

ESTUDO DE VIGAS COM CARGA DISTRIBUÍDA E PESO PRÓPRIO USANDO O ABAQUS 6.12 STUDENT EDITION

1. INTRODUÇÃO

1.1. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA:

Através do seguinte exemplo didático, apresentado por R. J. ROARK na referência Formulas for Stress and Strain, 4th Edition, Mc Graw-Hill Book Co, página 109, pretendemos demonstrar como determinar os esforços a que está submetida uma viga esquematizada na figura abaixo, quando submetida a ação de seu peso próprio.

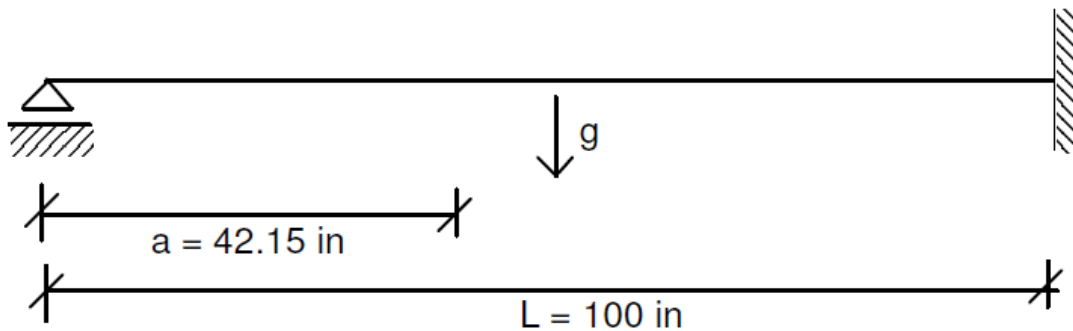


Figura 1 – Esquema da viga a ser analisada

PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS

✓ Vigas;

$$\text{Vão} = L = 100 \text{ in} = 2.54 \text{ m}$$

Seção transversal retangular:

$$b = 2 \text{ in} = 0.0508 \text{ m}$$

$$h = 2 \text{ in} = 0.0508 \text{ m}$$

$$\text{Área da seção transversal} = 4 \text{ in}^2 = 0,00258064 \text{ m}^2$$

$$I_Z = \text{Inércia} = 1.3333 \text{ in}^4 = 5.55\text{E-}7 \text{ m}^4$$

$$\text{Aceleração da gravidade} = g: 9.81 \text{ m/s}^2$$

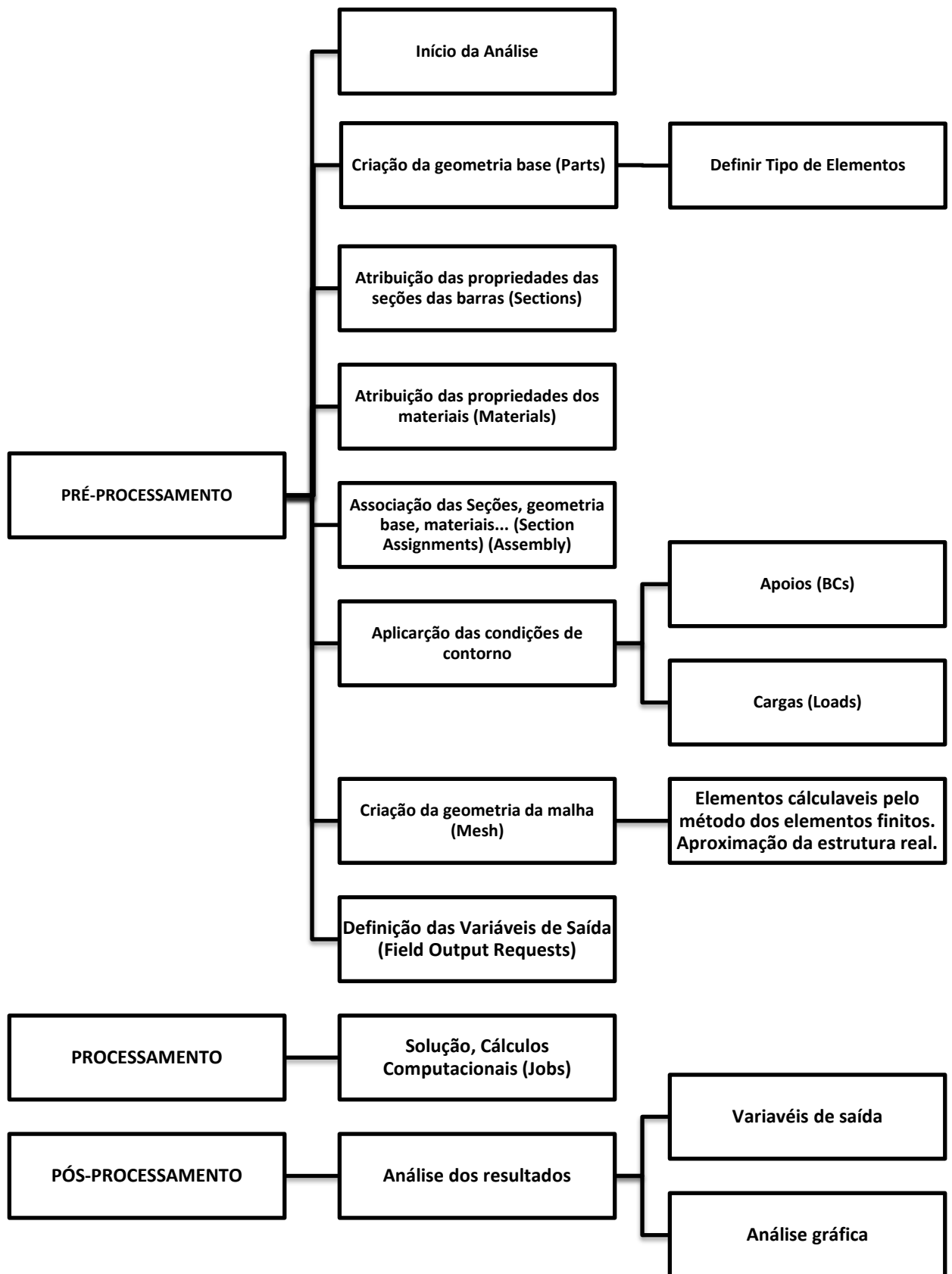
1.3. PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

Módulo de elasticidade do material = E: 30E6 psi = 206842718700 Pa

Massa específica = ρ = 7830.0 kg/m³

2. RESOLUÇÃO

O procedimento de resolução pode ser demonstrado no seguinte fluxograma (a ordem pode eventualmente ser quebrada em pontos específicos por conveniência):

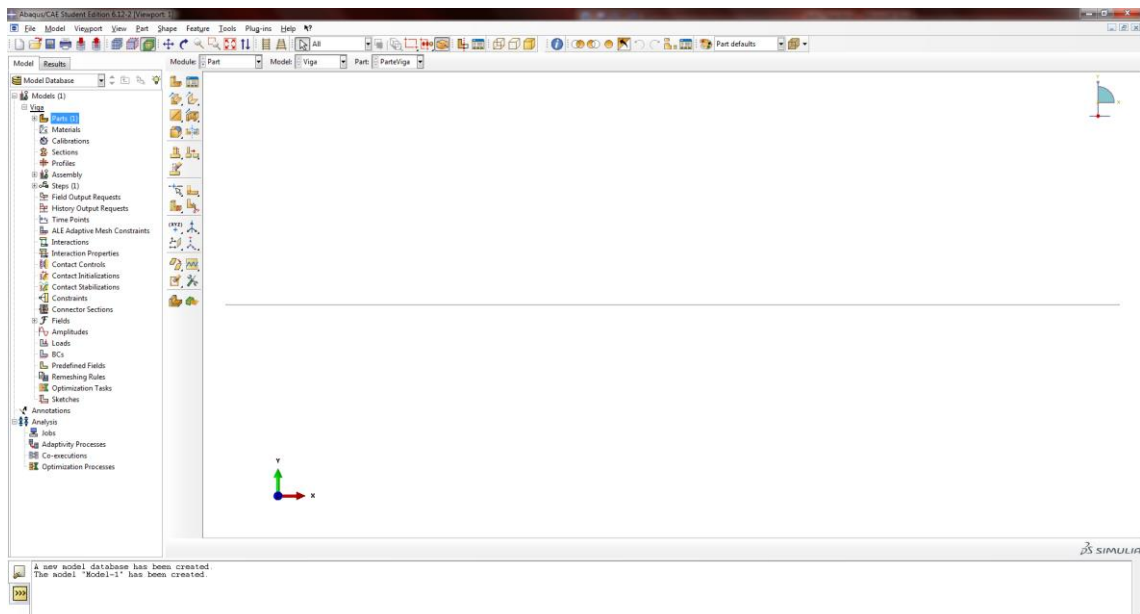


2.1. INÍCIO DA ANÁLISE

- ✓ Se você ainda não iniciou o programa **Abaqus/CAE**, **digite** *cmd* no **Menu Iniciar** para abrir o **Prompt de Comando** e nele **digite** *abq6122se cae* para executar o Abaqus.
- ✓ Em **Create Model Database** na caixa **Start Session** que aparece, **selecione** **With Standard/Explicit Model**.

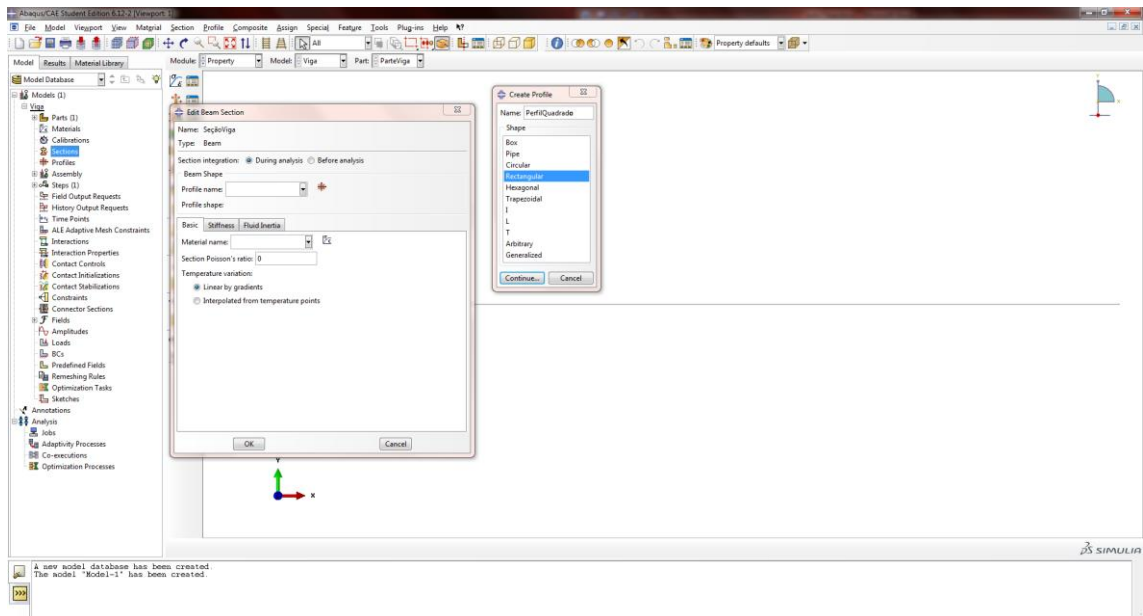
2.2. PRÉ-PROCESSAMENTO

- ✓ No menu **Model** à esquerda, **clique** com o botão direito em **Model-1** e **selecione** **Rename**. **Digite** *Viga*.
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Parts**, no campo **Name** **digite** *ParteViga*, e **selecione** as opções: **2D Planar**, **Deformable**, **Wire**. Em **approximate size** **digite** *20*. **Clique** em **Continue...**
- ✓ Para começar a criar a estrutura, **clique** em **Create Lines: Connected** na caixa de ferramentas e **insira** em ordem as seguintes coordenadas (**tecle** enter entre uma e outra coordenada): *0,0 – 2.54,0*. Em seguida, **desative** a função **Create Lines: Connected** e **clique** em **Done**.

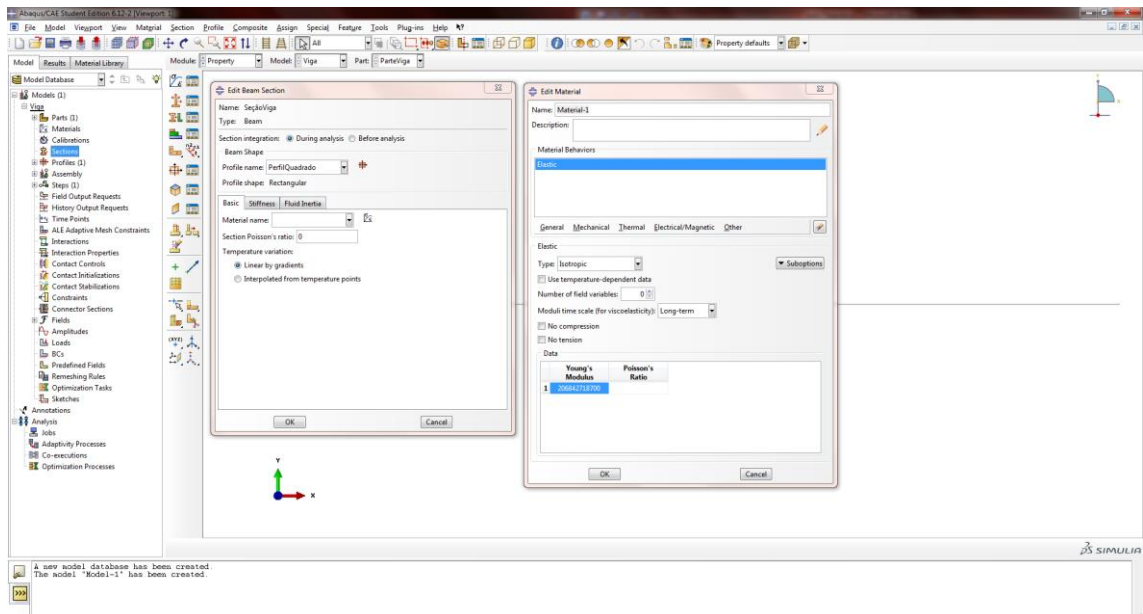


- ✓ No menu **Model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Sections**. No campo **Name** **digite** *SeçãoViga*, em **Category** **selecione** **Beam**, e em **Type**

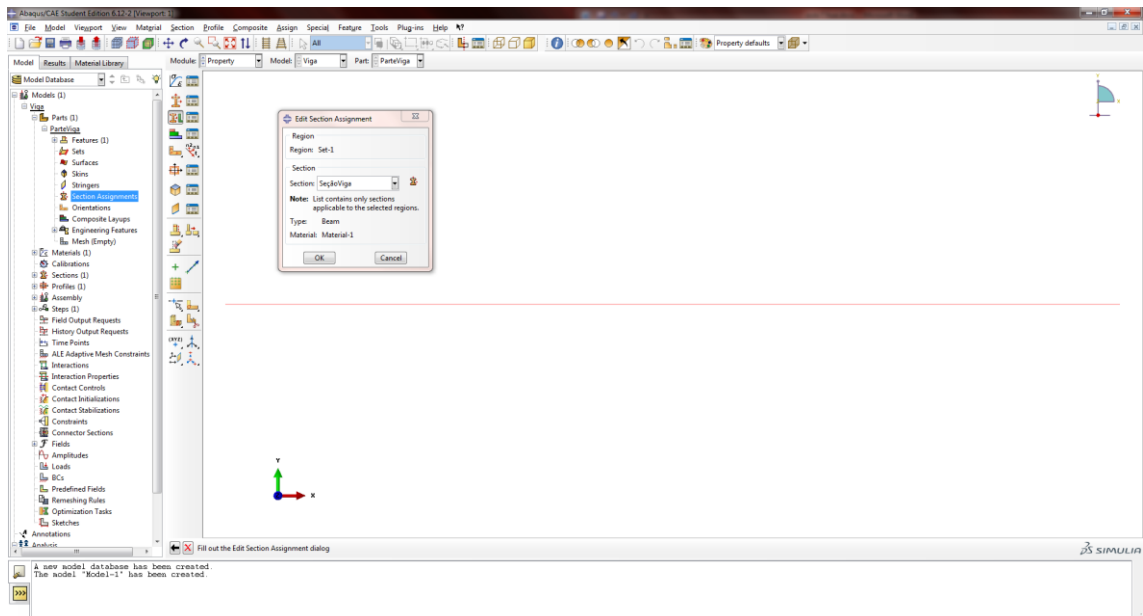
selecione Beam. Clique em Continue... Na janela Edit Beam Section, ao lado de Profile name, clique em Create Beam Profile. Selecione o perfil Rectangular, nomeie-o PerfilQuadrado e clique em Continue...



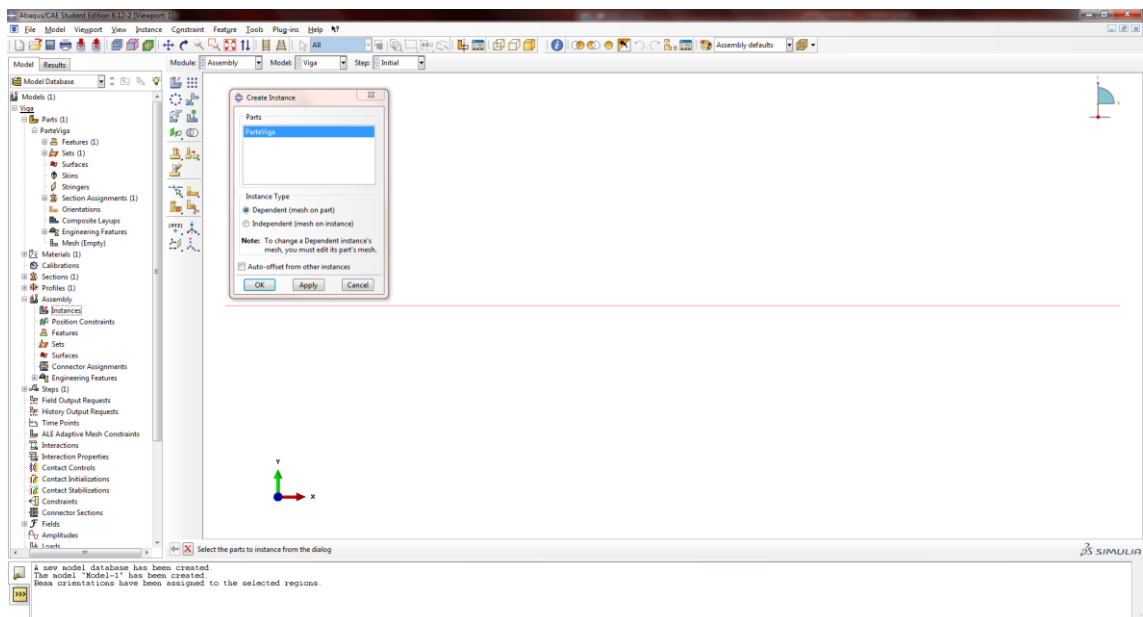
✓ Na janela Edit Profile, insira o valor 0.05080 para a e b e clique em OK. Na janela Edit Beam Section, ao lado de Material name: clique em Create Material. Selecione Mechanical>Elasticity>Elastic e digite 206842718700 em Young's Modulus. Clique em OK e OK novamente.



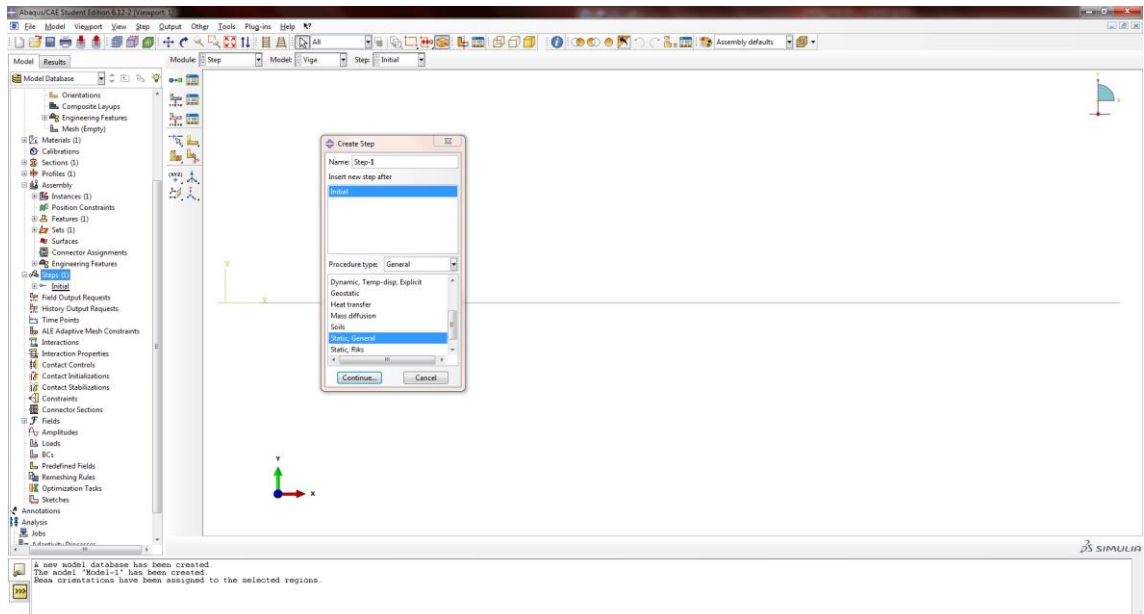
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **abra** **Parts>ParteViga** e **dê** duplo clique em **Section Assignments**. **Selecione** a viga e **clique** em **Done**. **Selecione** **SeçãoViga** e **clique** em **OK**.



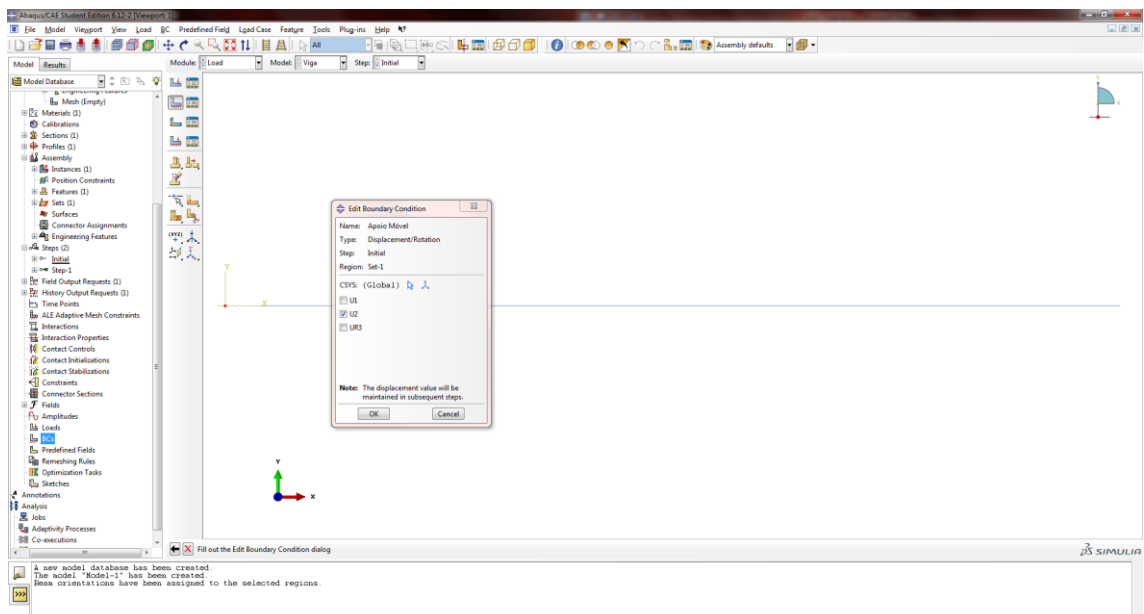
- ✓ Na caixa de ferramentas, **selecione** **Assign Beam Orientation**. **Clique** em **Sets**, **selecione** **Set-1** e **clique** em **Continue...** **Tecl**e **Enter** e **clique** em **OK**. **Clique** em **Dismiss**.
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **abra** **Assembly**, **dê** duplo clique em **Instances** e **clique** em **OK** na janela **Create Instance**.



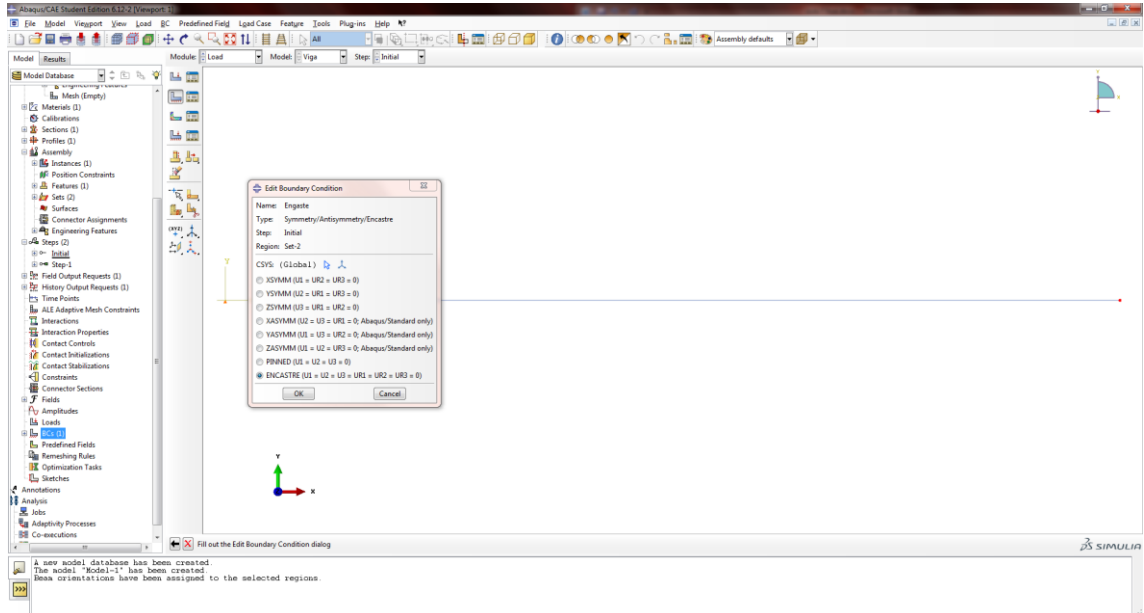
- ✓ No menu **model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Steps**. **Clique** em **Continue....** Então **clique** OK na nova janela que se abre.



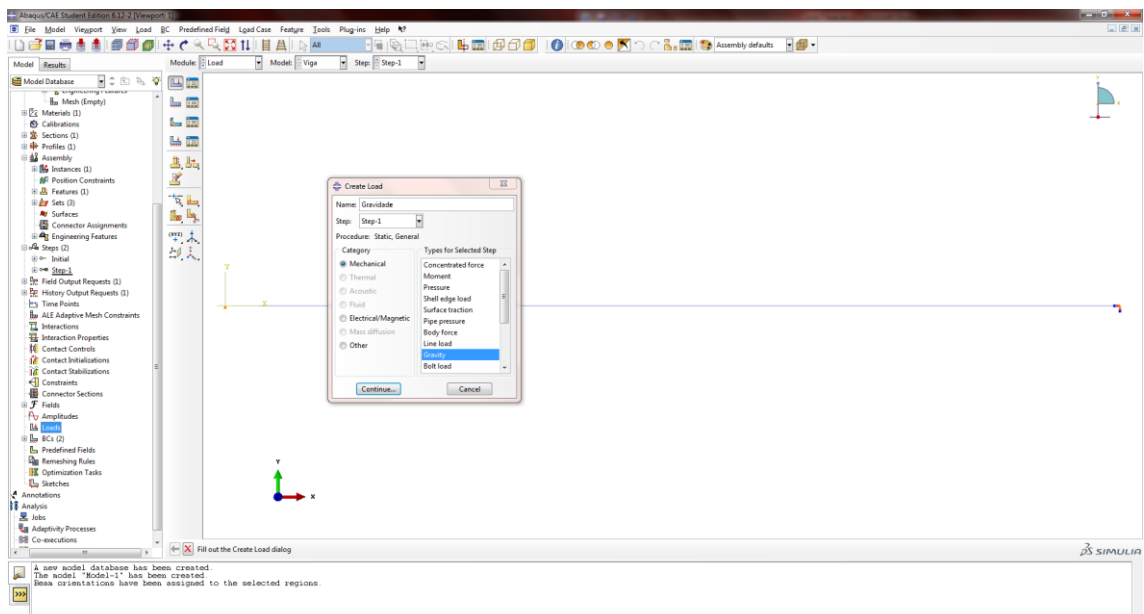
- ✓ No menu **model** à esquerda, **dê** duplo clique em **BCs**. Na janela **Create Boundary Condition**, **altere** o campo **Name** para **Apoio Móvel**, **Step** para **Initial** e **Types for Selected Step** para **Displacement/Rotation**. **Clique** em **Continue....** **Clique** em **Dismiss**. **Selecione** a ponta do apoio móvel e **clique** em **Done**. **Marque** na nova janela **U2** e **clique** em **OK**.



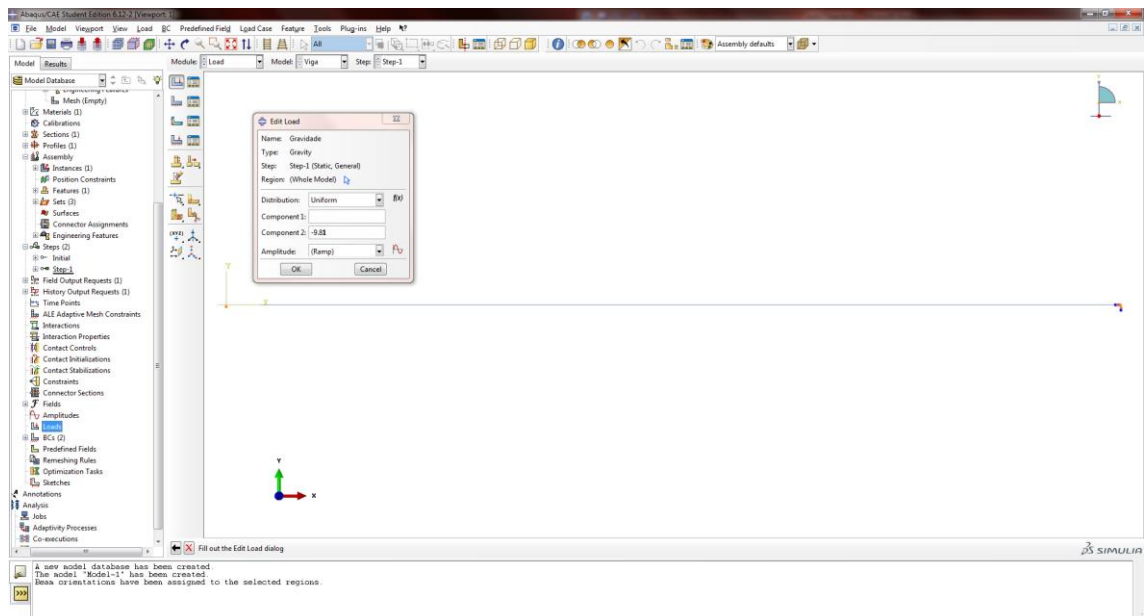
- ✓ **Repita** o procedimento para criar o *Engaste*, marcando “**Symetry/antisymmetry/Encastre**”, selecionando a ponta do engaste, e “**ENCASTRE(U1=U2=U3=UR1=UR2=UR3=0)**” em **Edit Boundary Condition**.



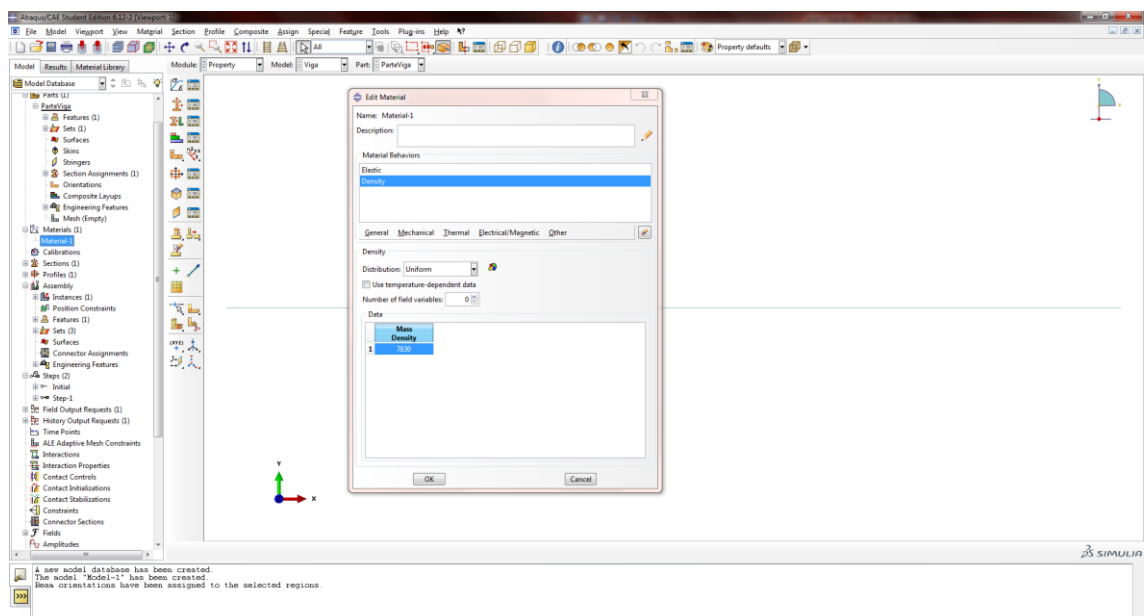
- ✓ No menu **model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Loads**. Na janela **Create Load**, no campo **Name** **digite** *Gravidade*, **troque** o **Step** para **Step-1**, em **Types for Selected Step** selecione **Gravity** e **clique** em **Continue...**



- ✓ Na Janela **Edit Load**, **digite -9.81** no campo **Component 2** e **clique** em **OK**.

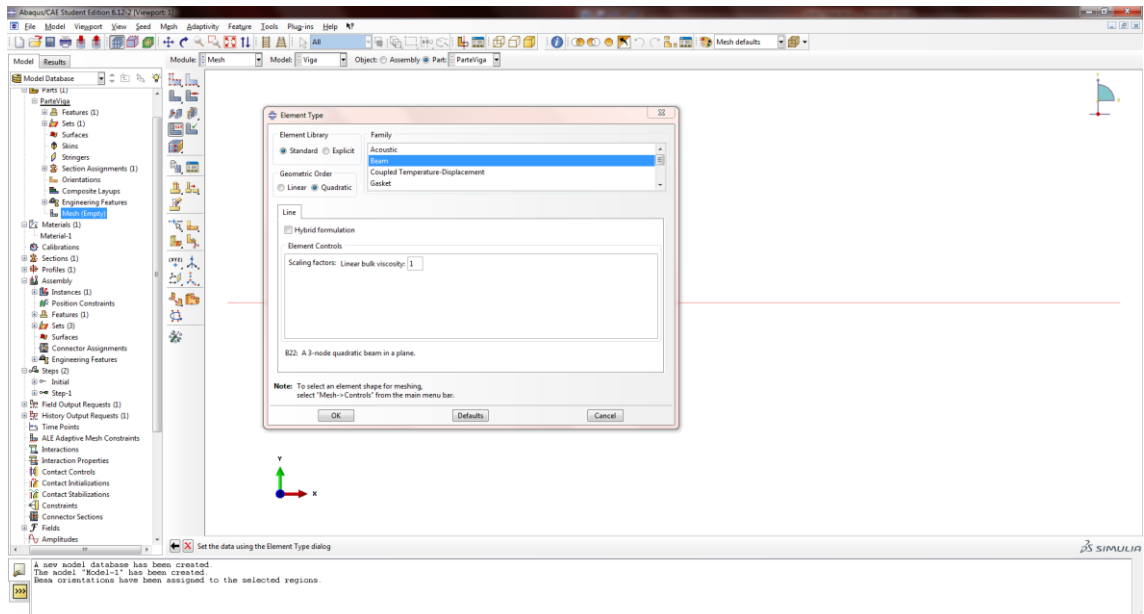


- ✓ No menu **model** à esquerda, **abra Materials (1)** e **dê** duplo-clique em **Material-1**. Na janela **Edit Material**, **clique** em **General>Density** e **digite 7830**. **Clique** em **OK**.

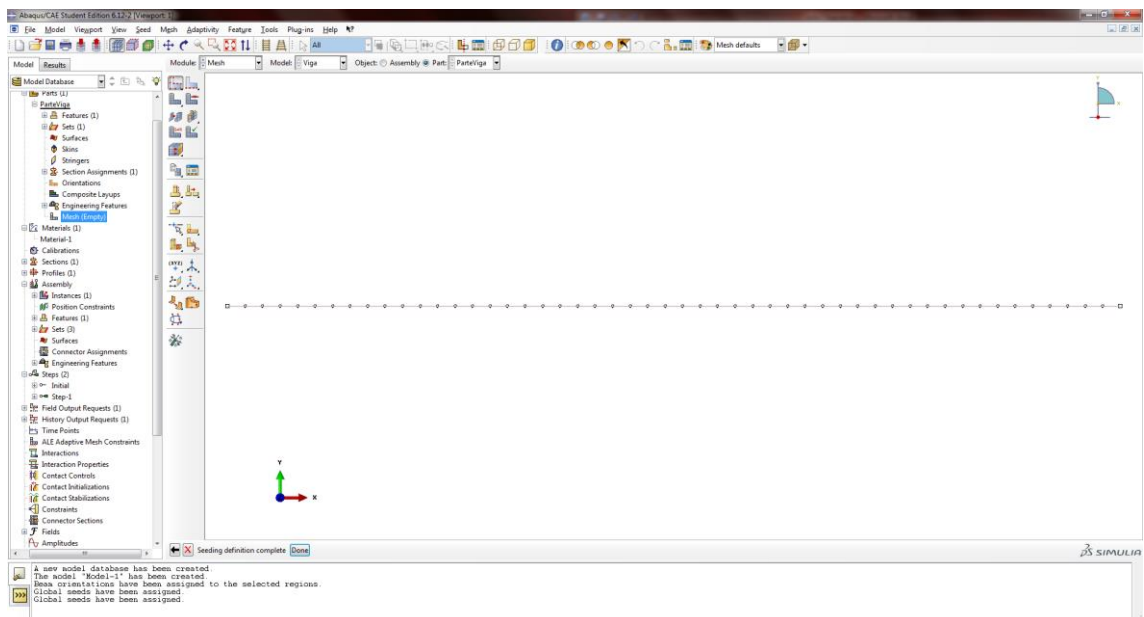


- ✓ No menu **model** à esquerda, **abra Parts>ParteViga** e **dê** duplo-clique em **Mesh**. Na barra de contexto, em **Object**, **selecione Part**. Na barra do menu principal, **clique** em **Mesh>Element Type** e **selecione** a viga.

Clicando em **Done**, abrirá a janela **Element Type**. Em **Family**, selecione **Beam** e em **Geometric Order**, **selecione Quadratic**. **Clique OK**.

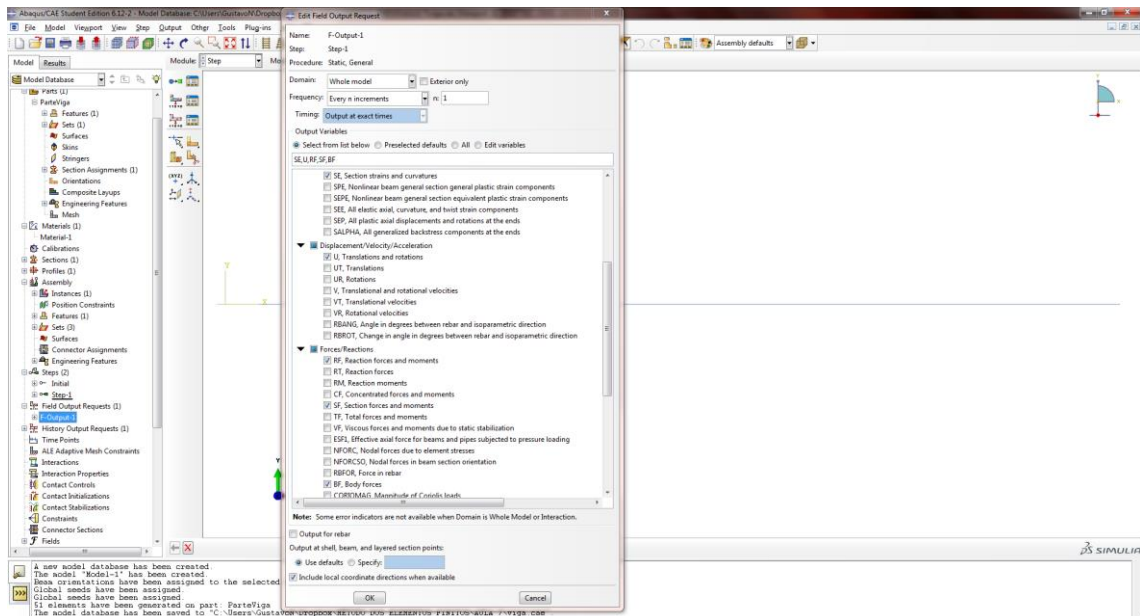


✓ Na barra do menu principal, **clique** em **Seed>Part**, em **Approximate Global Size** digite 0.05 e **clique** em **OK**. **Clique** em **Done**.



✓ Na barra do menu principal, **clique** em **Mesh>Part**. Aparecerá a pergunta "OK to mesh the part?", **clique** **Yes**. **Perceba** que o cabo fica na cor azul.

- ✓ No menu **model** à esquerda **abra** Field Output Requests e **dê** duplo clique em **F-Output-1**. **Desmarque** todas as variáveis e **marque** somente **SE, U, RF, SF, BF**. **Clique** em **OK**.



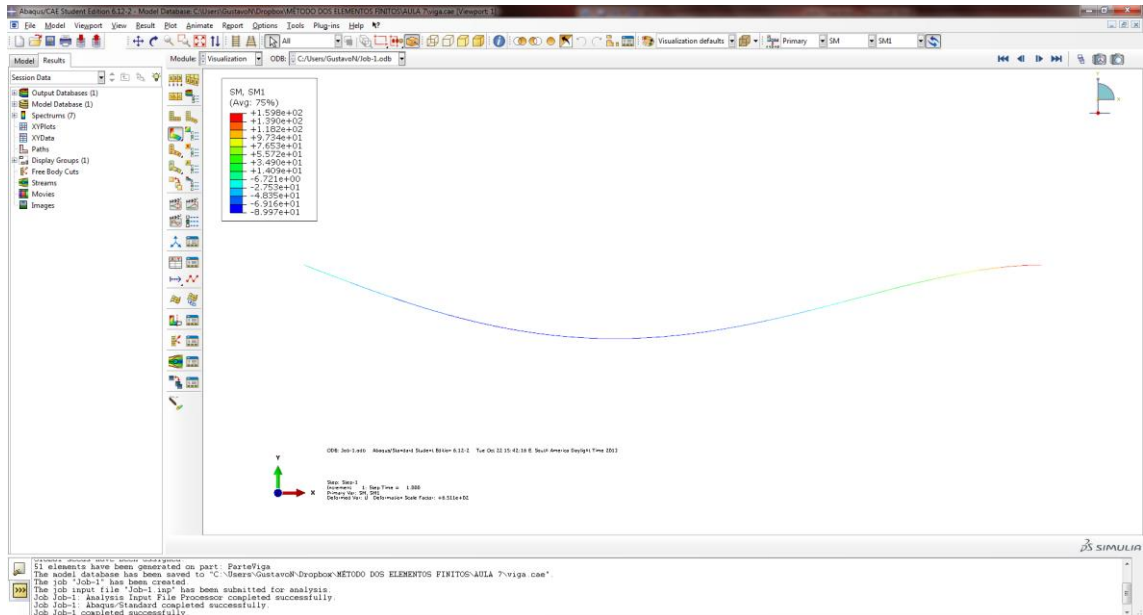
2.3. PROCESSAMENTO

- ✓ . No menu **model** à esquerda, **duplo clique** em **Jobs**. Na janela **Create Job**, apenas **clique** em **Continue....** Na janela **Edit Job**, **clique** em **OK**
- ✓ **Abra Jobs** e **clique** com o botão direito em **Job-1**. **Clique** em **Submit**. Se aparecer uma janela dizendo “Job files already exist for Job-1. OK to overwrite?”, **clique** **OK**. **Aguarde** o processamento dos dados. Estará concluído quando aparecer “(Completed)” ao lado de **Job-1** no menu **model** à esquerda.

2.4. PÓS-PROCESSAMENTO

- ✓ No menu **model** à esquerda, **clique** com o botão direito em **Job-1(Completed)**>**Results**. A tela de análise de dados se abrirá. Na caixa de ferramentas, **clique** em **Plot Contours on Deformed Shape**.

- ✓ Na barra de ferramentas no canto superior à direita, **selecione SM>SM1**. Na barra de menus principal, **clique** em **Viewport>Viewport Annotation Options....** Na janela aberta, **selecione** a aba **Legend**. **Clique** em **Set Font**. Na nova janela, **altere** **Size** para **14**. **Clique** **OK** nas duas janelas abertas.



- ✓ Na barra de menu principal, **clique** em **Report>Field Output**. Na janela **Report Field Output**, **clique** em **SM: Section Moments >SM1** e **clique** em **OK**. A mensagem aparecerá: “The field output report was appended to file “abaqus.rpt”.” O arquivo **abaqus.rpt** pode ser encontrado em **C:\Users\”Nome do Usuário”\abaqus.rpt**. O arquivo listará os momentos fletores. (Atenção à convenção de sinais para momentos do programa, dependente da orientação dos eixos da viga com **Assign Beam Orientation**).

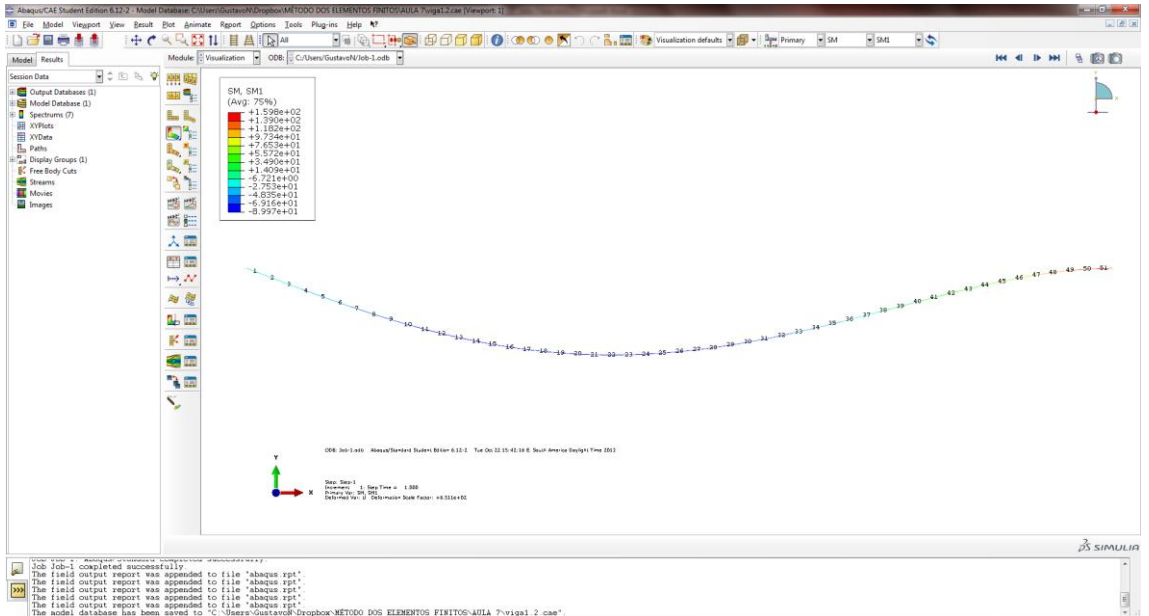
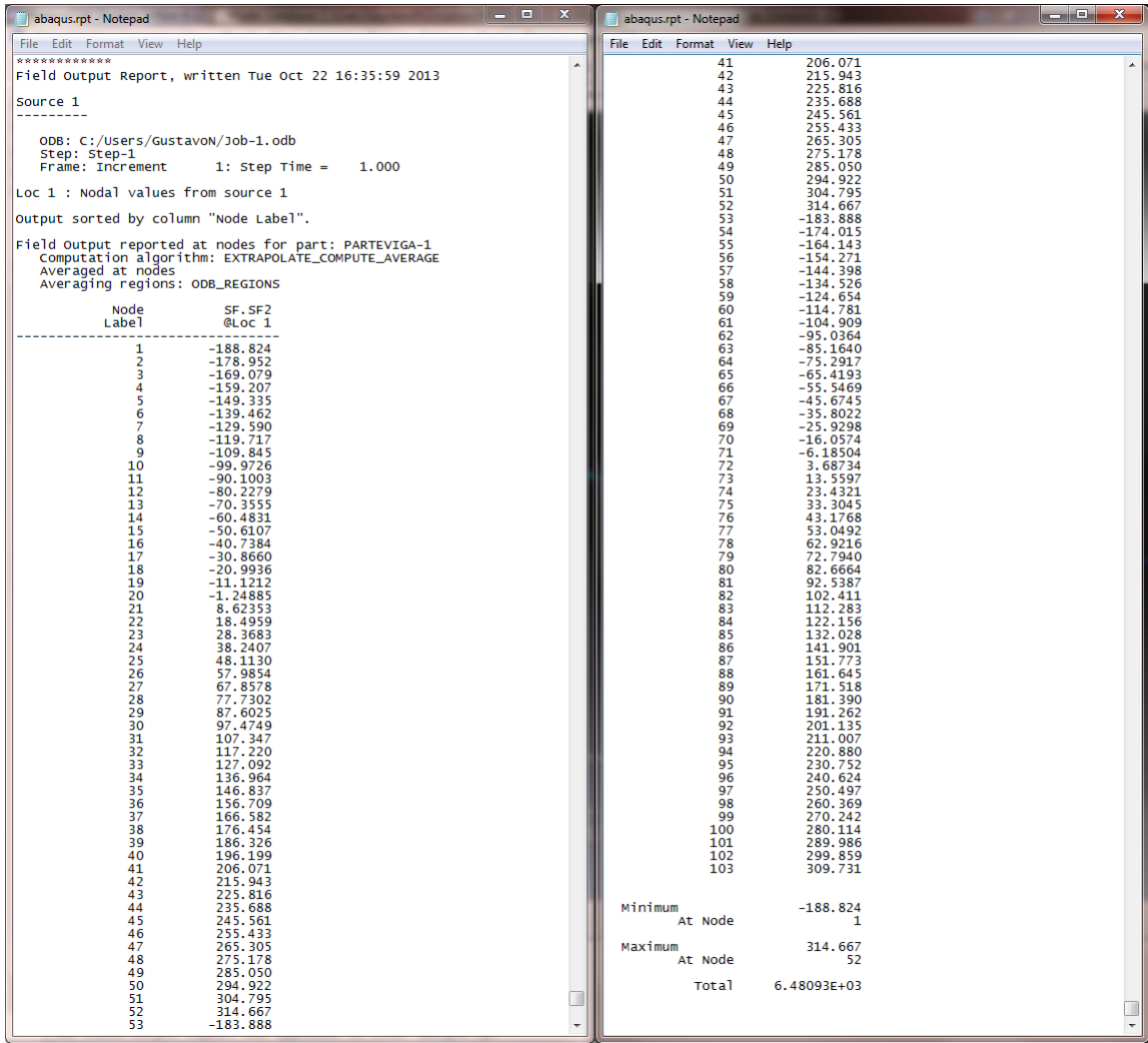
Element Label	Int Pt	SM DM1	Uloc 1
1	1	-1.97636	
2	2	-7.26192	
3	2	-11.0308	
4	2	-16.0345	
5	2	-19.3935	
6	2	-24.2134	
7	2	-27.6646	
8	2	-32.1205	
9	2	-35.1440	
10	2	-39.3961	
11	2	-46.1999	
12	2	-49.3337	
13	2	-52.5120	
14	2	-53.0200	
15	2	-58.3125	
16	2	-60.6647	
17	2	-65.7636	
18	2	-67.1935	
19	2	-70.3949	
20	2	-72.4188	
21	2	-74.5325	
22	2	-78.1784	
23	2	-81.2327	
24	2	-82.9299	
25	2	-83.9932	
26	2	-85.1066	
27	2	-86.1261	
28	2	-87.1935	
29	2	-87.8453	
30	2	-88.5009	
31	2	-89.0328	
32	2	-89.4845	
33	2	-89.7286	
34	2	-89.8664	
35	2	-89.8127	
36	2	-89.6287	
37	2	-89.2543	
38	2	-88.7182	
39	2	-88.1922	
40	2	-86.6174	
41	2	-84.5009	
42	2	-82.0527	
43	2	-79.0229	
44	2	-75.5014	
45	2	-71.4882	

Minimum	At Element	INT PT
-89.9327	20	1
156.52	51	2
Total	-2.71951E+03	

✓ **Repita** o procedimento para listar os deslocamentos (U: Spatial Displacement), reações de apoio (RF: Reaction forces) e esforços cortantes (SF: Section Forces>SF2).

Node Label	RF Magnitude	Uloc 1	Uloc 2	Uloc 3	Uloc 4
1	188.824	0.	0.	0.	0.
2	0.	0.	0.	0.	0.
3	0.	0.	0.	0.	0.
4	0.	0.	0.	0.	0.
5	0.	0.	0.	0.	0.
6	0.	0.	0.	0.	0.
7	0.	0.	0.	0.	0.
8	0.	0.	0.	0.	0.
9	0.	0.	0.	0.	0.
10	0.	0.	0.	0.	0.
11	0.	0.	0.	0.	0.
12	0.	0.	0.	0.	0.
13	0.	0.	0.	0.	0.
14	0.	0.	0.	0.	0.
15	0.	0.	0.	0.	0.
16	0.	0.	0.	0.	0.
17	0.	0.	0.	0.	0.
18	0.	0.	0.	0.	0.
19	0.	0.	0.	0.	0.
20	0.	0.	0.	0.	0.
21	0.	0.	0.	0.	0.
22	0.	0.	0.	0.	0.
23	0.	0.	0.	0.	0.
24	0.	0.	0.	0.	0.
25	0.	0.	0.	0.	0.
26	0.	0.	0.	0.	0.
27	0.	0.	0.	0.	0.
28	0.	0.	0.	0.	0.
29	0.	0.	0.	0.	0.
30	0.	0.	0.	0.	0.
31	0.	0.	0.	0.	0.
32	0.	0.	0.	0.	0.
33	0.	0.	0.	0.	0.
34	0.	0.	0.	0.	0.
35	0.	0.	0.	0.	0.
36	0.	0.	0.	0.	0.
37	0.	0.	0.	0.	0.
38	0.	0.	0.	0.	0.
39	0.	0.	0.	0.	0.
40	0.	0.	0.	0.	0.
41	0.	0.	0.	0.	0.
42	0.	0.	0.	0.	0.
43	0.	0.	0.	0.	0.
44	0.	0.	0.	0.	0.
45	0.	0.	0.	0.	0.
46	0.	0.	0.	0.	0.
47	0.	0.	0.	0.	0.
48	0.	0.	0.	0.	0.
49	0.	0.	0.	0.	0.
50	0.	0.	0.	0.	0.
51	0.	0.	0.	0.	0.
52	314.667	419.573E-15	314.667	0.	0.
53	0.	0.	0.	0.	0.
54	0.	0.	0.	0.	0.
55	0.	0.	0.	0.	0.

Minimum	At Node	Uloc 1	Uloc 2	Uloc 3	Uloc 4
0.	103	103	0.	0.	0.
314.667	52	52	314.667	390.094E-06	420.936E-06
Total	503.491	419.573E-15	503.491	22.9659E-03	-22.9659E-03



- ✓ Na barra do menu principal, **clique** em **File>Save As....** **Dê** um nome ao arquivo e **clique** em **OK** (É possível também salvar o arquivo com os resultados já calculados - **job-1.odt**).