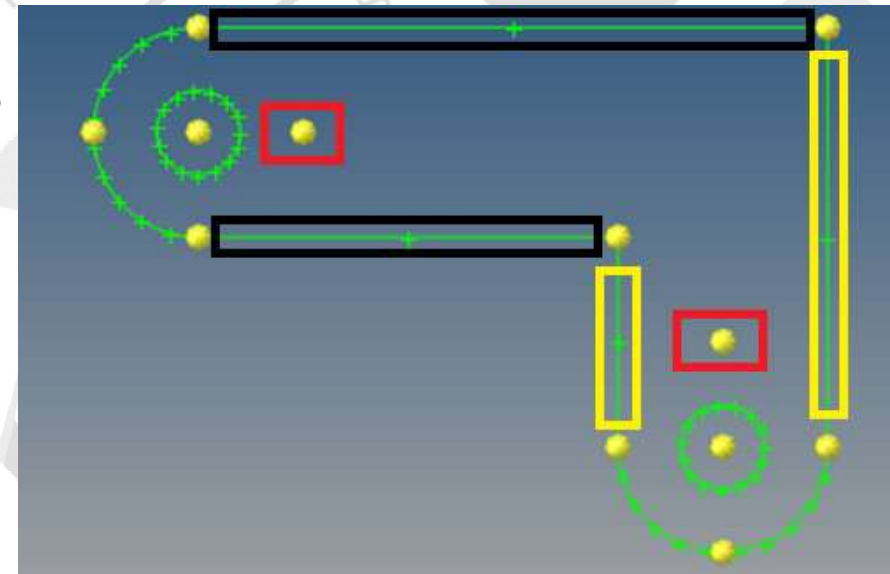


Criação das linhas para malha mapeada

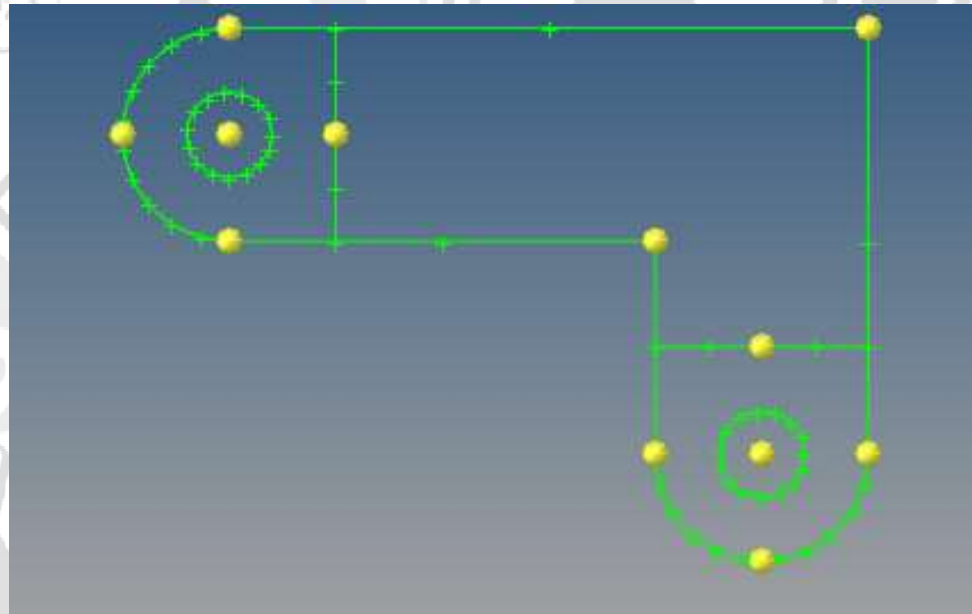
Perceba que esses nós dentro dos retângulos vermelhos foram colocados com a mesma distância do furo que os nós da extremidades da peça. Assim, a malha ficará bem distribuída na região.

Criando as linhas:

- Em *lines*, selecione *Normal to Geometry*;
- Com *lines* em evidência, selecione as duas linhas marcadas de preto na figura ao lado, depois clique em *nodes* e selecione o nó da esquerda e *create*. Faça semelhante com o nó da direita, mas selecionando as outras linhas.

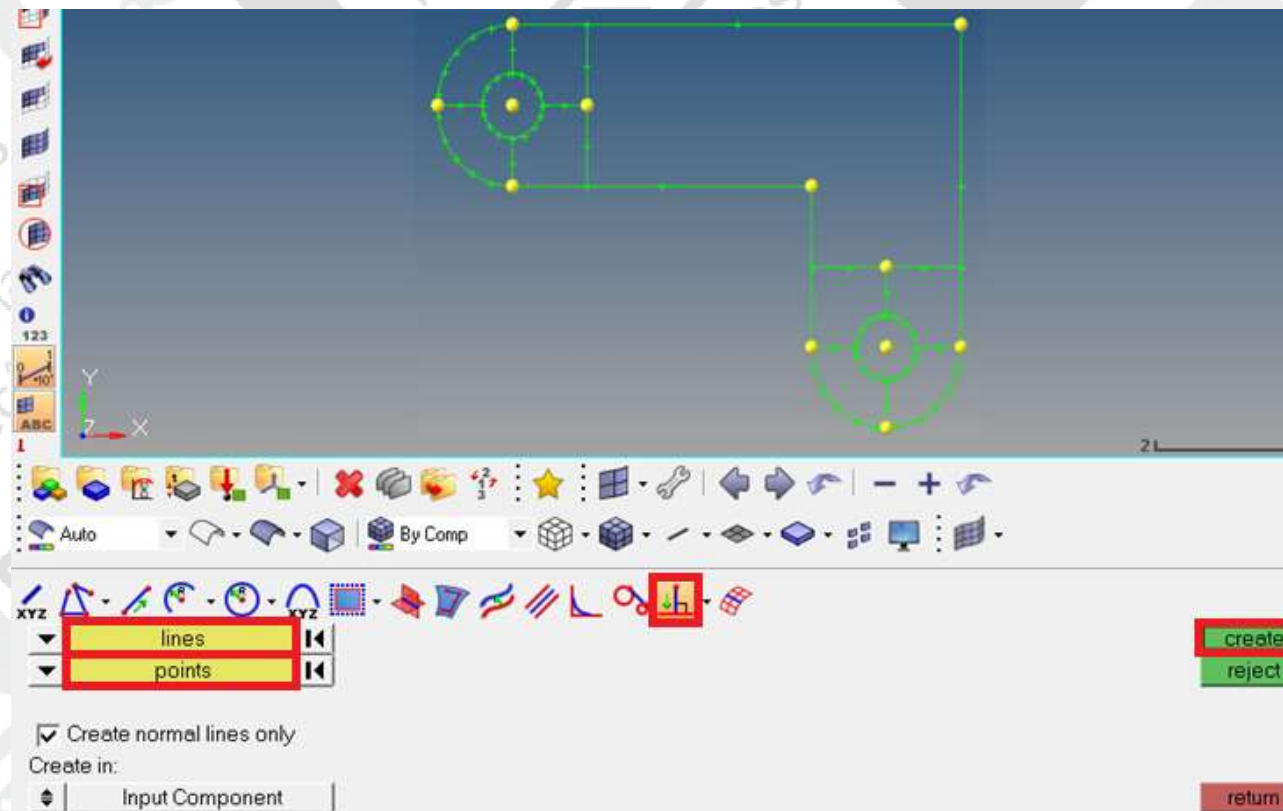


Criação das linhas para malha mapeada



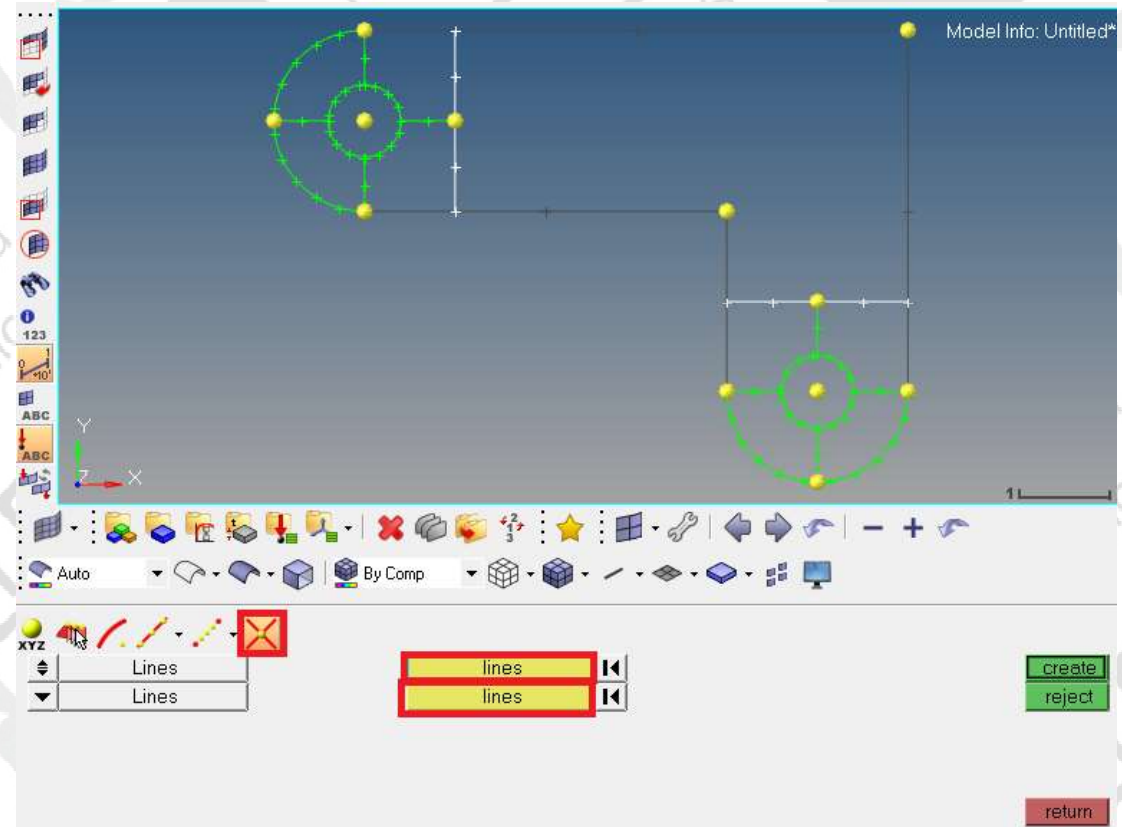
Criação das linhas para malha mapeada

- Novamente em *lines*, selecione *normal to geometry*;
- Em *lines*, selecione a linha do furo, e depois os nós ao seu redor;
- Faça para os dois furos separadamente.

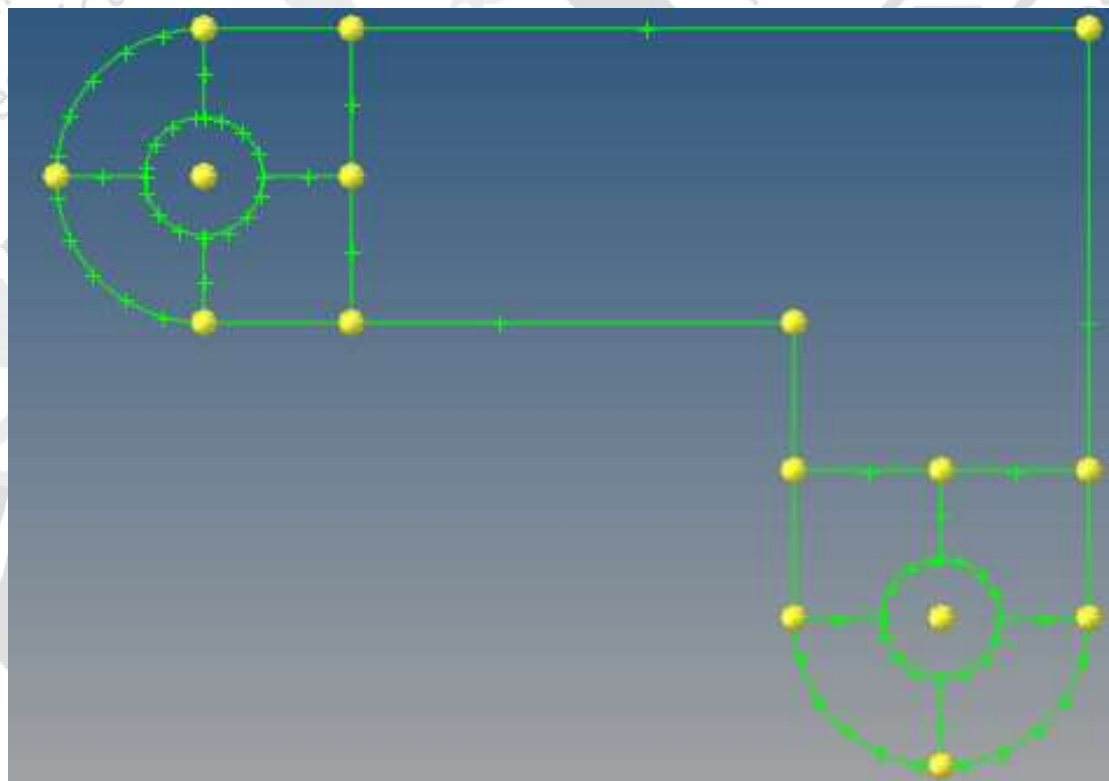


Criação de nós para auxílio da malha

- Selecione nodes no menu interativo;
- Depois, selecione *Intersec.* Com o *lines* de cima selecionado, escolha as linhas em preto. Clique em *lines* de baixo e escolha as linhas em branco e depois *create*.

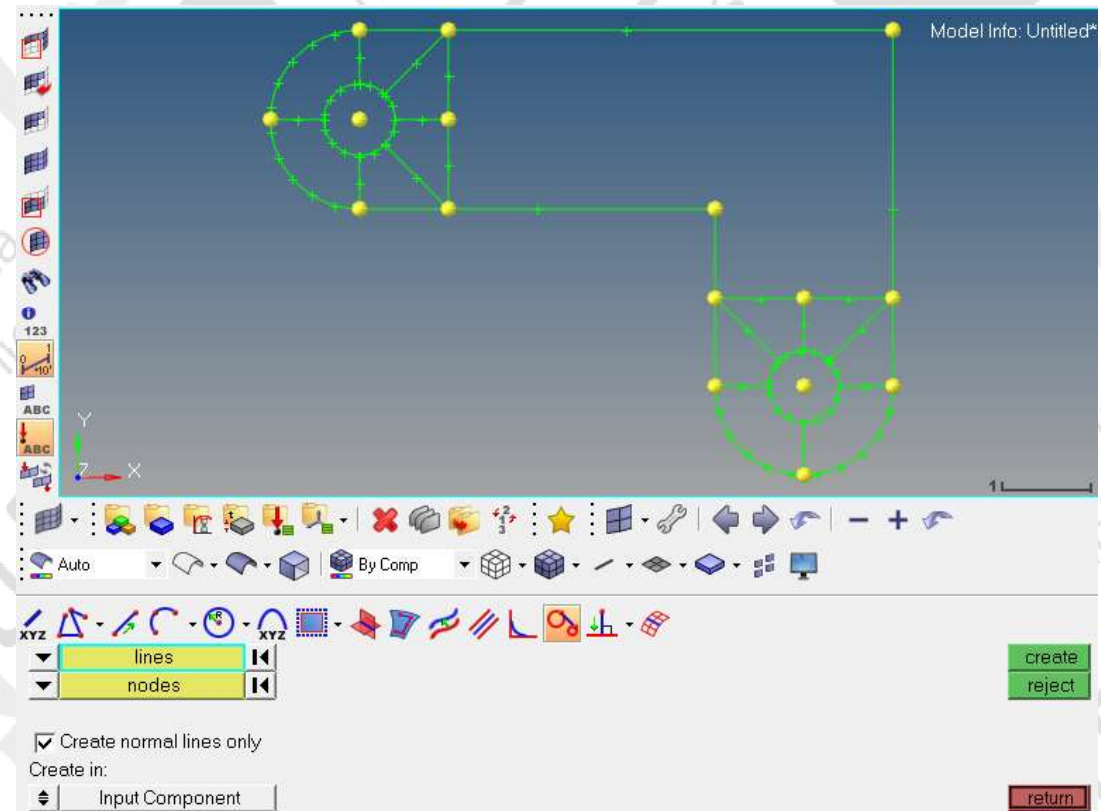


Criação das linhas para malha mapeada



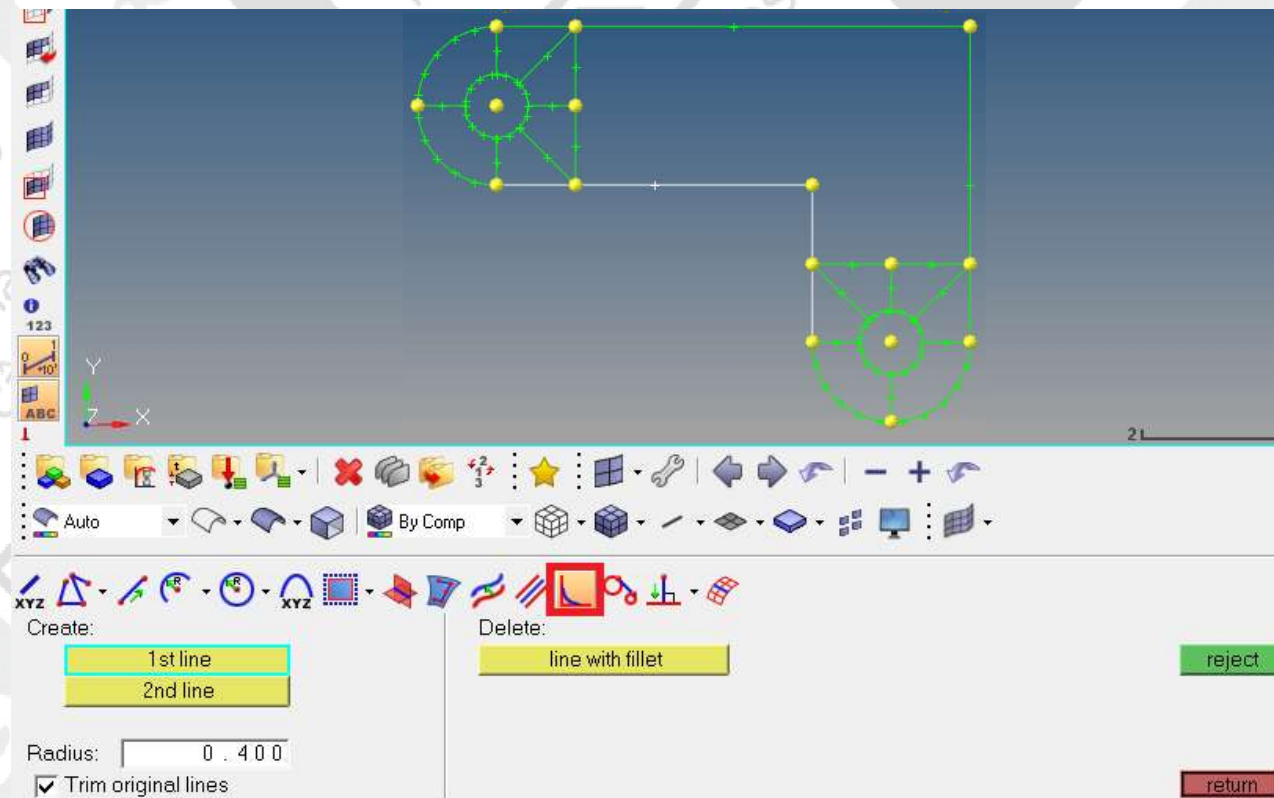
Criação das linhas para malha mapeada

- Novamente em *lines*, selecione *normal to geometry*;
- Em *lines*, selecione a linha do furo, e depois os nós que foram criados no passo anterior;
- Faça para os dois furos separadamente.



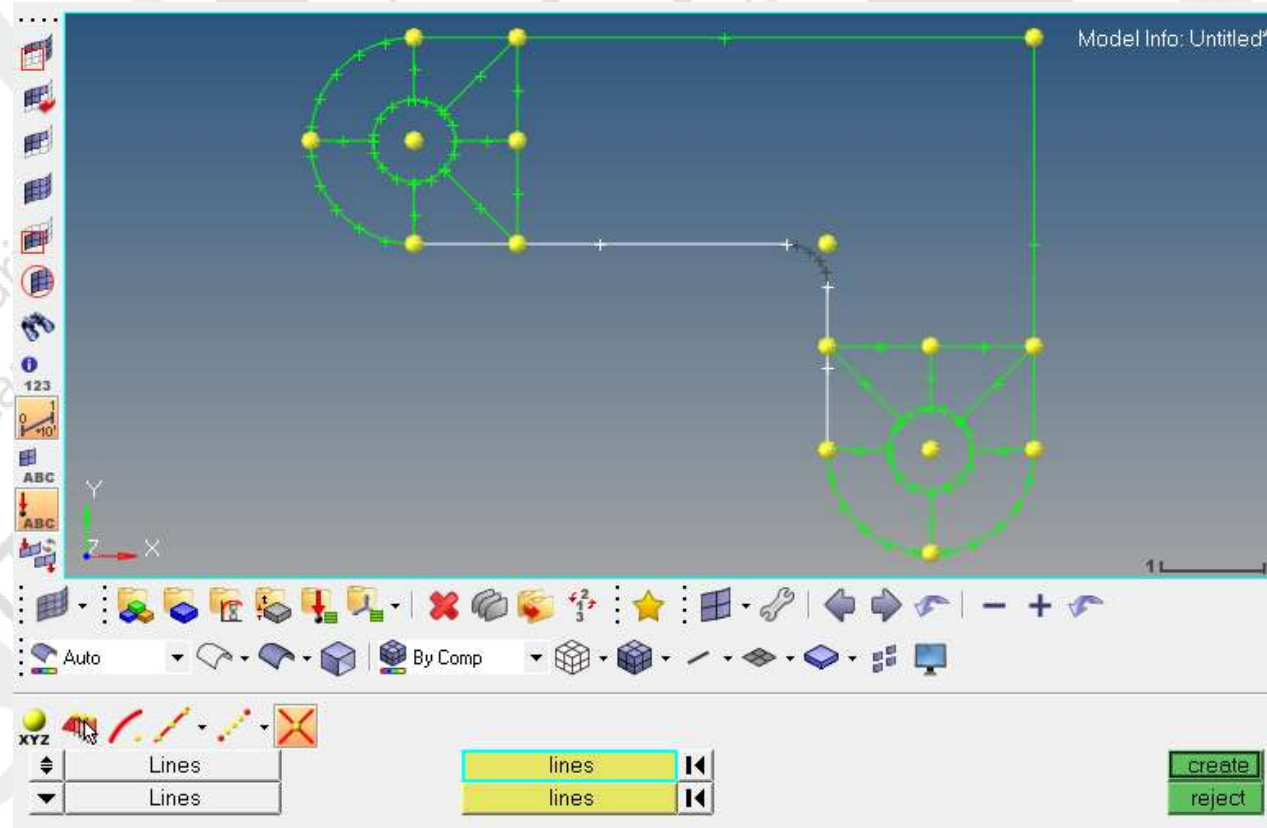
Criação do Fillet

- Em *lines*, selecione *Fillet*.
- Atualize *Radius* para 0.4 e selecione a caixa *Trim original lines* e escolha as duas linhas em branco.

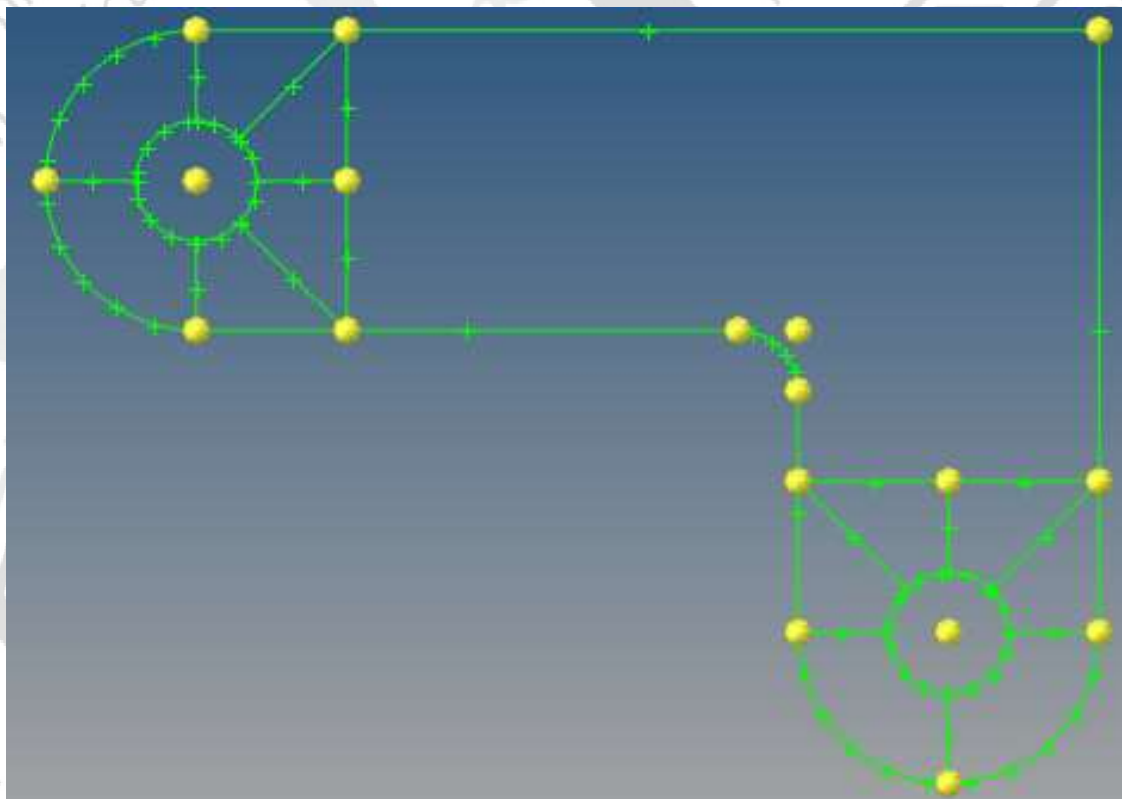


Criação de nós para auxílio da malha

- Selecione Nodes>*Intersec.*
- Com o *lines* de cima selecionado, escolha as linhas em preto. Clique em *lines* de baixo e escolha as linhas em branco e depois *create*.

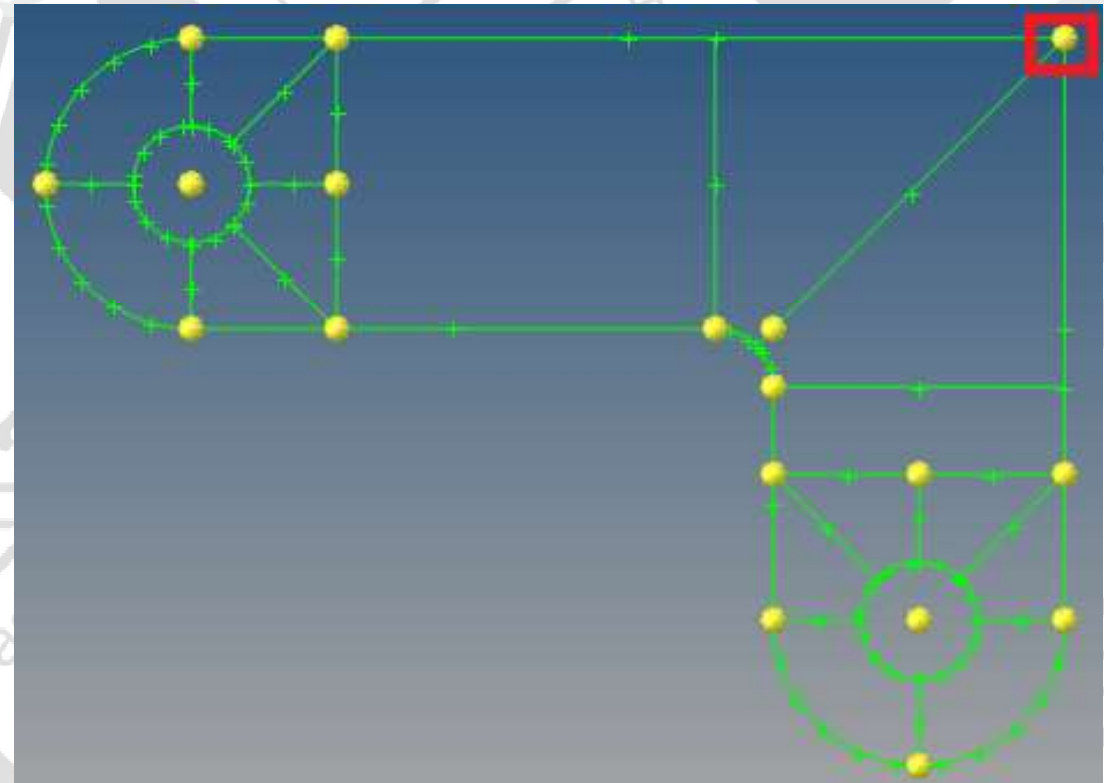


Criação das linhas para malha mapeada

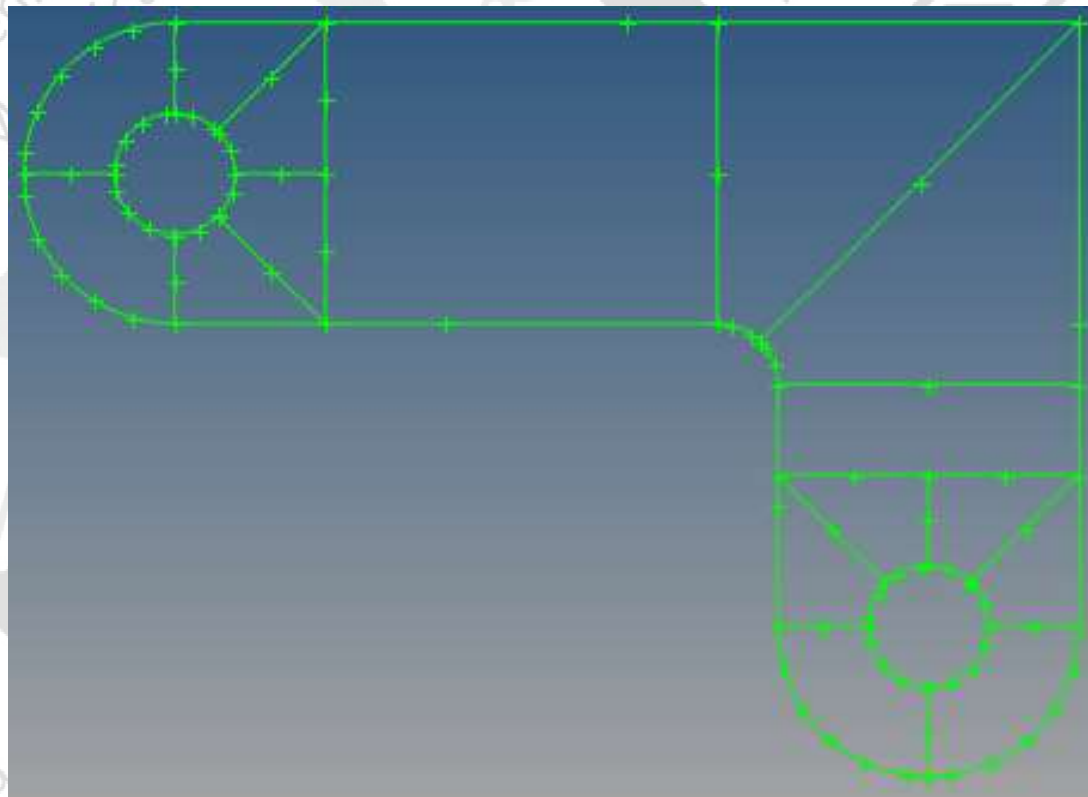


Criação das linhas para malha mapeada


- *lines > normal to geometry.*
- Faça uma linha selecionando o nó em vermelho e escolhendo o *Fillet* como *Lines*. E em seguida, faça duas linhas selecionando os *nós* criados nas extremidades do *Fillet*, escolhendo as linhas opostas .
- Depois disso, vá em *Geometry > Delete > Nodes* e selecione *clear all*



Criação das linhas para malha mapeada



Criação de Superfície

- Em *Surfaces*, selecione a caixa *Spline/Filler*. Deixe apenas *keep line endpoints for planar splines* selecionado (para visualizar a superfície clique em );
- Atualize para *Current Component*;
- Selecione a região em vermelho e *create*;
- Faça o mesmo com o restante.

nodes	lines	surfaces	solids	quick edit	Geom
node edit	line edit	surface edit	solid edit	edge edit	1D
temp nodes	length	defeature	ribs	point edit	2D
distance		midsurface		autocleanup	3D
points		dimensioning			Analysis:
					Tool
					Post

lines

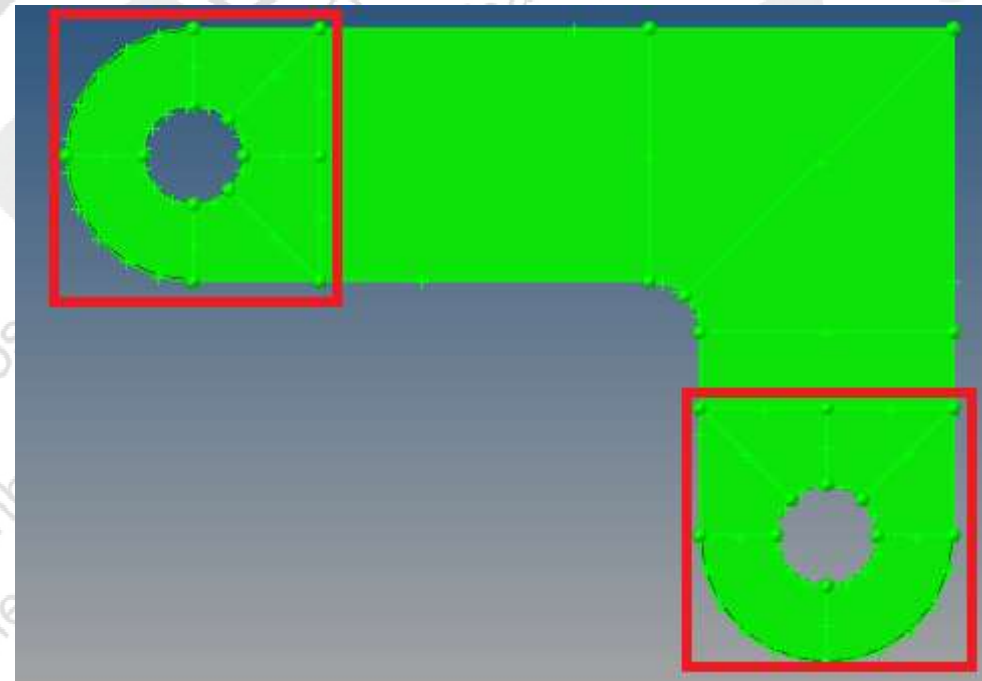
Auto create (free edges only)

Keep tangency

Keep line endpoints for planar splines

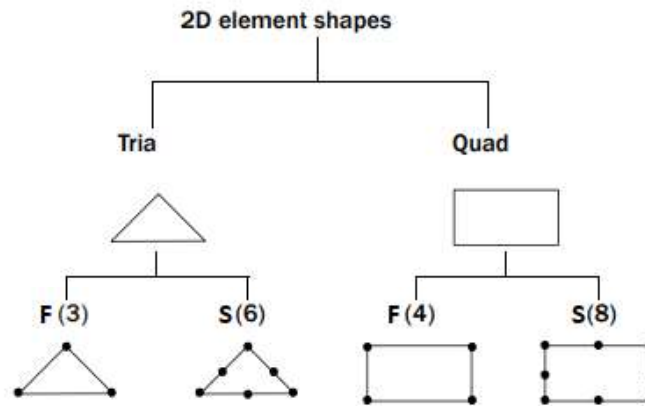
Create in:

Current Component



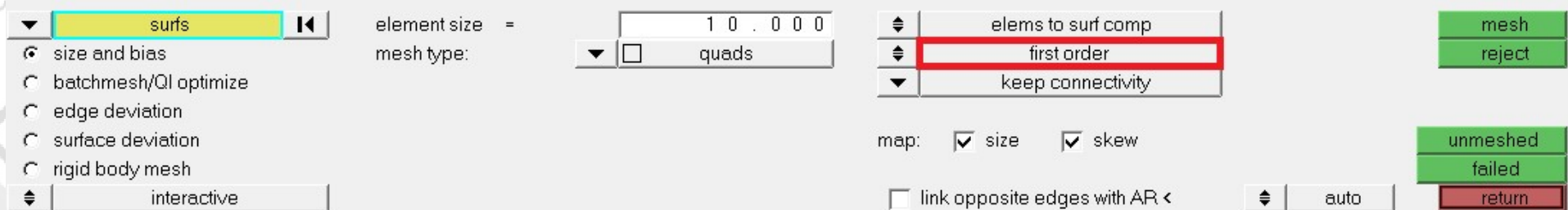
Tipos de elementos

- 2D mesh



F=First order
 S=Second order

- Para escolher qual dos dois tipos é o utilizado na sua malha, selecione First order ou Second order em 2D>automesh.



Criação da Malha

- Selecione 2D;
- Escolha *automesh*;
- Selecione as áreas em branco e atualize as janelas em vermelho e *mesh*.

❖ *Link opposite edges* é para lados oposto ficarem “conectados” com o mesmo número de elementos.

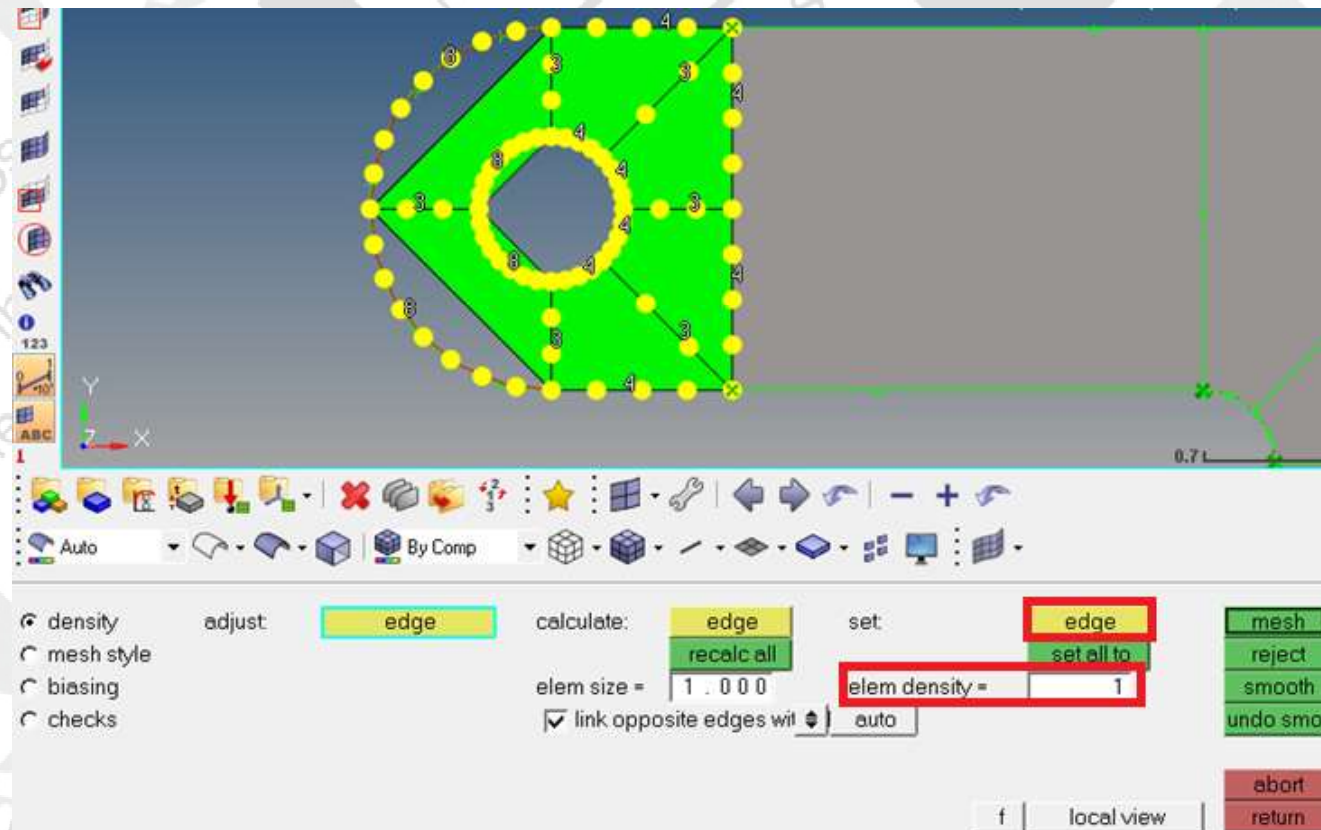
planes	ruled	connectors	automesh	edit element	<input type="checkbox"/> Geom
cones	spline	HyperLaminate	shrink wrap	split	<input type="checkbox"/> 1D
spheres	skin	composites	smooth	replace	<input checked="" type="checkbox"/> 2D
torus	drag		quality index	detach	<input type="checkbox"/> 3D
	spin		elem cleanup	order change	<input type="checkbox"/> Analysis:
	line drag		mesh edit	config edit	<input type="checkbox"/> Tool
	elem offset			elem types	<input type="checkbox"/> Post

Model Info: Untitled

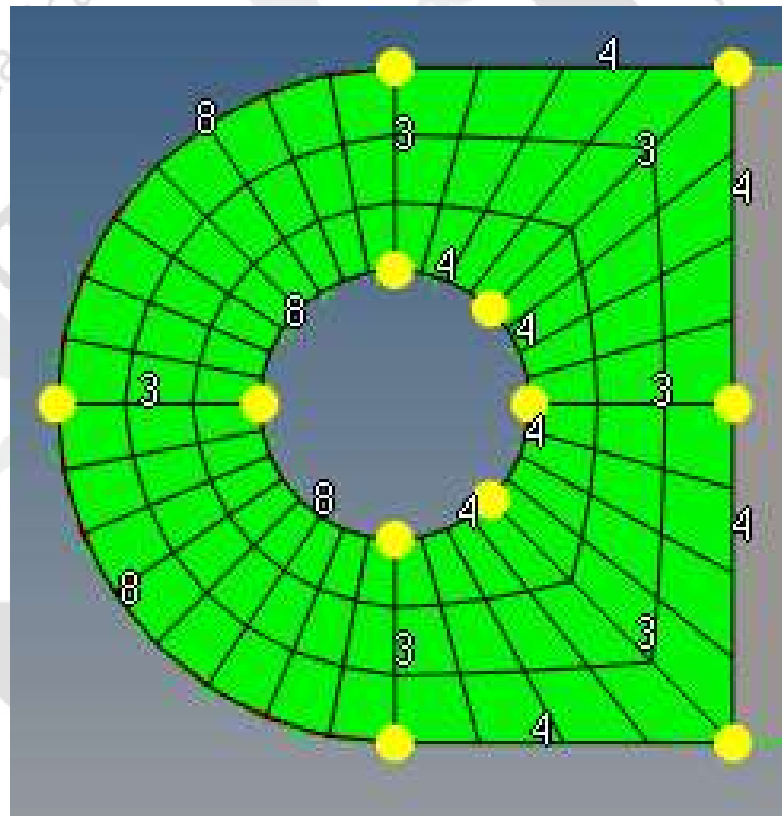
Auto | By Comp | element size = 1.000 | mesh type: quads only | elems to surf comp: first order | keep connectivity | map: size skew | link opposite edges with AR | auto | mesh | reject | unmeshed | failed | return

Criação da Malha

- Para escolher o número de elementos que cada aresta irá conter, coloque o número que deseja em *elem density*, clique em *edge* e clique em cima do número de elementos da aresta desejada.
- Perceba que foi escolhido 8 elementos em cada $\frac{1}{4}$ de circunferência para manter a proporção.
- Selecione *mesh*.

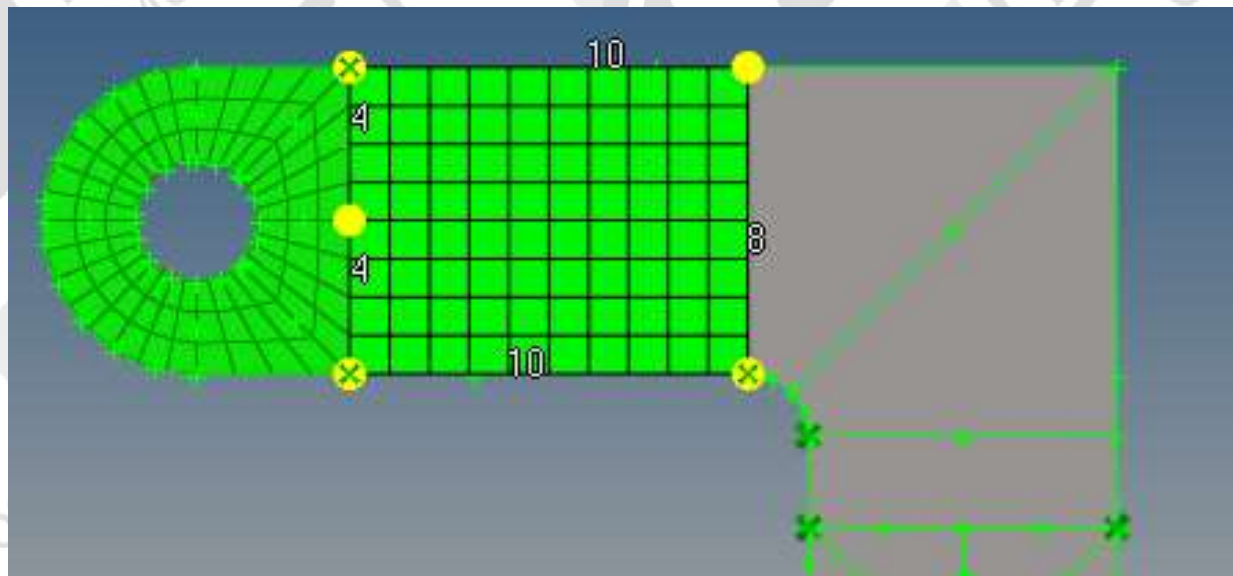


Criação da Malha



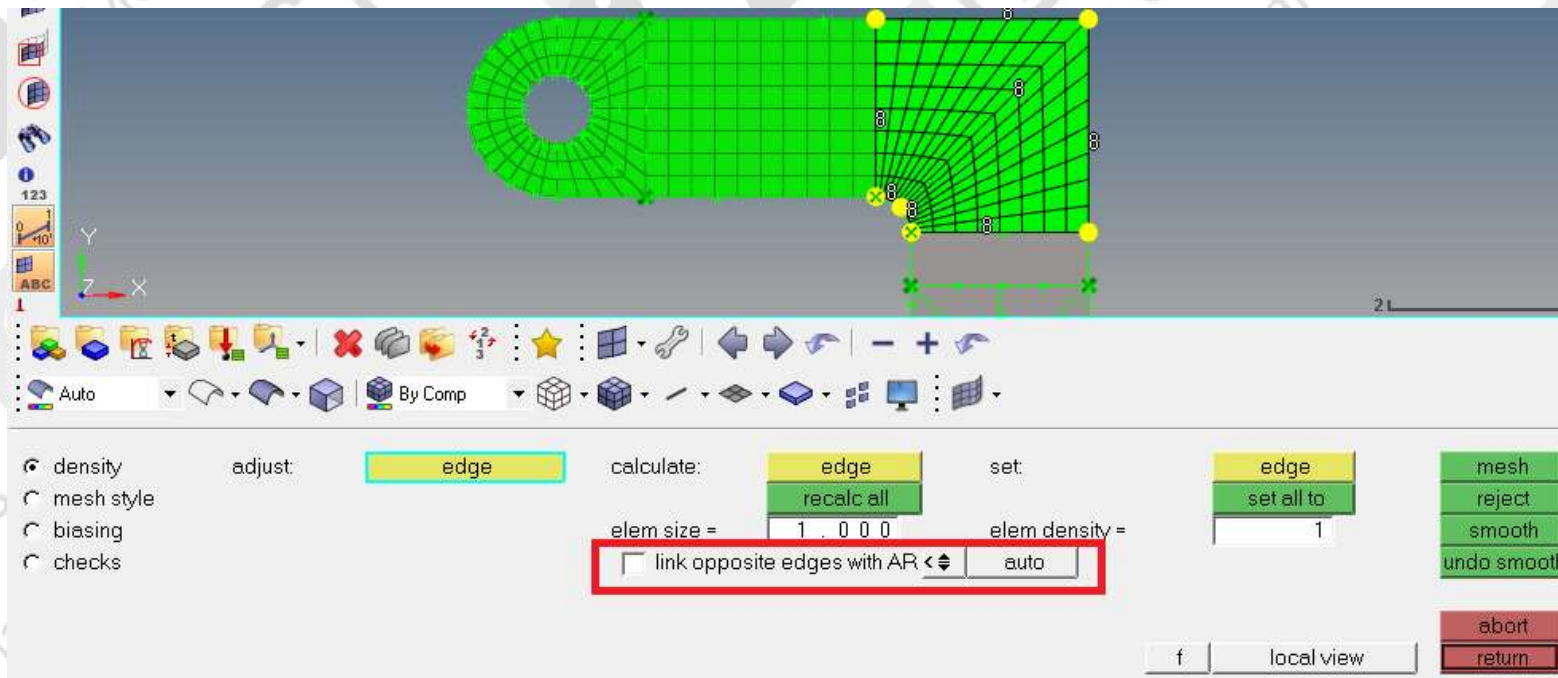
Criação de Malhas

Na próxima região, escolha 10x8 elementos.



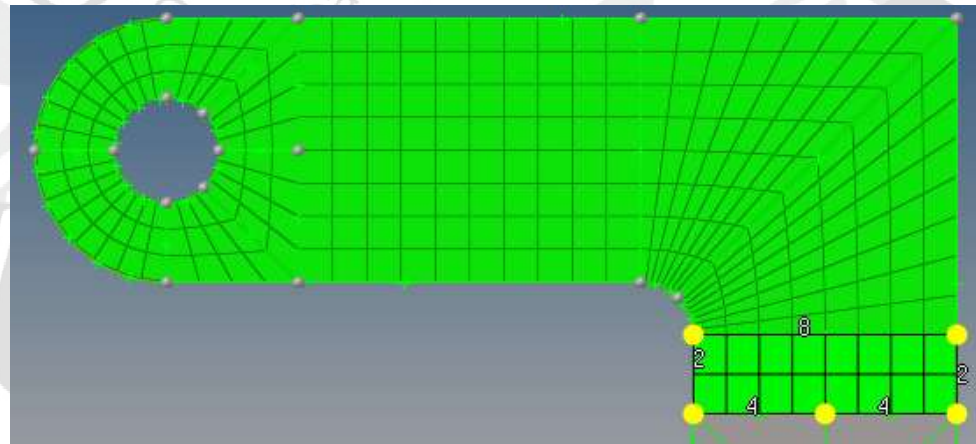
Criação de Malhas

Retire *link opposite edges with AR* e coloque *elem density* = 8 e mude todas as arestas para esse valor.



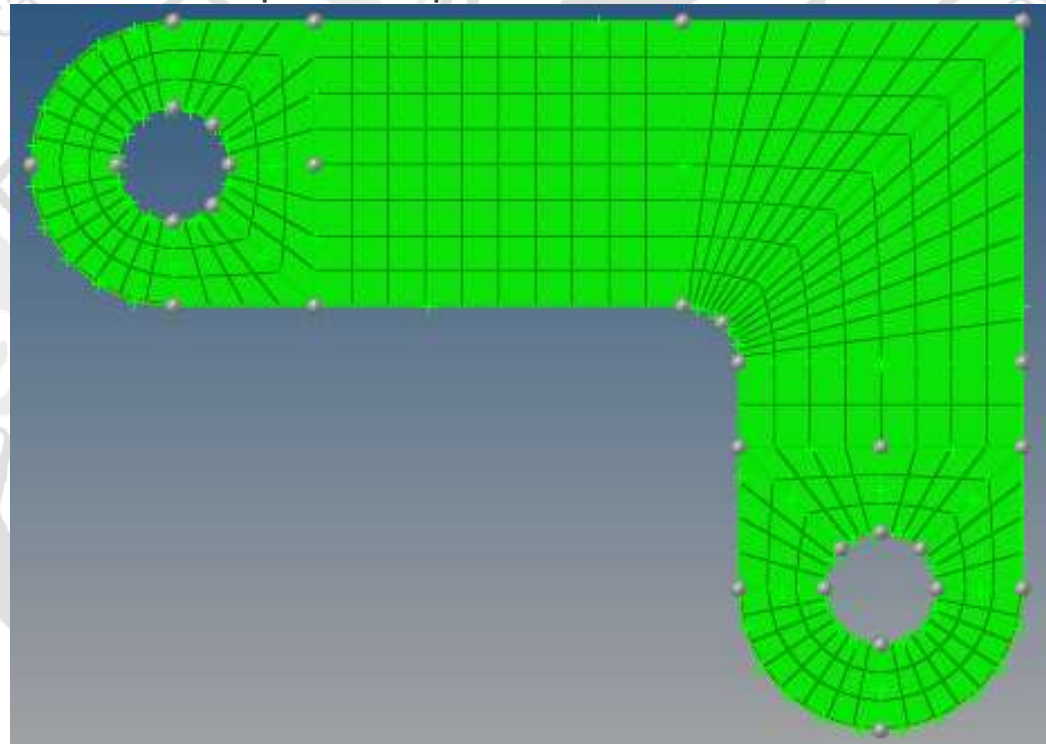
Malha Mapeada

A próxima parte conte um retângulo 2x8 elementos.



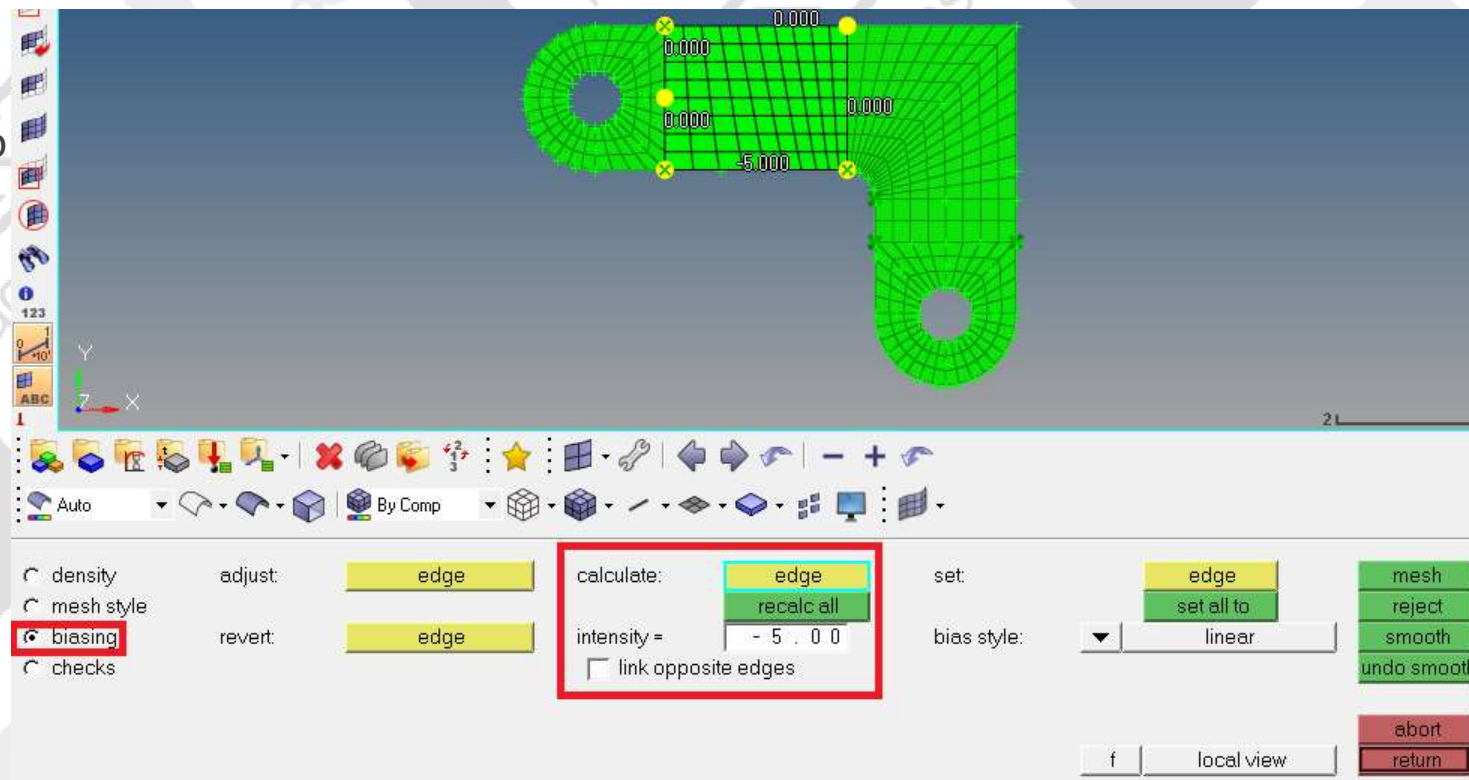
Malha Mapeada

Na ultima parte faça semelhante à primeira parte.

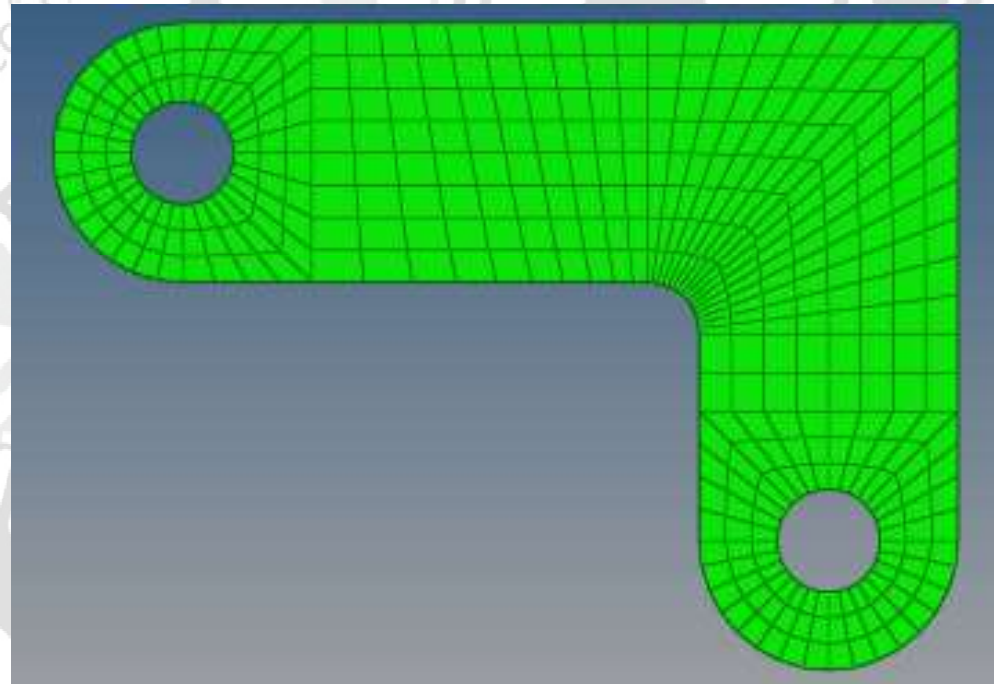


Malha Mapeada

Como no *Fillet* a malha é mais refinada, uma opção é distorcer a malha para o lado dos menores elementos. Em automesh selecione a superfície da imagem ao lado e faça a malha 10x8 elementos novamente. Para distorcer os elementos, selecione *biasing* e atualize *intensity* para -5. Selecione *edge* e escolha a linha de baixo.

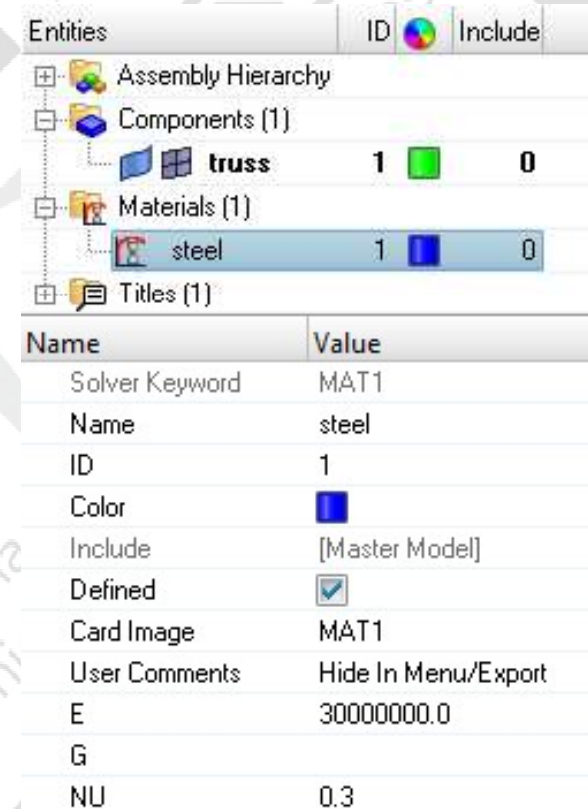


Malha mapeada final



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 the 'Entities' panel with a tree view and a 'Properties' table. The tree view shows the following structure:

- Assembly Hierarchy
 - Components (1)
 - truss (ID: 1, Color: Green, Include: 0)
 - Materials (1)
 - steel (ID: 1, Color: Blue, Include: 0)
 - Titles (1)

The 'Properties' table for the 'steel' material is as follows:

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

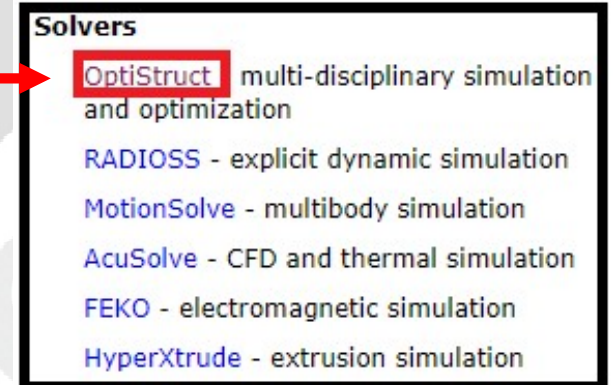
Tipos de material e propriedades

Até agora foram utilizados apenas o material MAT1, mas existem muitos outros tipos de materiais. Estes podem ser encontrados no help do *Hyperworks Help Home*.



Para isso é necessário estar conectado à internet. Abrirá uma aba no navegador. Em *Solvers*, selecione *OptiStruct*.

Em *Search*, escreva o que você está procurando e aperte Enter.



Tipos de material e propriedades

Exemplos:

MAT1

Bulk Data Entry

Defines the material properties for linear, temperature-independent, and isotropic materials.

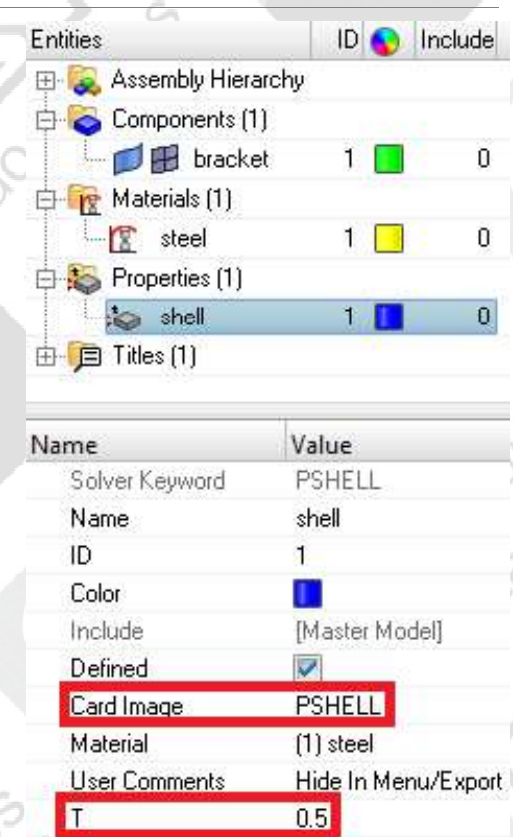
PSHELL


Bulk Data Entry

Defines the membrane, bending, transverse shear, and membrane-bending coupling of shell elements.

Criação da propriedade

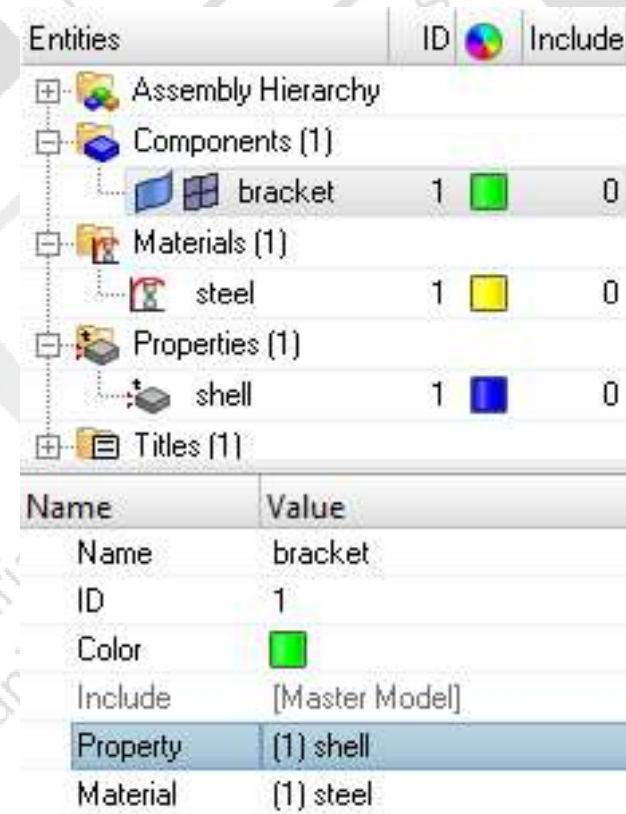
- Na janela do modelo, clique com o botão direito do mouse create>property;
- ✓ Para o nome entre com shell;
- ✓ Tipo da propriedade = PSHELL (casca);
- ✓ Material = steel;
- ✓ T (thickness) = 0.5.




Name	Value
Solver Keyword	PSHELL
Name	shell
ID	1
Color	
Include	[Master Model]
Defined	<input checked="" type="checkbox"/>
Card Image	PSHELL
Material	(1) steel
User Comments	Hide In Menu/Export
T	0.5

Associação do componente

- Na janela do modelo, clique com o botão esquerdo em Components:
- ✓ Clique em <Unspecified> de Property e escolha *shell*;
- ✓ Para Material faça o mesmo e escolha *steel*.
- ❖ Delete todos os nós que foram utilizados para desenhar o bracket (menu principal Geometry>Delete>Nodes>clear all)



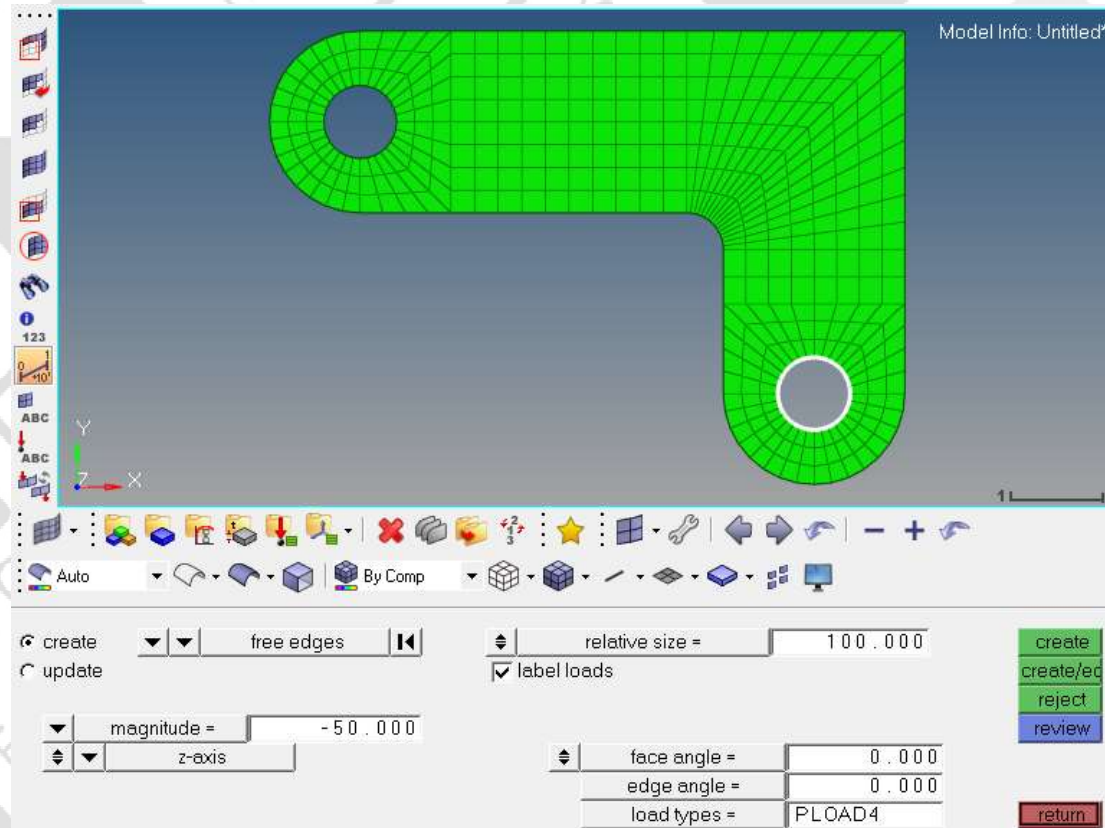
The screenshot shows the 'Entities' tree on the left and a 'Name Value' table on the right. The 'Entities' tree is expanded to show 'Components (1)' containing 'bracket' (ID 1, green color, Include 0), 'Materials (1)' containing 'steel' (ID 1, yellow color, Include 0), and 'Properties (1)' containing 'shell' (ID 1, blue color, Include 0). The 'Name Value' table below shows the following data:

Name	Value
Name	bracket
ID	1
Color	
Include	[Master Model]
Property	(1) shell
Material	(1) steel

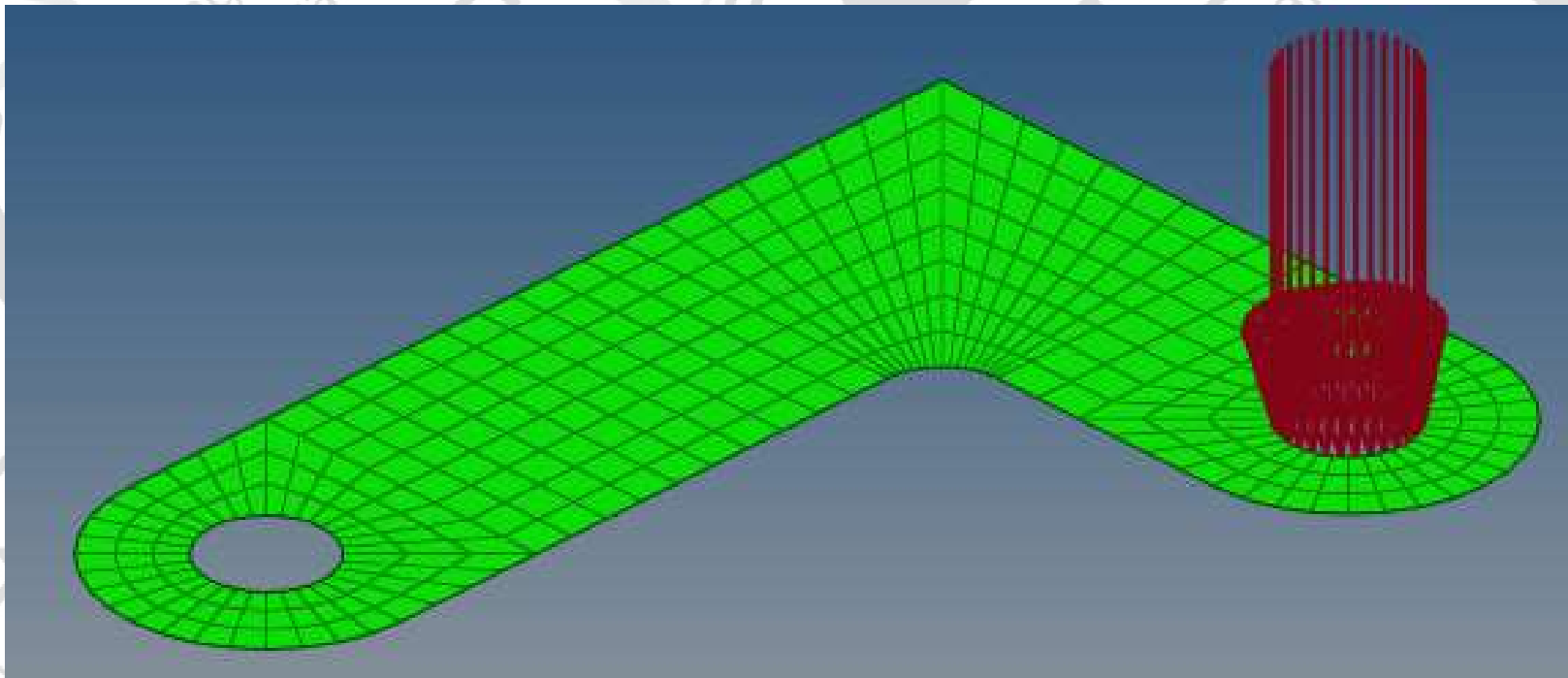
Aplicação de força

Vá em *analysis>pressure>create>free edges* e selecione o furo de baixo;

- *magnitude = -50* e coloque na direção *z*;
- *Relative size* é o tamanho da representação do vetor força;
- *load types = PLOAD4*;
- *Create*;
- *Rename para pressure*.



Aplicação de força



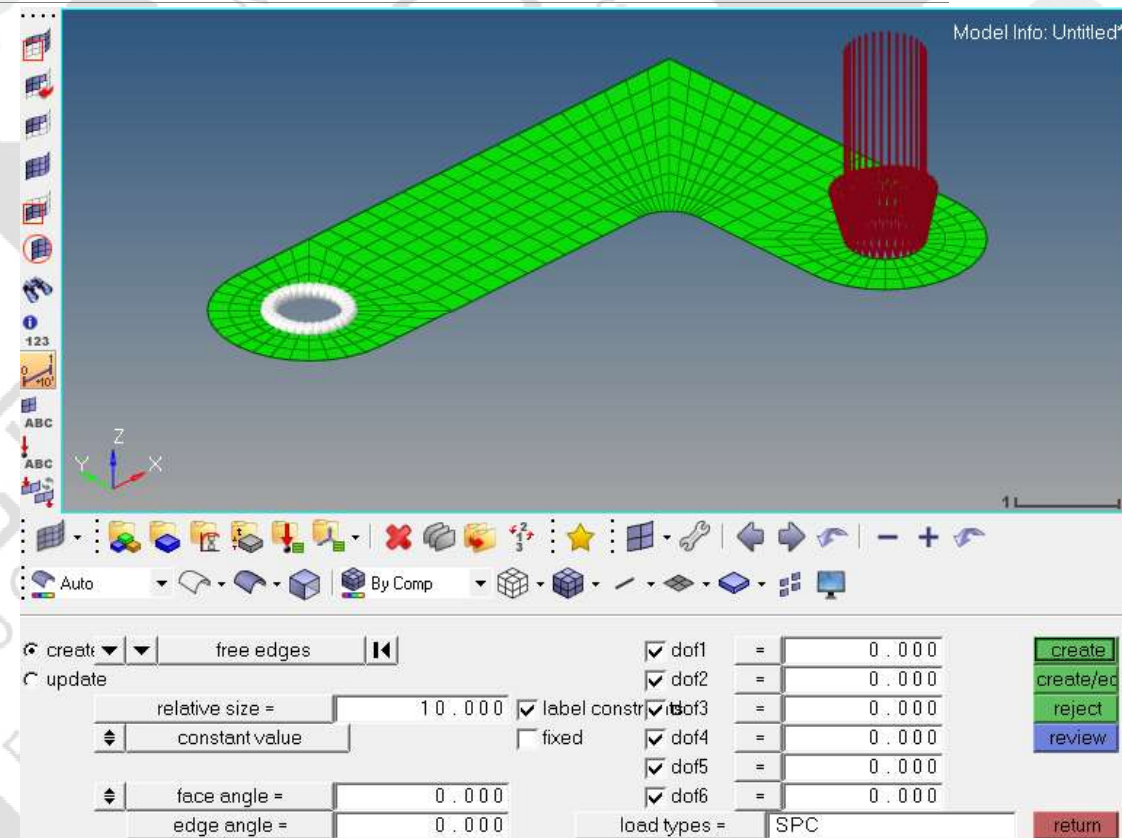
Apoios

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

Com constraint selecionado:

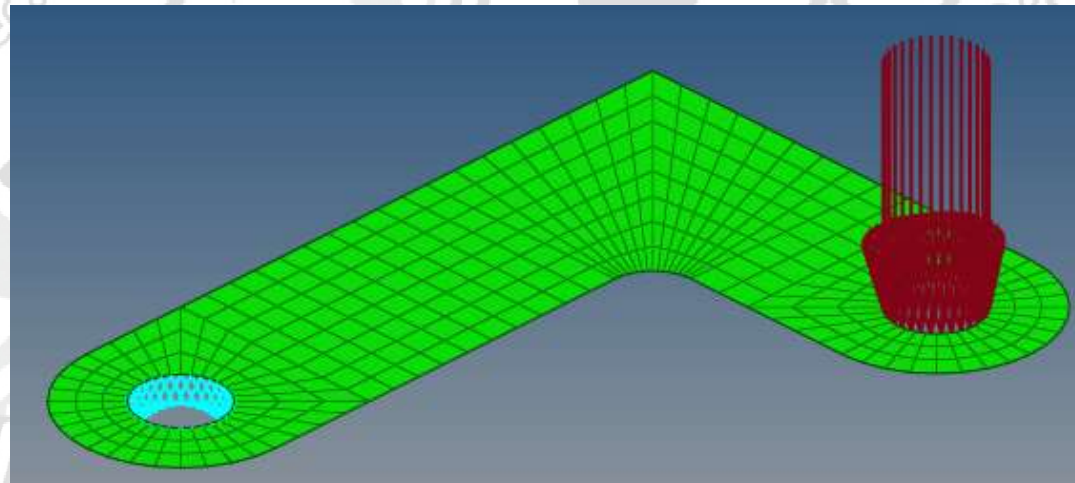



- *Analysis>constraint >create>free edges*;
- Selecione o furo da esquerda;
- *Face angle = 0*;
- *Edge angle = 0*;
- Marque todos os DOFs;
- Load types = SPC.



Apoios e forças

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 *Results*;



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 checked="" type="radio"/> Analysis
	pressures		bodies		<input type="radio"/> Tool
			nsm	OptiStruct	<input type="radio"/> Post

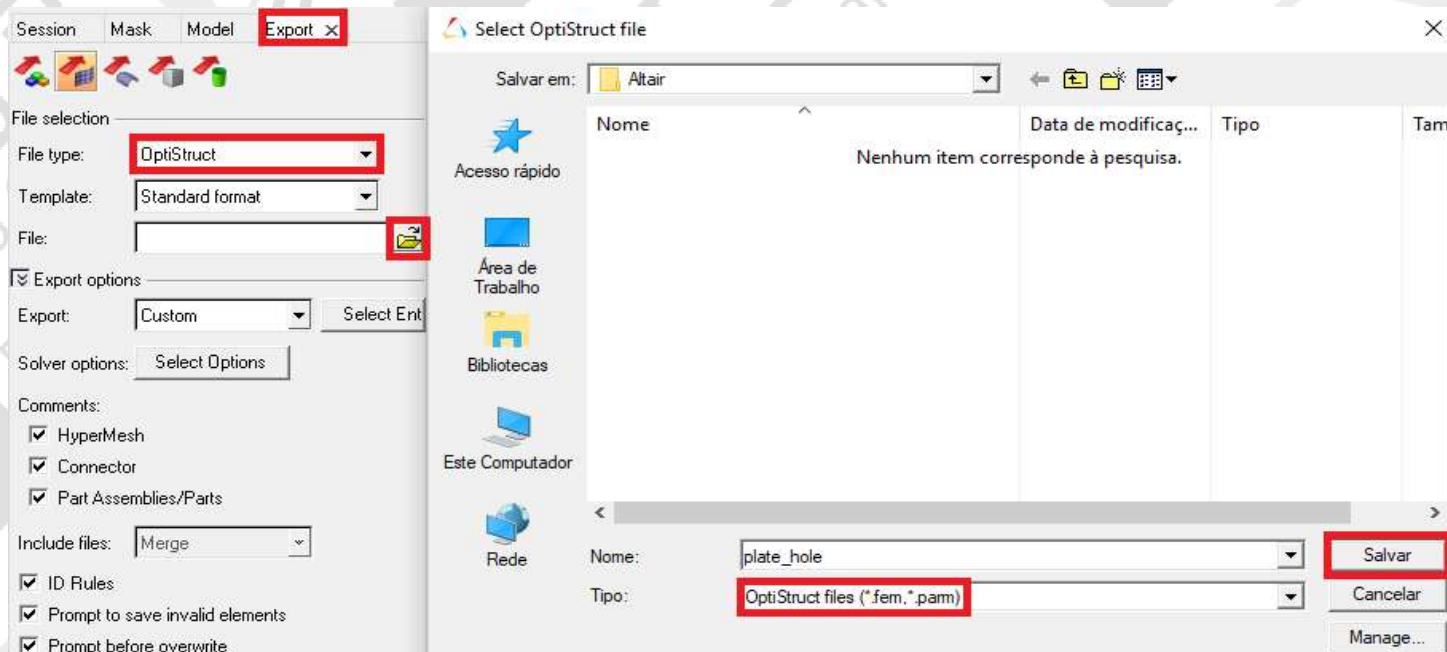
- Coloque o tipo como linear estático (*linear static*);
- Selecione SPC e escolha 2 (constraint), que são os apoios da análise estática;
- Selecione LOAD e escolha 1 (pressure), que são as forças da análise;
- Create.

name =	Results	type: ▼	linear static	<input type="button" value="create"/>
<input checked="" type="checkbox"/> SPC	=	2	<input type="checkbox"/> STATSUB(PRELOAD)	<input type="button" value="edit"/>
<input checked="" type="checkbox"/> LOAD	=	1	<input type="checkbox"/> PRETENSION	<input type="button" value="update"/>
<input type="checkbox"/> MPC			<input type="checkbox"/> STATSUB(PRETENS)	<input type="button" value="review"/>
<input type="checkbox"/> SUPORT1				<input type="button" value="next"/>
<input type="checkbox"/> DEFORM				<input type="button" value="prev"/>
				<input type="button" value="return"/>

Análise do Modelo

Primeiramente, faça o *save* do modelo;

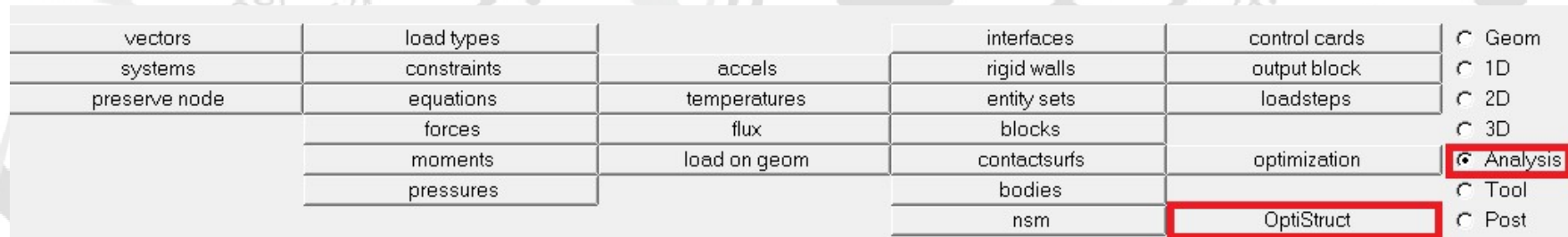
- Vá em export solver desk  ;
- Tipo do arquivo OptiStruct;
- Clique em  ;
- Tipo de arquivo .fem;



- ❖ 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*;



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

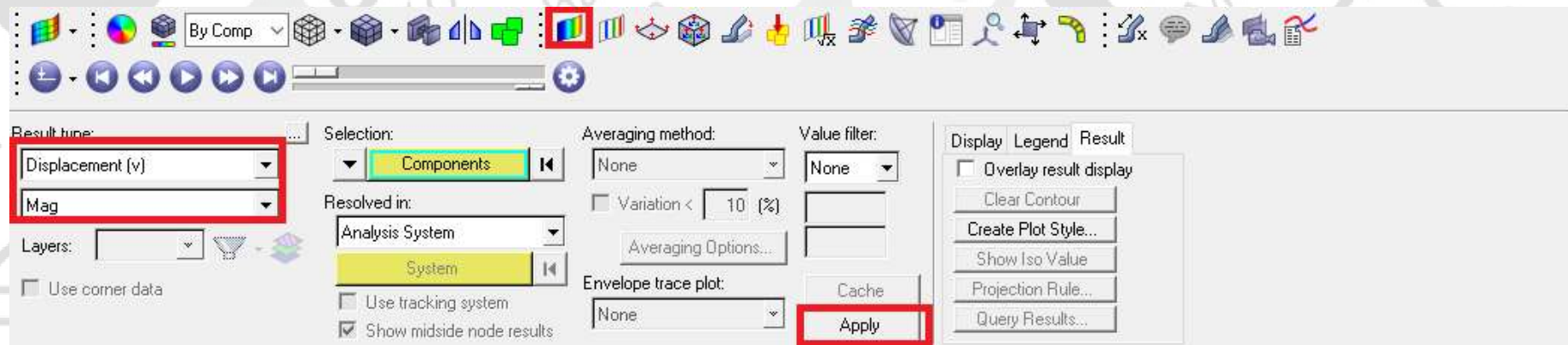
Salve o arquivo e clique em *OptiStruct*.



Análise do Modelo

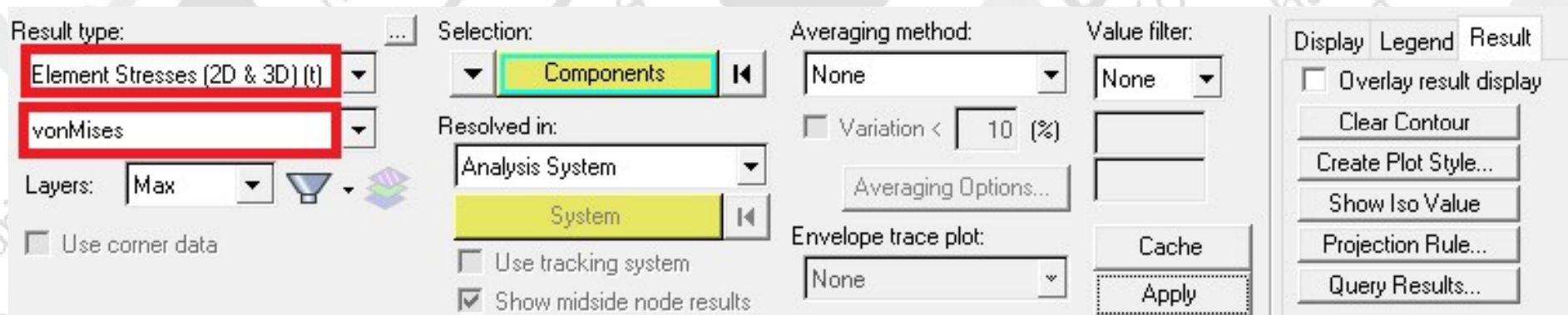
Quando a análise pelo *OptiStruct* estiver concluída, clique em *results*.

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 *Element Stresses*.

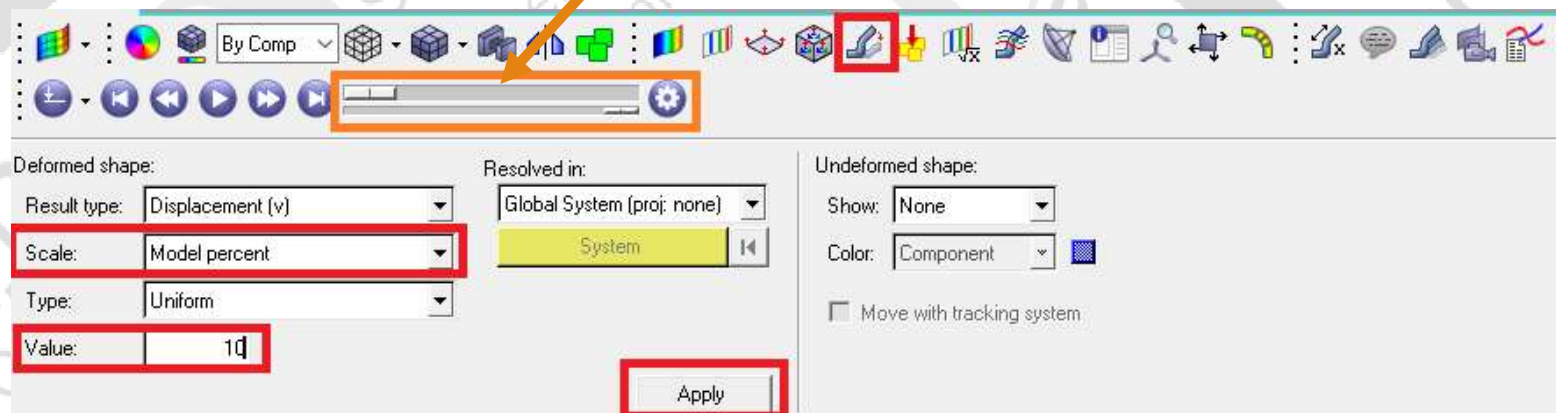


The screenshot displays the ANSYS Workbench Results toolbars. The 'Result type' section is highlighted with a red box, showing 'Element Stresses (2D & 3D) (t)' and 'vonMises' selected. The 'Selection' section is highlighted with a green box, showing 'Components' selected. The 'Resolved in' section shows 'Analysis System' and 'System' selected. The 'Averaging method' is set to 'None', and the 'Value filter' is also set to 'None'. The 'Envelope trace plot' is set to 'None'. The 'Display' section includes options for 'Overlay result display', 'Clear Contour', 'Create Plot Style...', 'Show Iso Value', 'Projection Rule...', and 'Query Results...'. The 'Apply' button is highlighted with a dotted border.

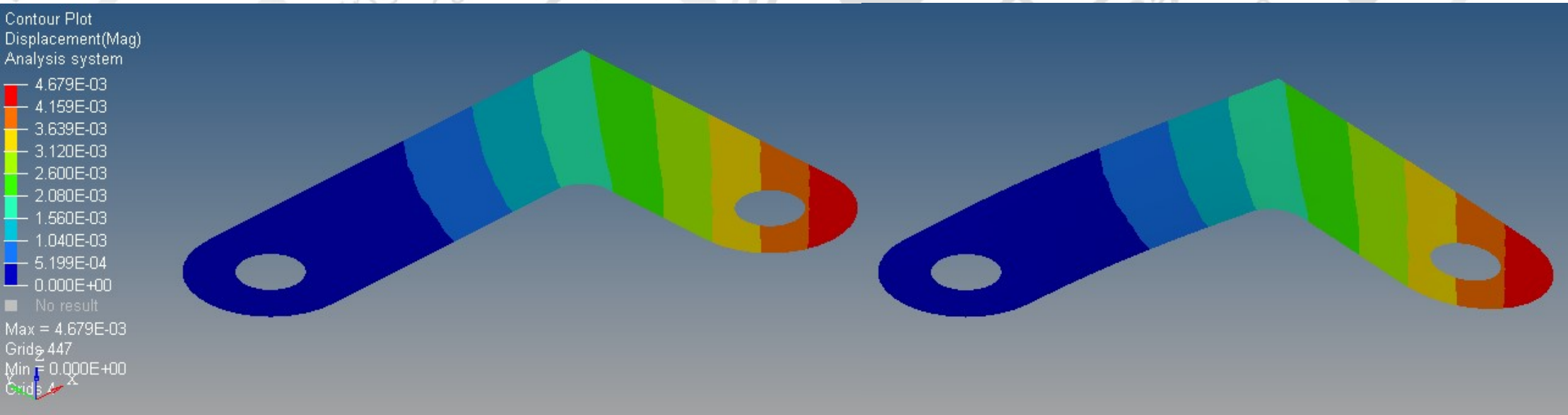
Análise do Modelo

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

Para visualizar a deformação no modelo, arraste a barra.



Resultado de deslocamento



Resultado da tensão

