

ANÁLISE DE UMA ESCADA HELICOIDAL USANDO O ABAQUS 6.12 STUDENT EDITION

1. INTRODUÇÃO

1.1. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Apresenta-se a seguir o esquema de uma escada helicoidal em balanço que será analisada utilizando-se o programa ABAQUS.

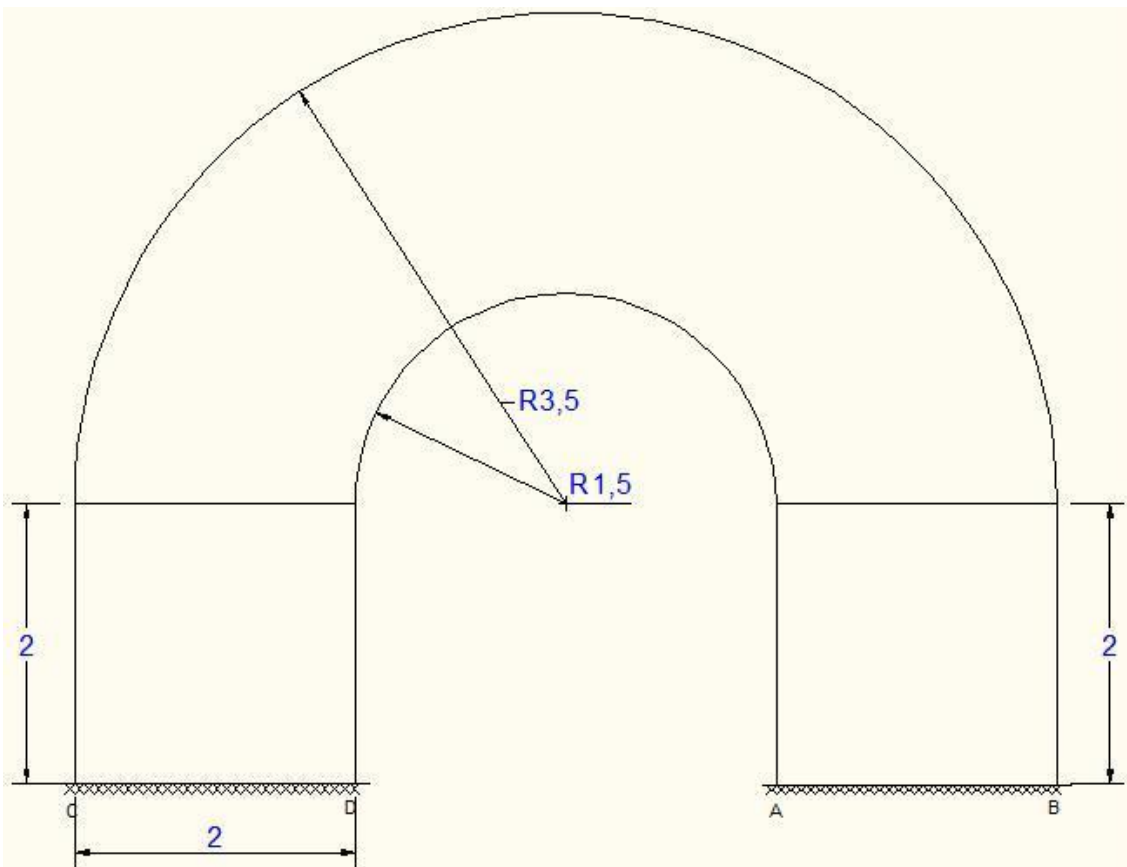


Figura 1. Esquema da escada em balanço.

1.2. PROPRIEDADES DO MATERIAL

Módulo de Elasticidade Longitudinal ou de Young: $E = 1.5E6 \text{ tf/m}^2$;

Coefficiente de Poisson = 0.2

1.3. PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS

Espessura da Laje: 0.35 m.

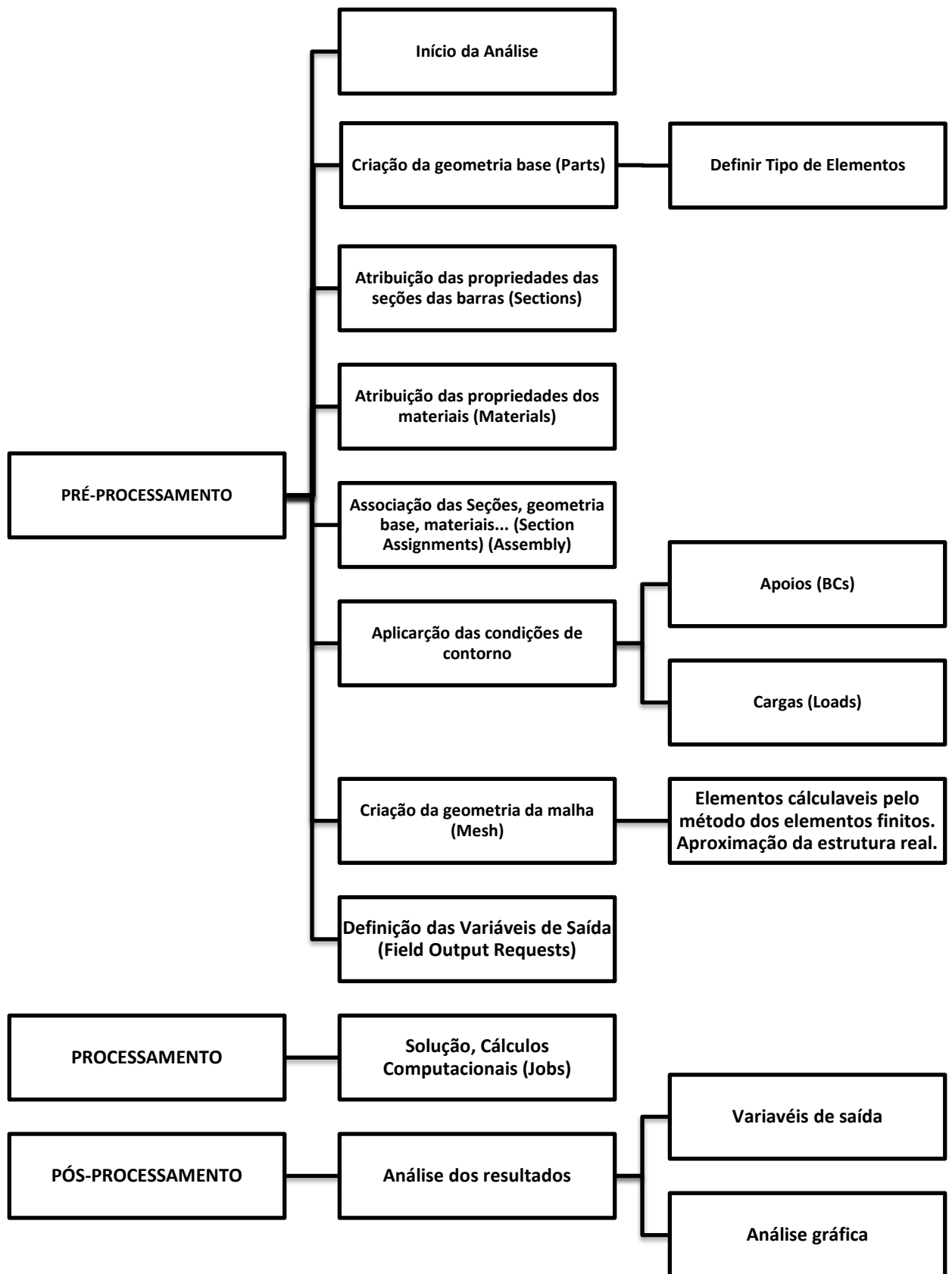
O bordo CD está 1.90 m acima do bordo AB.

1.4. CARGA

Carregamento distribuído de $1.275E6 \text{ tf/m}^2$

2. RESOLUÇÃO

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

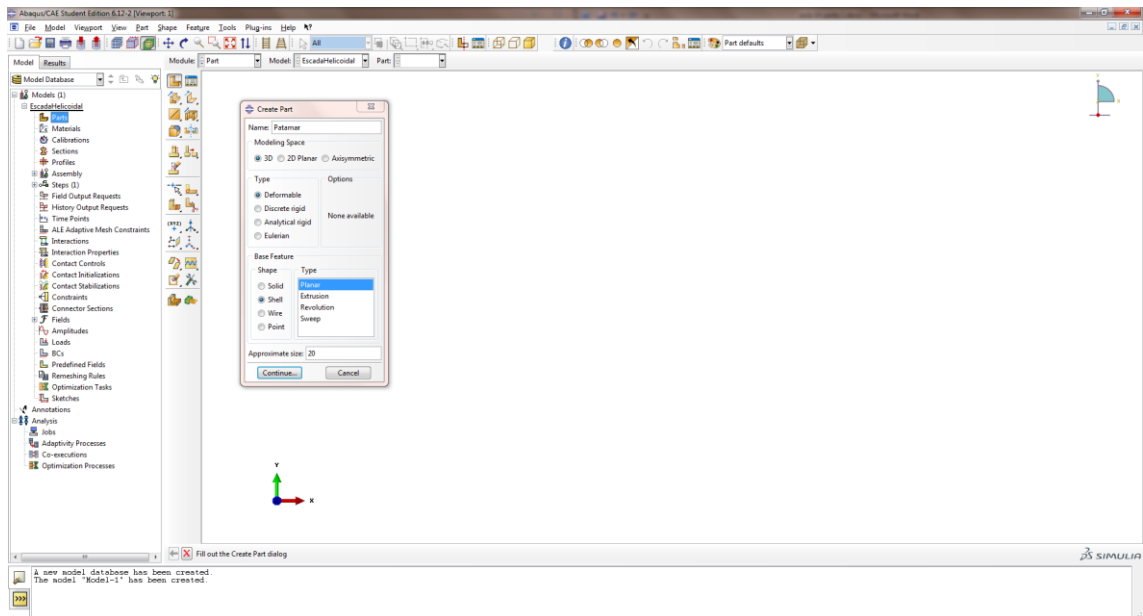


2.1. INÍCIO DA ANÁLISE

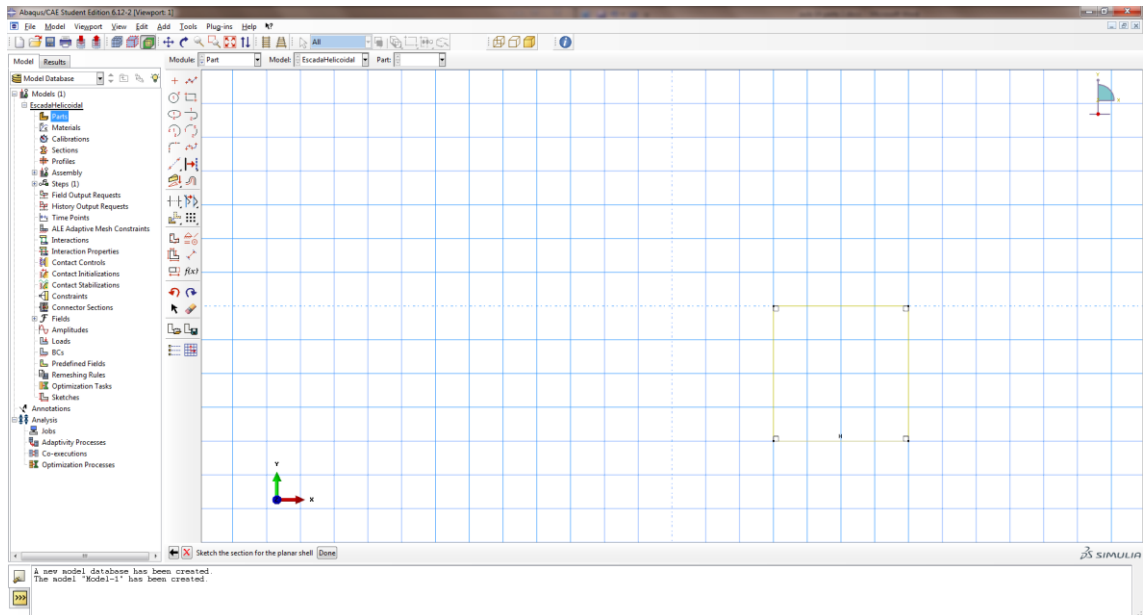
- ✓ Se você ainda não iniciou o programa **Abaqus/CAE**, **digite** `cmd` no **Menu Iniciar** para abrir o **Prompt de Comando** e nele **digite** `abq6122se cae` para executar o Abaqus.
- ✓ Em **Create Model Database** na caixa **Start Session** que aparece, **selecione** **With Standard/Explicit Model**.

2.2. PRÉ-PROCESSAMENTO

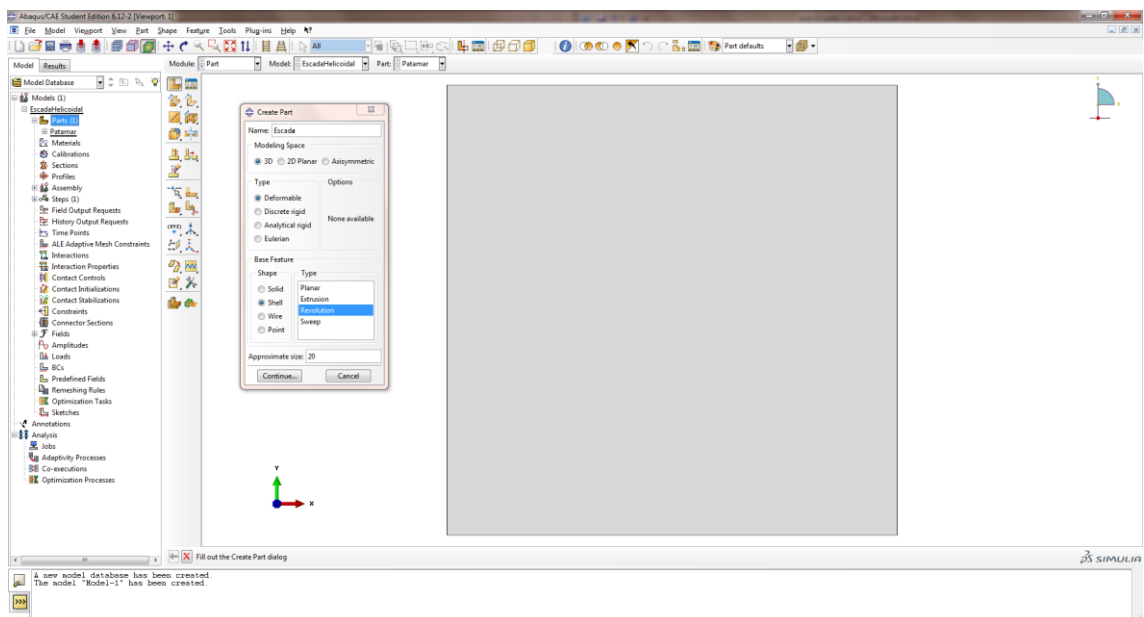
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **clique** com o botão direito em **Model-1** e **selecione** **Rename**. **Digite** **EscadaHelicoidal**.
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Parts**, no campo **Name** **digite** **Patamar**, e **selecione** as opções: **3D**, **Deformable**, **Shell**, **Planar**. Em **Approximate size** **digite** **20** e **clique** em **Continue...**



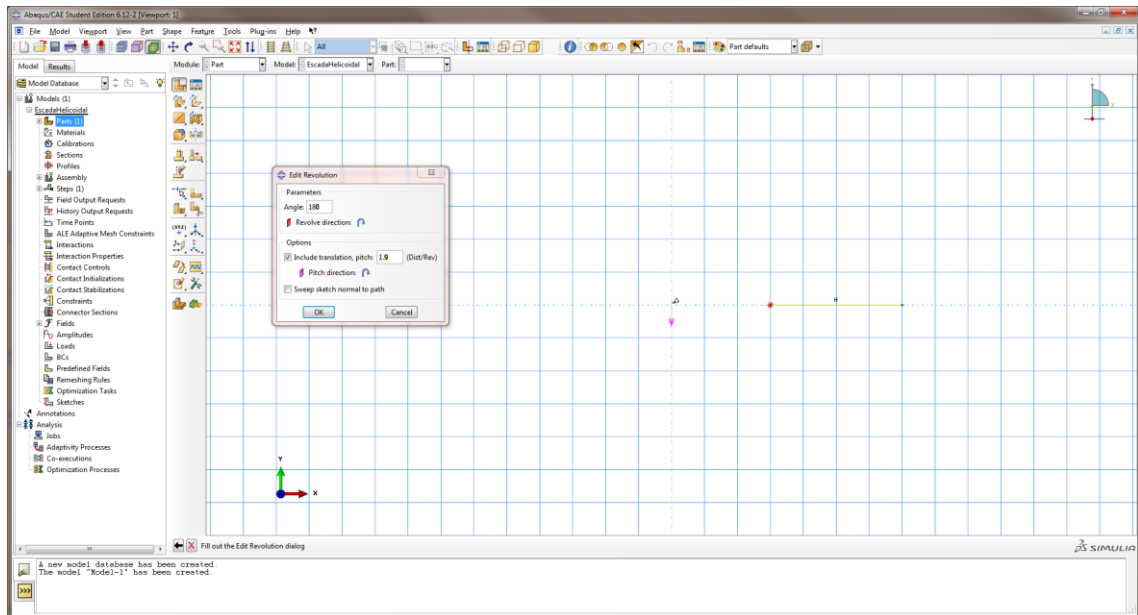
- ✓ Em seguida, **clique** em **Create Lines: Rectangle (4 Lines)** e **insira** as coordenadas **1.5,0 – 3.5,-2**. **Desative** a função e **clique** em **Done**.



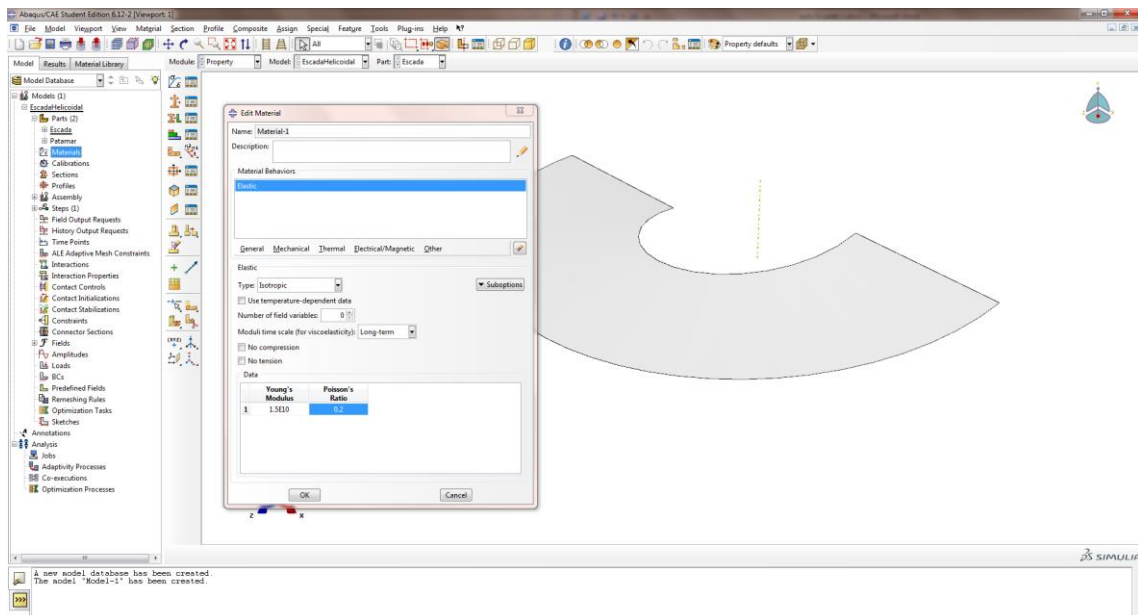
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Parts (1)**, no campo **Name** **digite** Escada, e **selecione** as opções: **3D**, **Deformable**, **Shell**, **Revolution**. **Clique** em **Continue...**



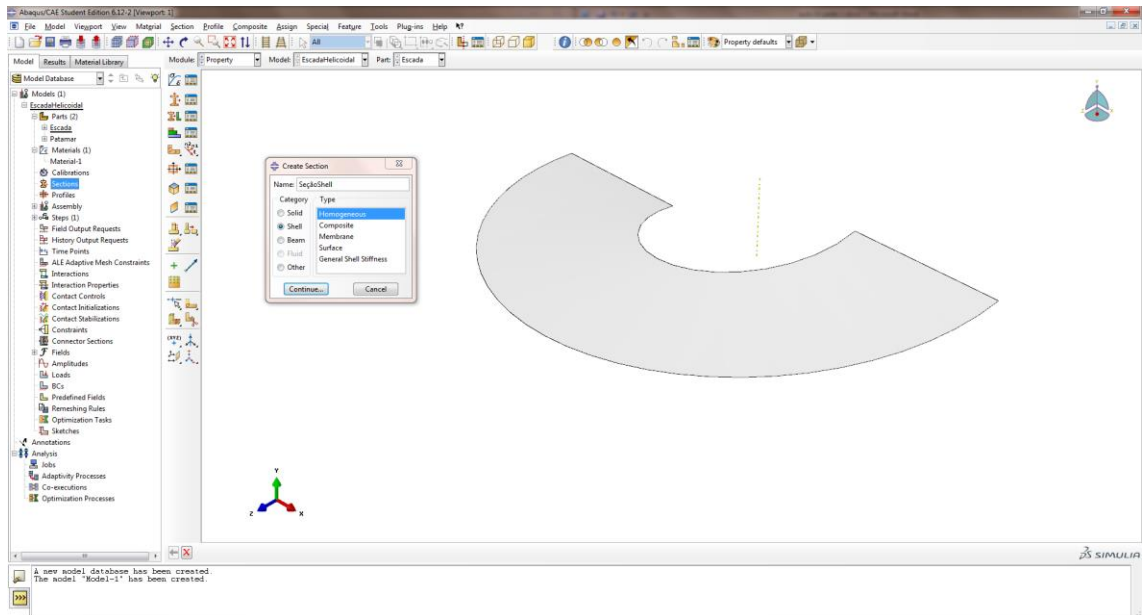
- ✓ Em seguida, **Clique** em **Create Lines: Connected** e **Insira** as coordenadas **1,5,0 – 3,5,0**. **Desative** a função e **clique** em **Done**. Na janela **Edit Revolution**, **digite** **180** em **Angle**, **marque** **Include translation, pitch:** e **digite** **1.9**. **Clique** em **OK**.



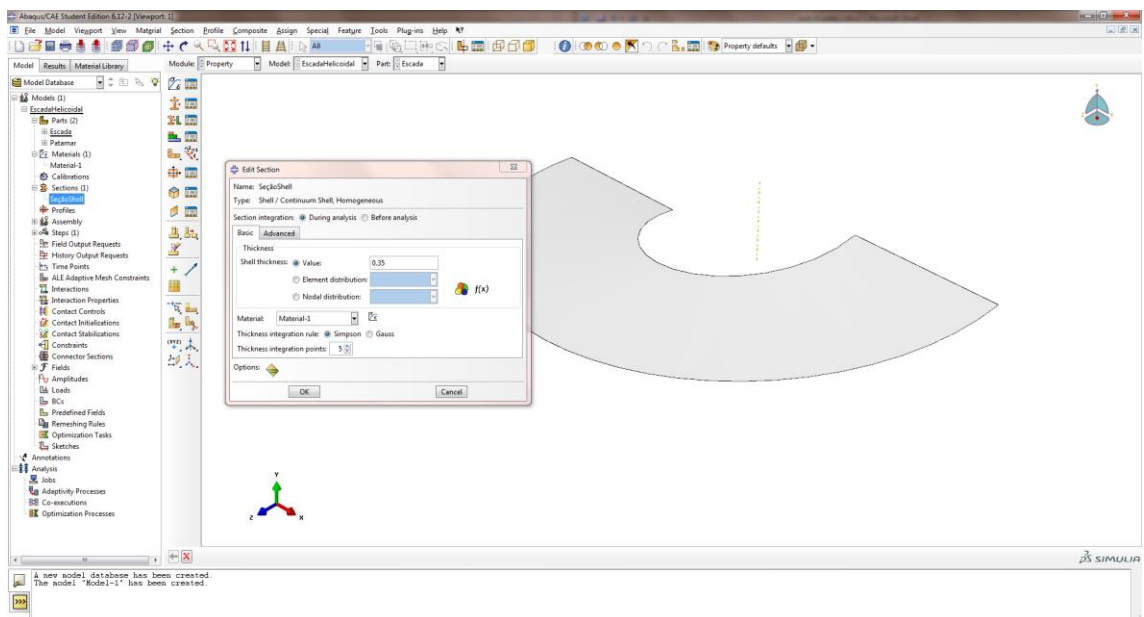
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Materials**. Na janela **Edit Material** **selecione** **Mechanical**>**Elasticity**>**Elastic** e **digite** 1.5E10 em **Young's Modulus** e 0.2 em **Poisson's Ratio**. **Clique** em **OK**.



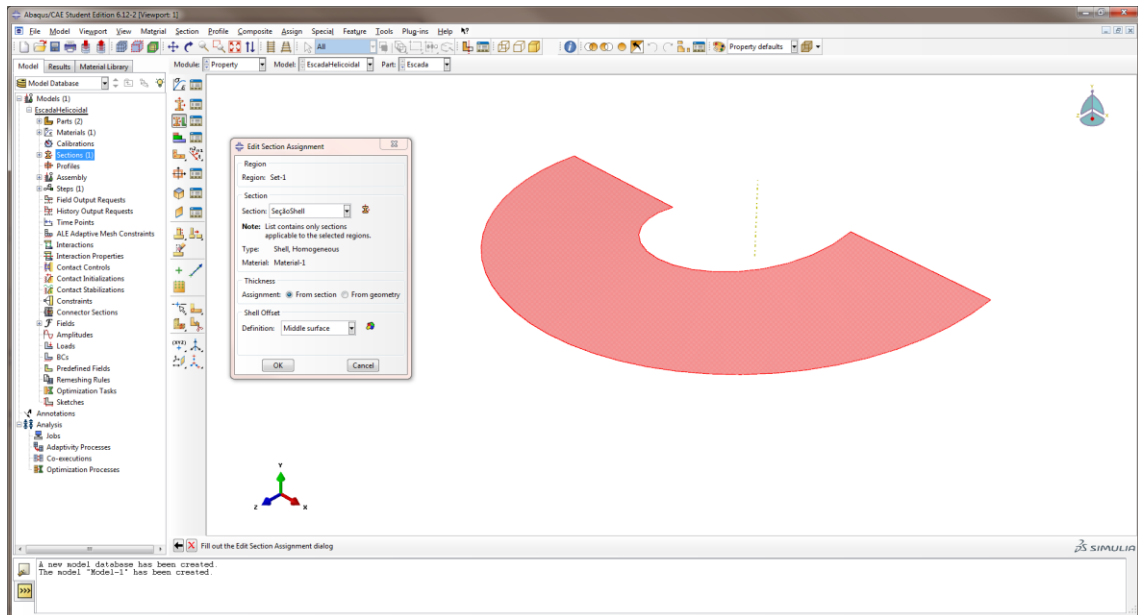
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Sections**. No campo **Name**: **digite** *SeçãoShell*, em **Category** **selecione** **Shell**, e em **Type** **selecione** **Homogeneous**. **Clique** em **Continue...**



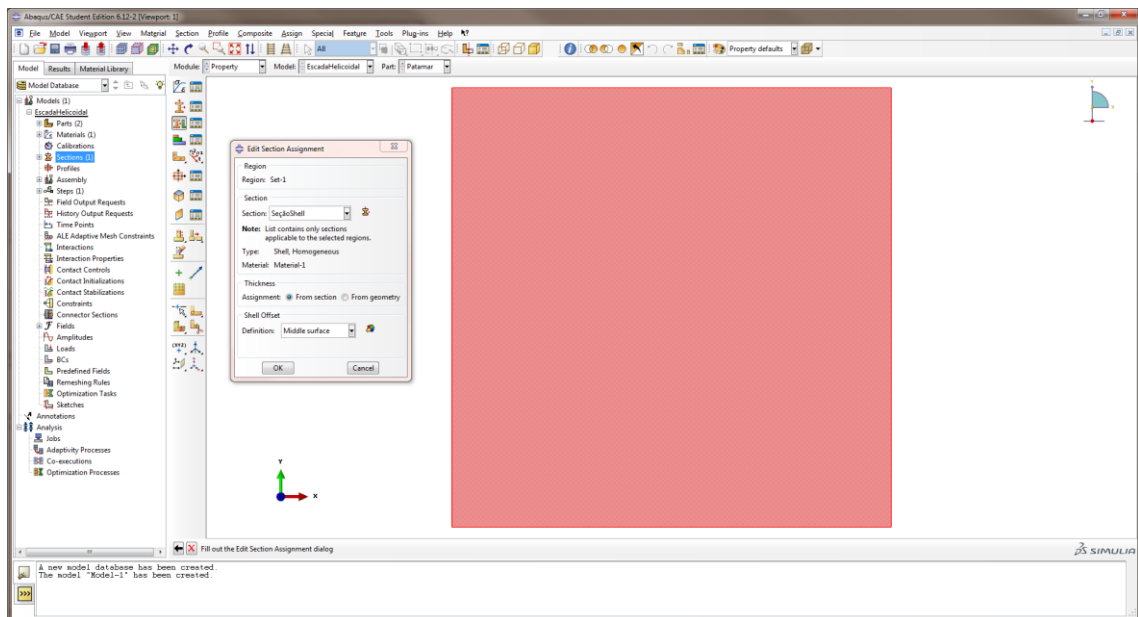
- ✓ Na janela **Edit Section**, **Certifique-se** de que **Material-1** está selecionado em **Material**, **digite** 0.35 no campo **Shell thickness** > **Value**: e **clique** em **OK**.



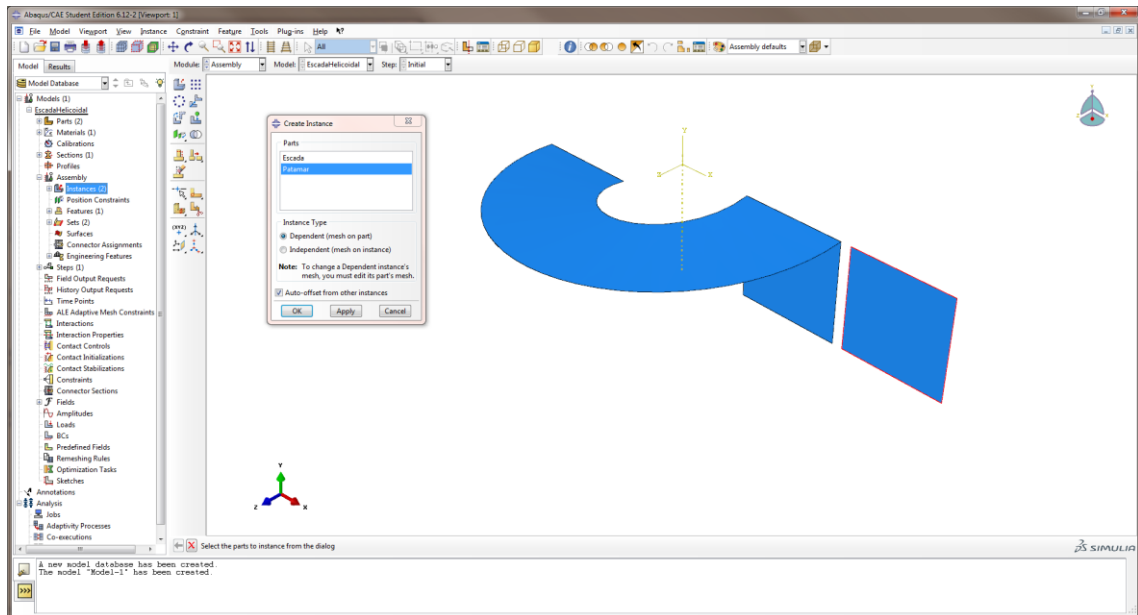
- ✓ Na caixa de ferramentas **clique** em **Assign Section**. **Selecione** a parte Escada e **clique** em **Done**. **Selecione** **SeçãoShell** e **clique** em **OK**.



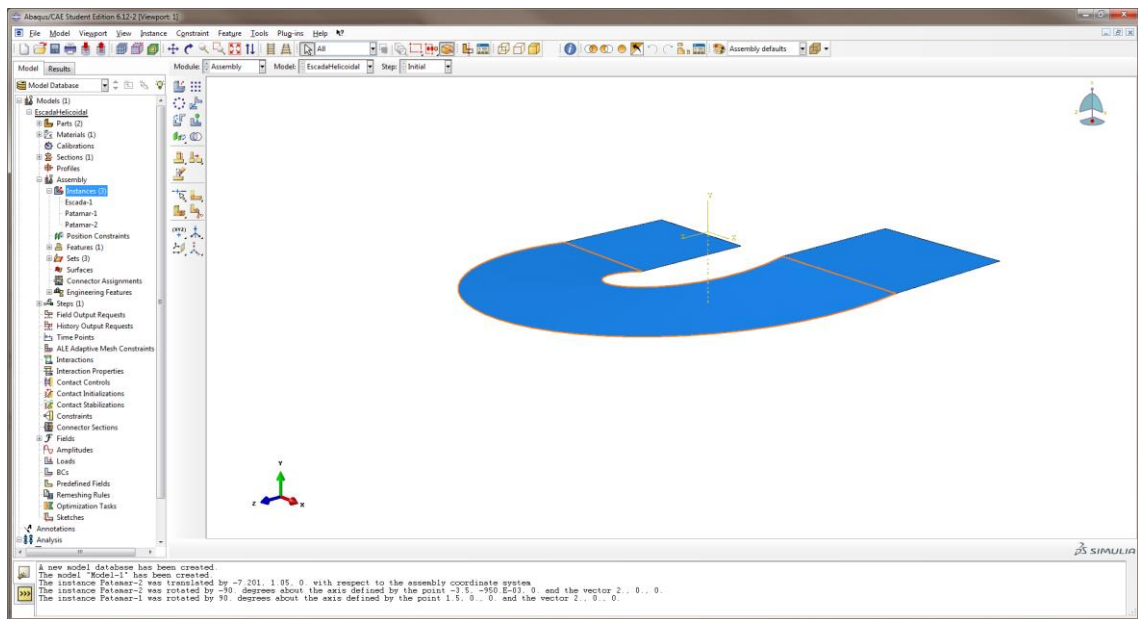
- ✓ Na barra de Ferramentas, **selecione** Part:>Patamar e **dê** Assign Section nessa parte também.



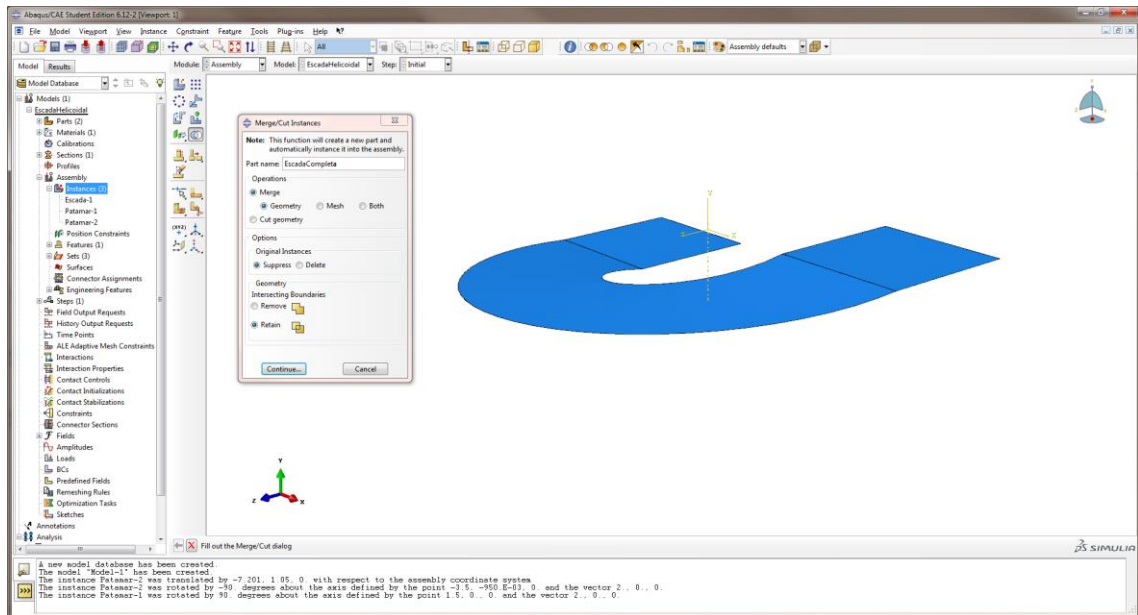
- ✓ No menu Model à esquerda, **abra** Assembly, **dê** duplo clique em Instances, **selecione** Escada e Patamar em Parts e **clique** em Apply... **Selecione** Patamar novamente, **marque** Auto-offset from other instances e **clique** em OK na janela Create Instance.



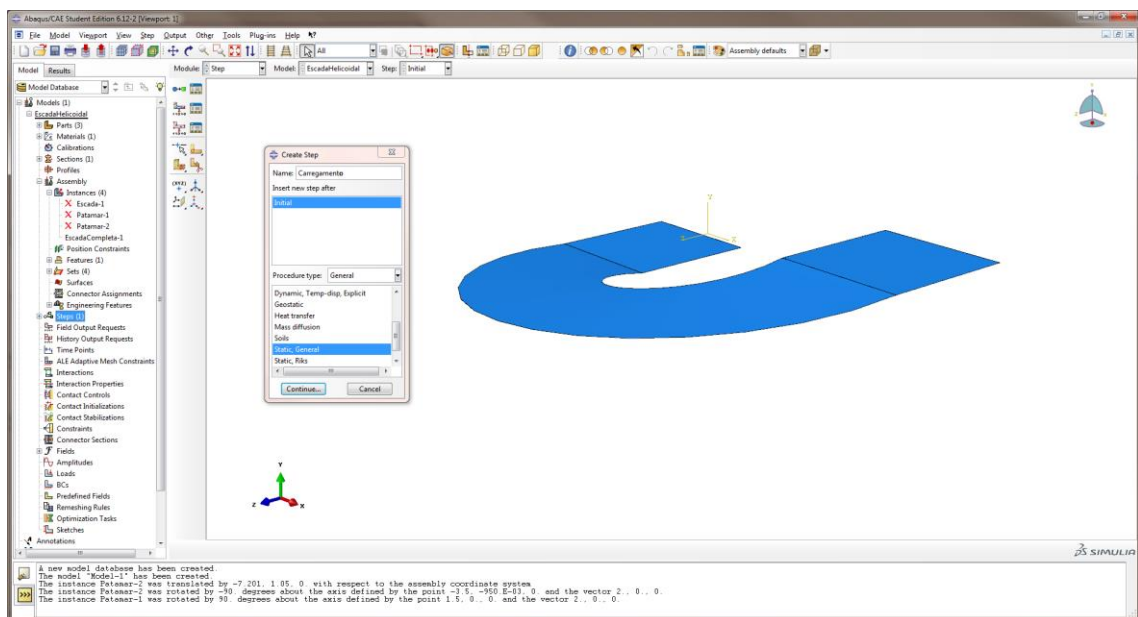
- ✓ Utilizando as ferramentas Translate Instance e Rotate Instance **reposicione** as partes Patamar conforme a imagem a seguir.



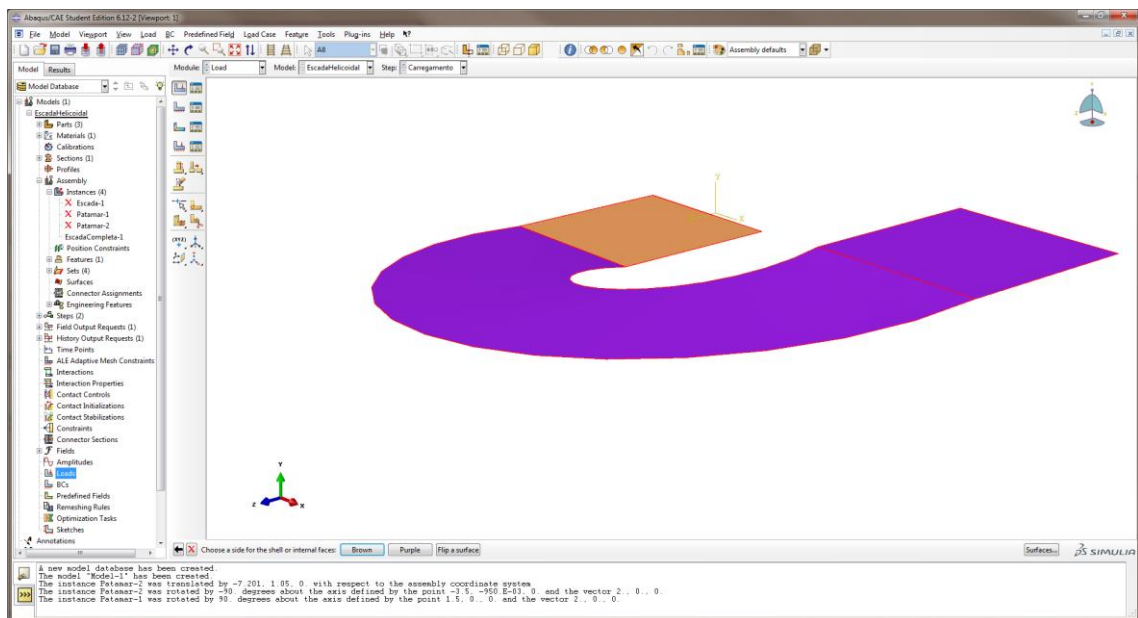
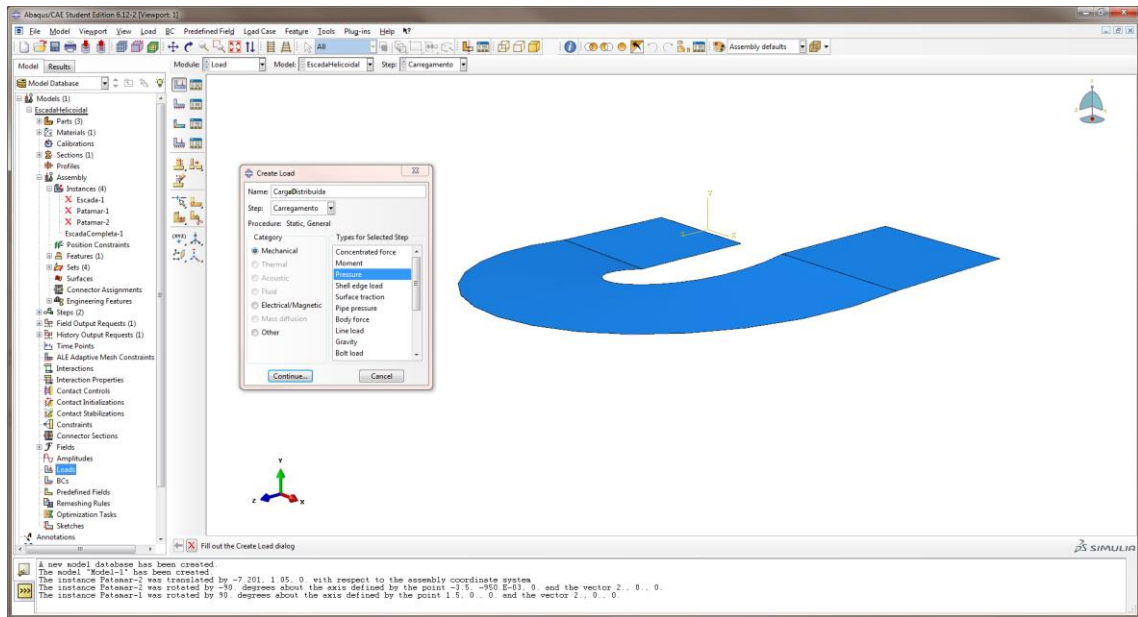
- ✓ Na caixa de ferramentas **clique** em Merge/Cut Instances. No Campo Part Name **digite** EscadaCompleta. Em Geometry>Intersecting Boundaries, **marque** Retain e **clique** em Continue... **Selecione** tudo e **clique** em Done.



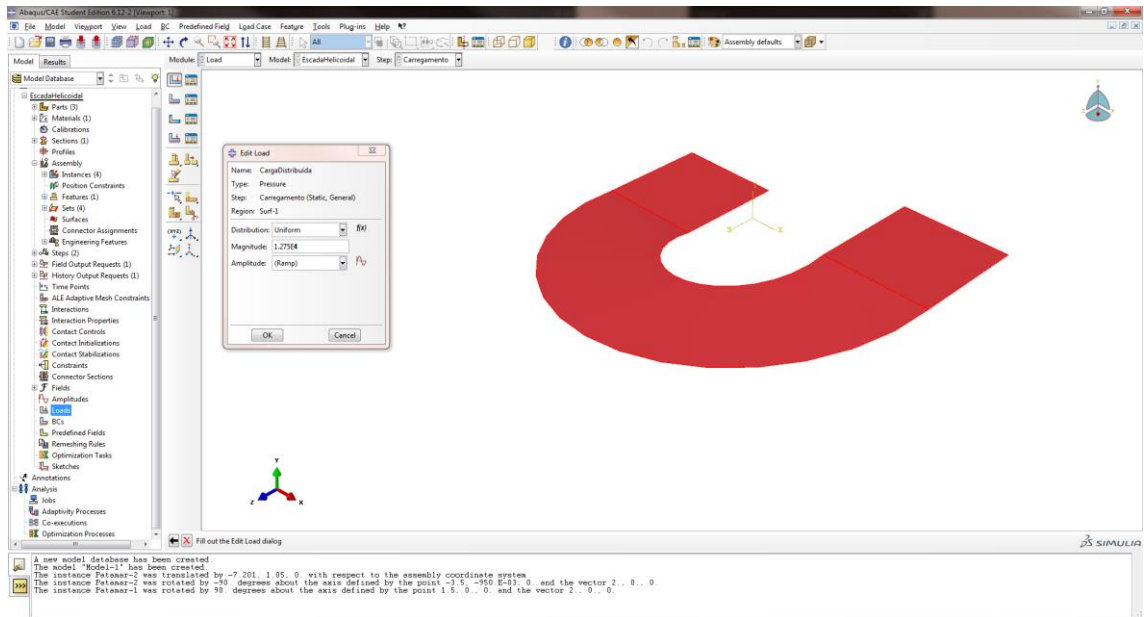
- ✓ No menu **model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Steps (1)**. **Digite Carregamento** no campo **Name**: e **clique** em **Continue...** Então **clique** em **OK** na nova janela que se abre.



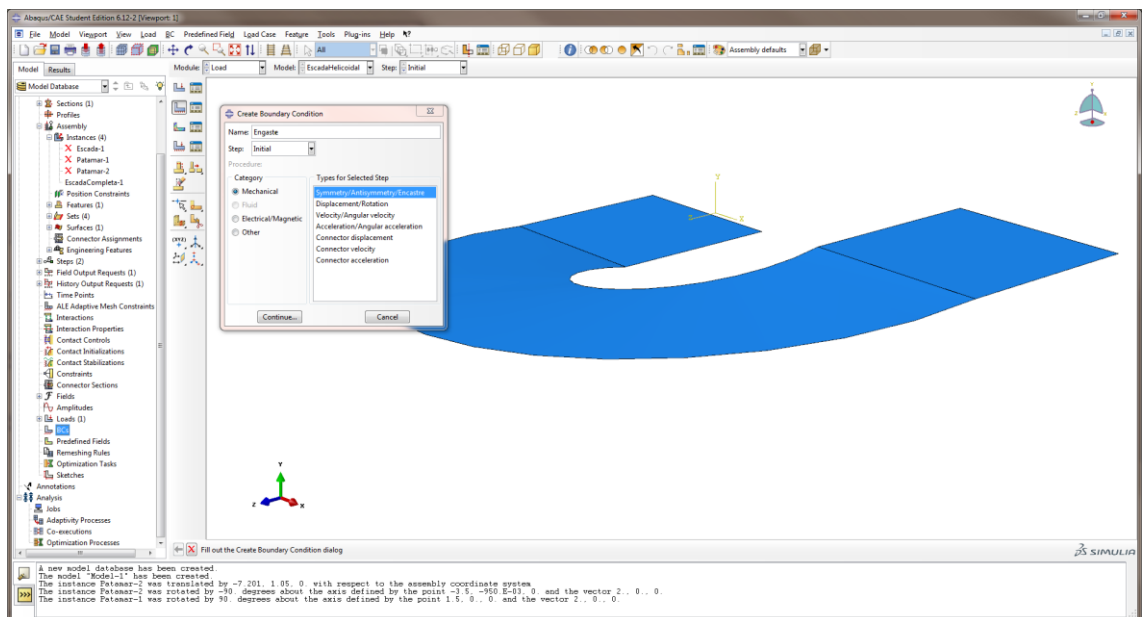
- ✓ No menu **model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Loads**. Na janela **Create Load**, no campo **Name** **digite CargaDistribuída**, em **Types for Selected Step** **selecione Pressure** e **clique** em **Continue...** **Selecione** toda a escada e **clique** em **Done**.



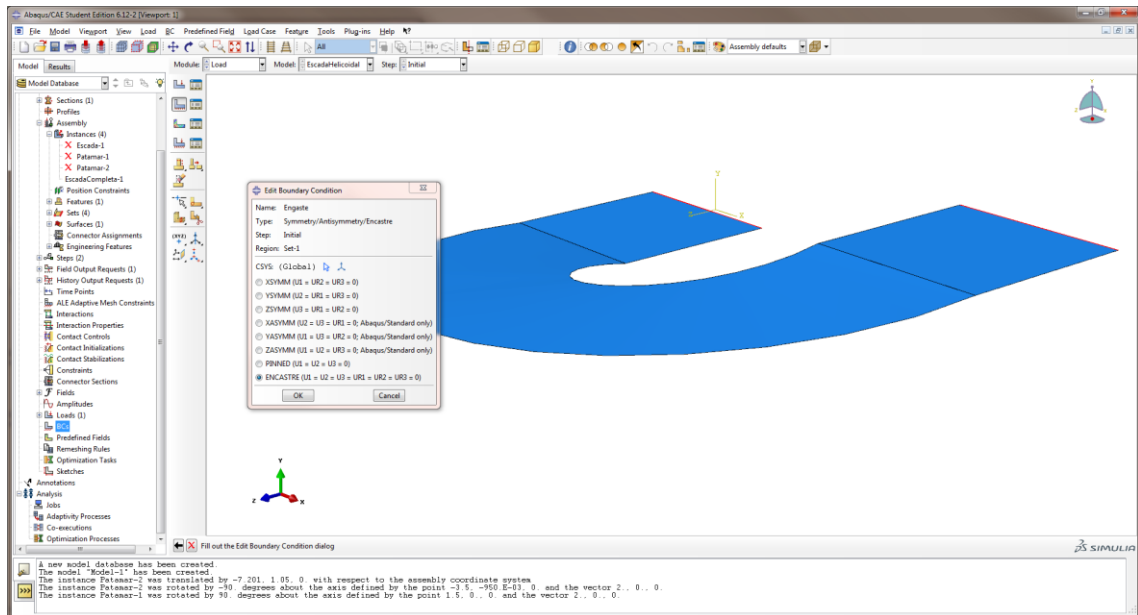
- ✓ No caso todas as faces superiores devem ser da mesma cor. **Clique** em **Flip** a surface e **clique** na face Marrom. **Selecione** então a opção **Purple**. Na janela **Edit Load**, **digite** 1.275E4 no campo **Magnitude**: e **clique** em **OK**.



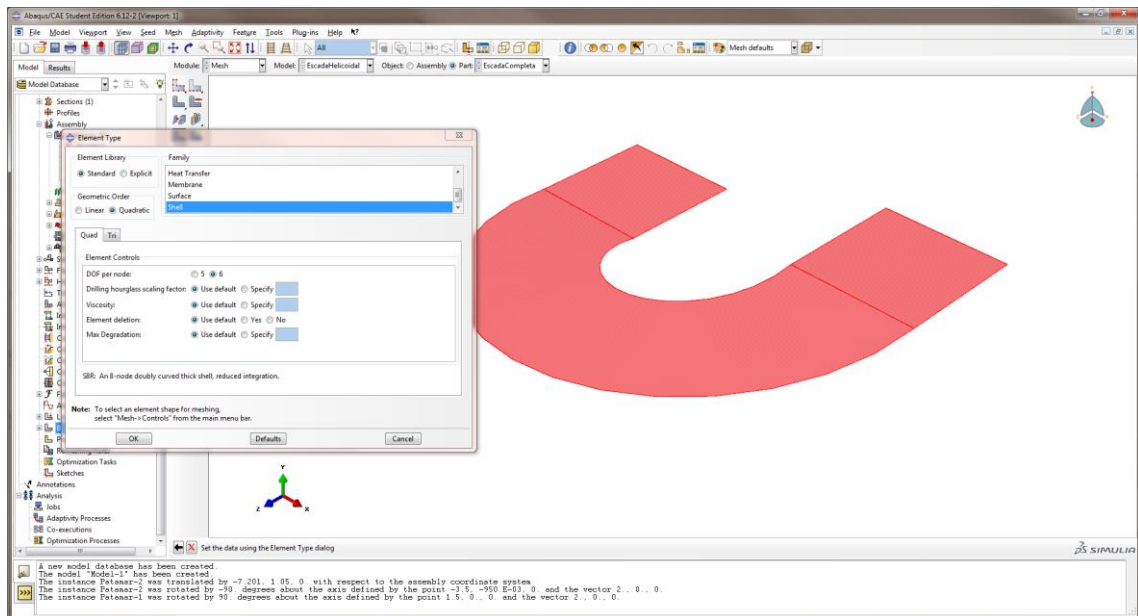
- ✓ No menu **model** à esquerda, **clique** duplo clique em **BCs**. Na janela **Create Boundary Condition**, **altere** o campo **Name** para **Engaste**, **Step** para **Initial** e **Types** for **Selected Step** para **Simmetry/Antisymmetry/Encastre**. **Clique** em **Continue...**



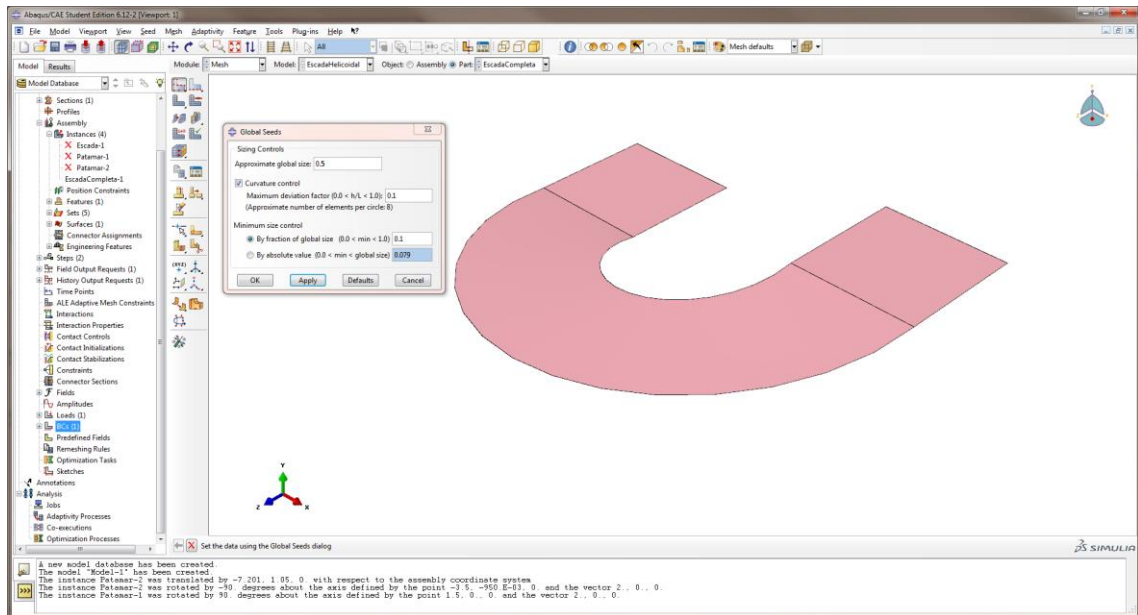
- ✓ **Selecione** as arestas dos Patamares opostas à escada e **clique** em **Done**. **Marque ENCASTRE** ($U_1 = U_2 = U_3 = UR_1 = UR_2 = UR_3 = 0$) na janela **Edit Boundary Condition** e **clique** em **OK**.



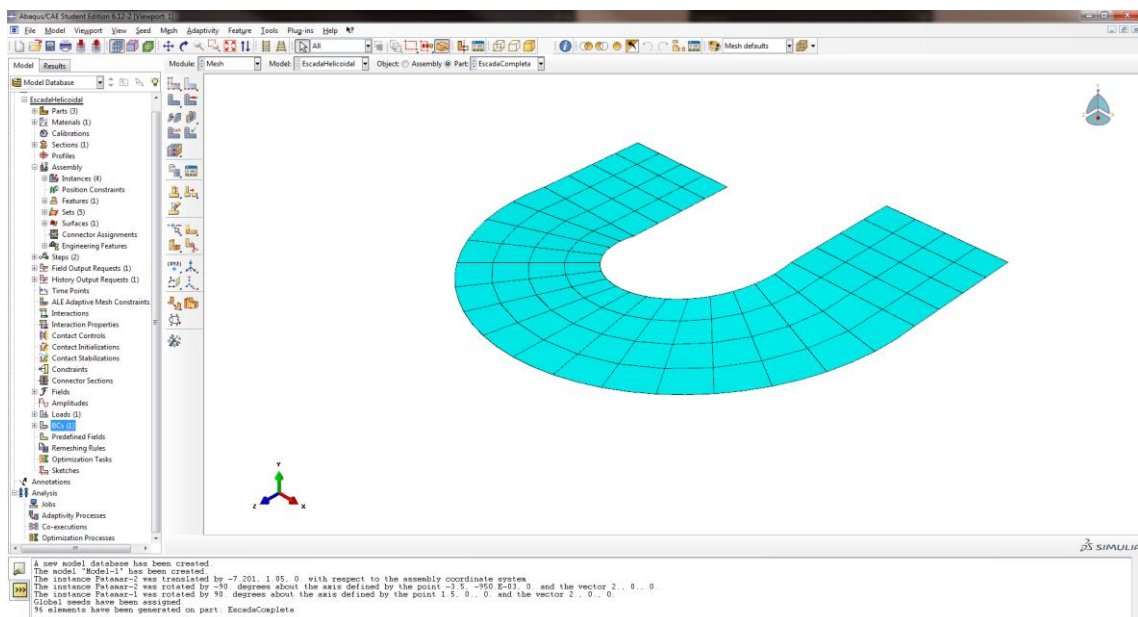
- ✓ Na barra de contexto, em Module, **selecione** Mesh, e em Object, **selecione** Part:>EscadaCompleta. Na barra do menu principal, **clique** em Mesh>Element Type e **selecione** com o mouse toda a escada. **Clique** em Done. Abrirá a janela Element Type. Em Family, **selecione** Shell e em Geometric Order, **selecione** Quadratic. **Clique** em OK.



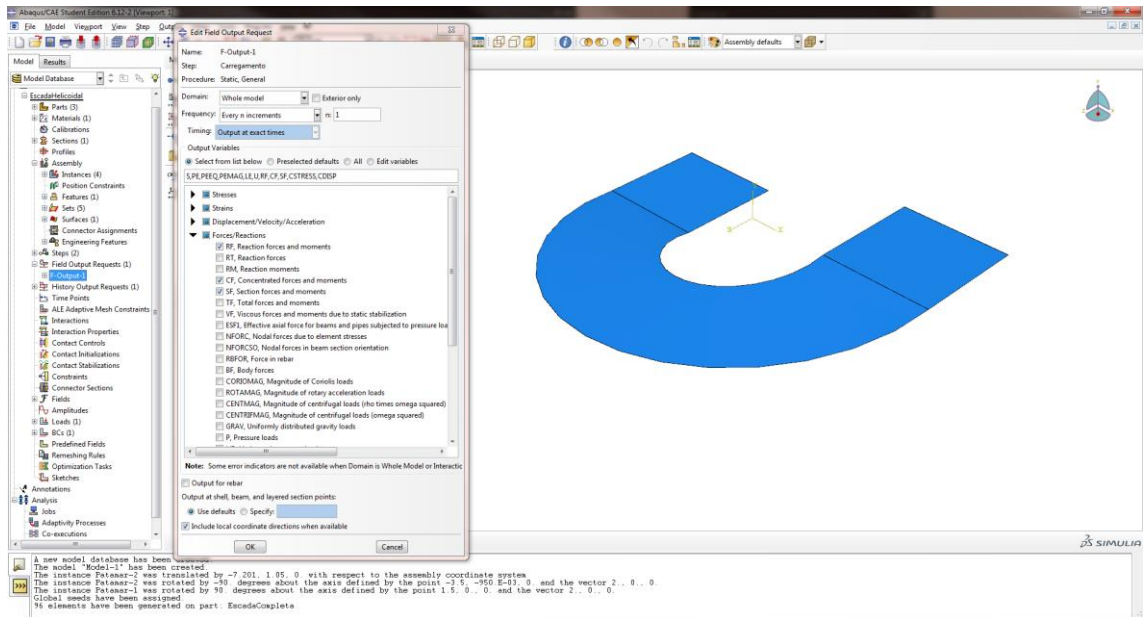
- ✓ Na barra do menu principal, **clique** em Seed>Part, **altere** Approximate global size: para 0.5 e **clique** em OK.



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

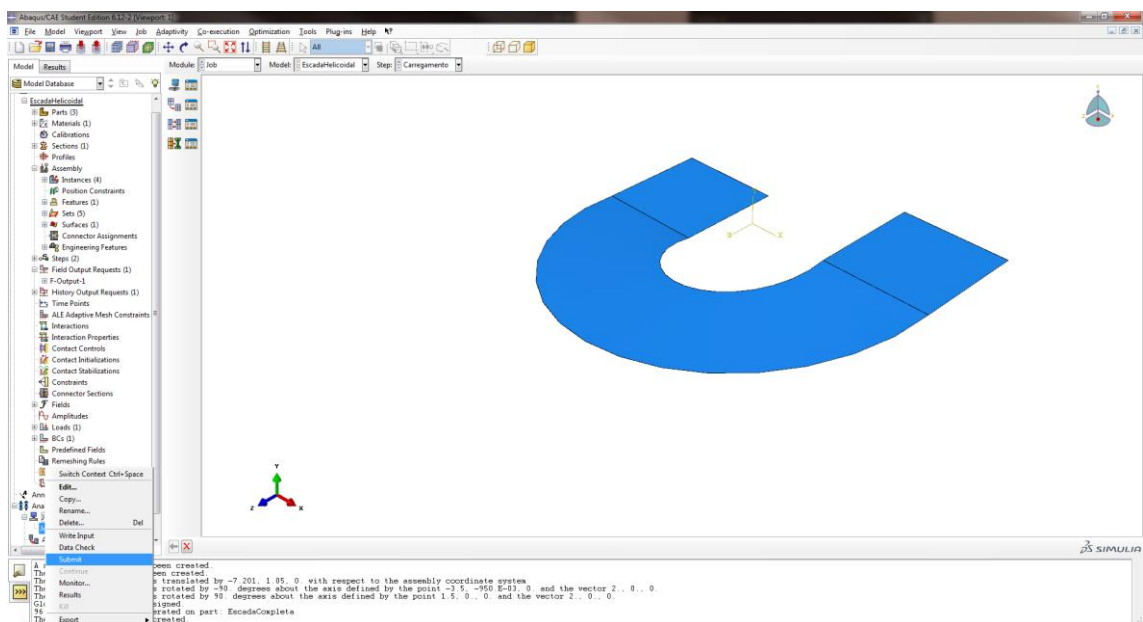


- ✓ No menu model à esquerda, **abra** **Field Output Requests (1)** e **dê** duplo-clique em **F-Output-1**. **Abra** **Forces/Reactions**, **marque** **SF**, **Section forces and moments** e **clique** em **OK**.



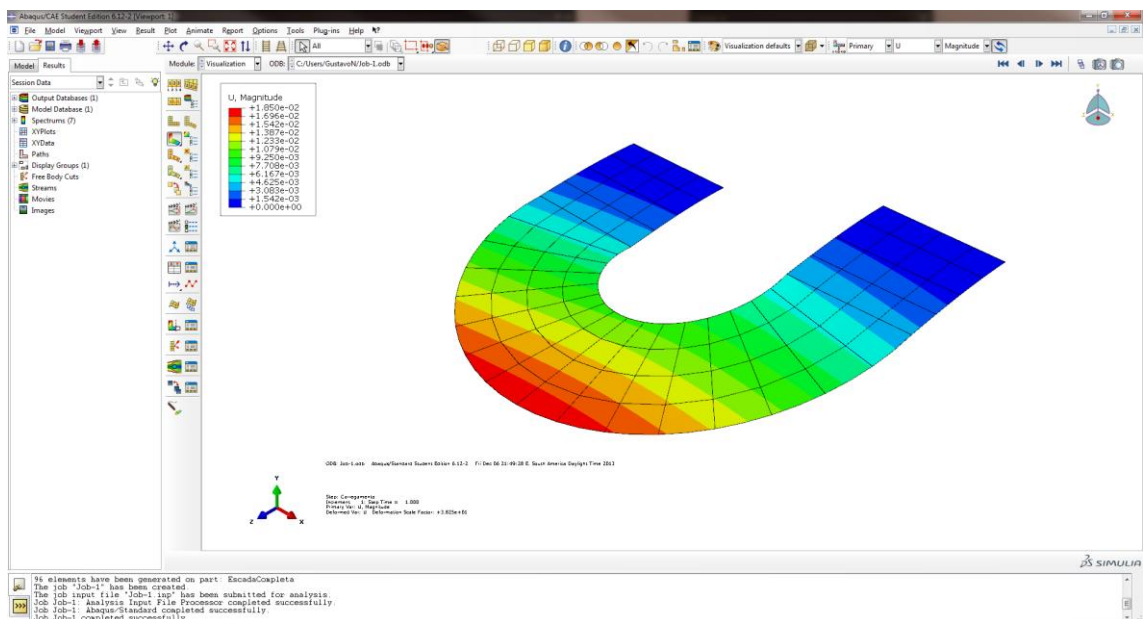
2.3. PROCESSAMENTO

- ✓ No menu model à esquerda, **dê duplo clique em Jobs**. Na janela Create Job, apenas **clique em Continue...** Na janela Edit Job, **clique em OK**.
- ✓ **Abra Jobs(1)** 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.

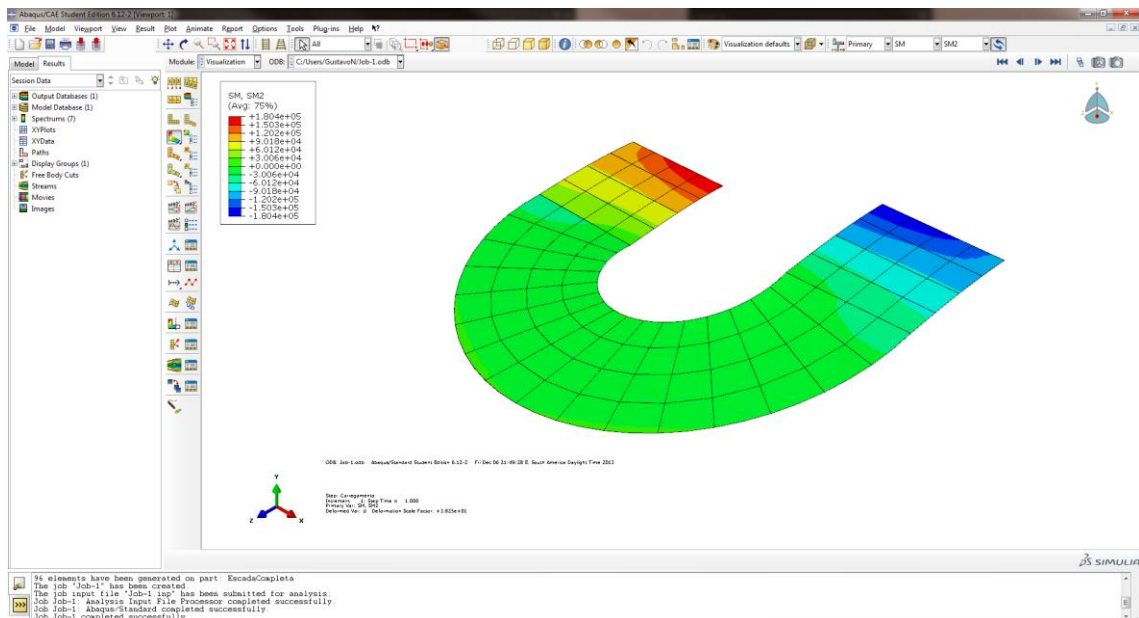
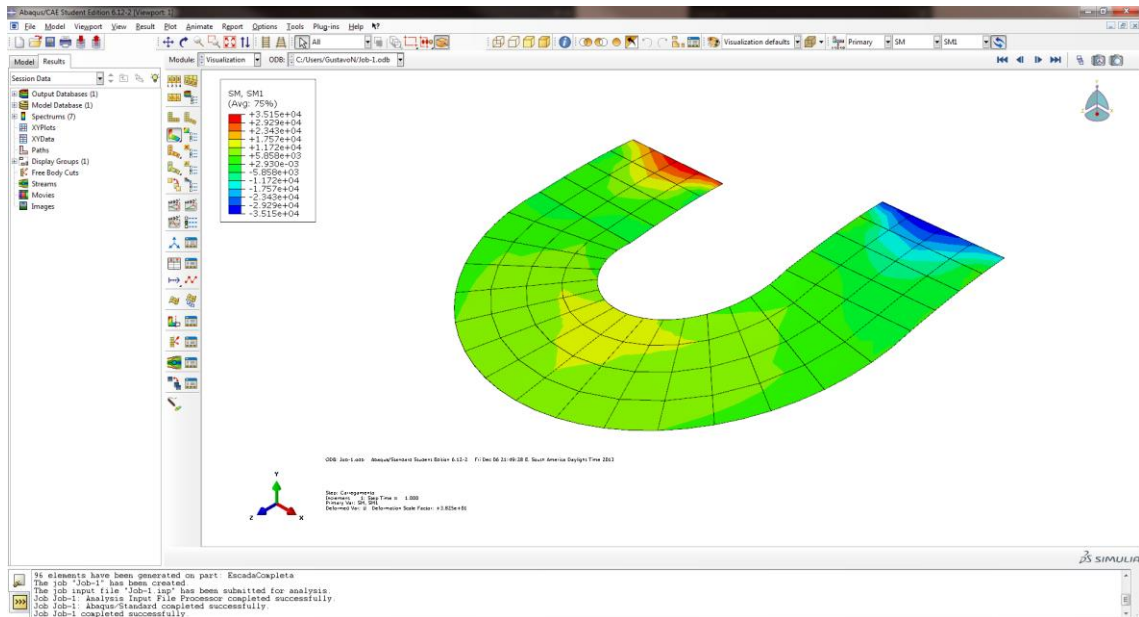


2.4. PÓS-PROCESSAMENTO

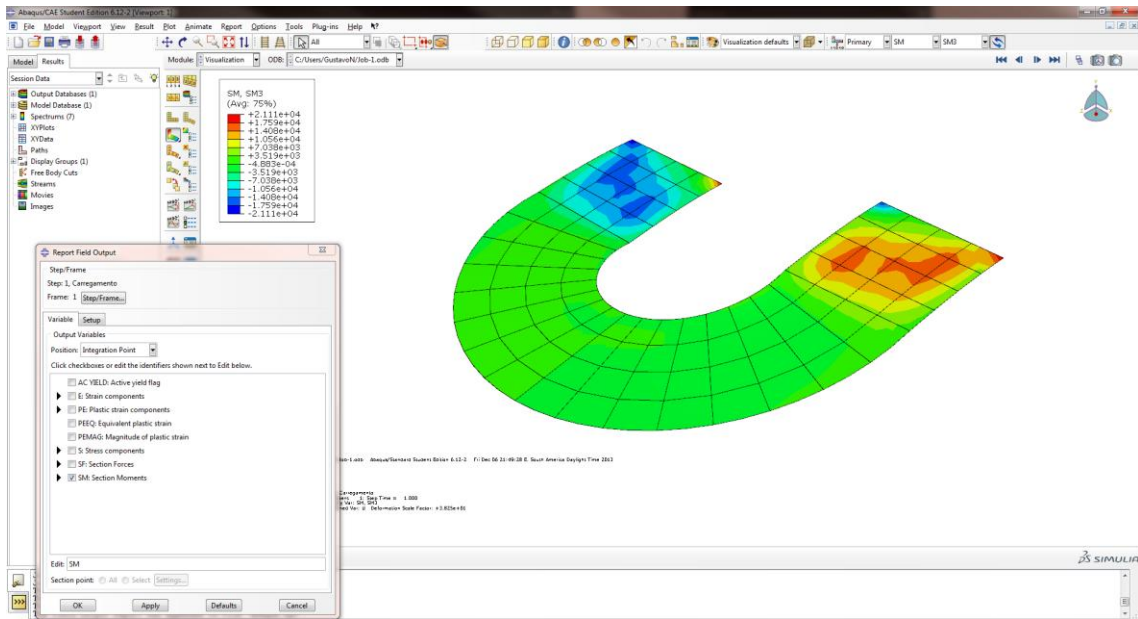
- ✓ No menu **model** à esquerda, **clique** com o botão direito em **Job-1(Completed)>Results**. A tela de análise de dados se abrirá. Na caixa de ferramentas, **clique** em **Plot Contours on Deformed Shape**.
- ✓ Na barra de ferramentas no canto superior à direita, **selecione U> Magnitude**. Na barra 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 ferramentas no canto superior à direita, **selecione** também **SM> SM1**, **SM> SM2** e **SM> SM3**.



- ✓ Na barra de menu principal, **clique** em **Report>Field Output**. Na janela **Report Field Output**, **clique** em **SM: Section Moments** e **clique** em **Apply**. 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**.



abaqus.rpt - Notepad

```

File Edit Format View Help
*****
Field Output Report, written Fri Dec 06 22:06:55 2013

Source 1
-----
    ODB: C:/Users/Gustavon/Job-1.odb
    Step: Carregamento
    Frame: Increment      1: Step Time = 1.000

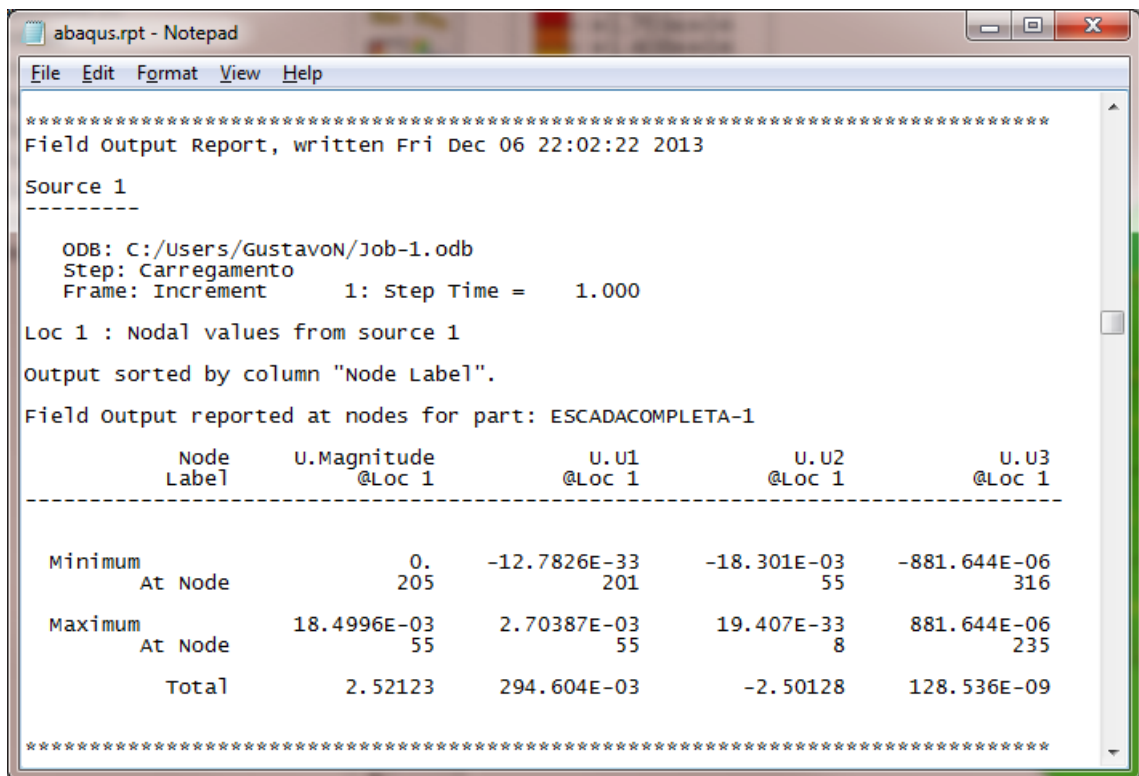
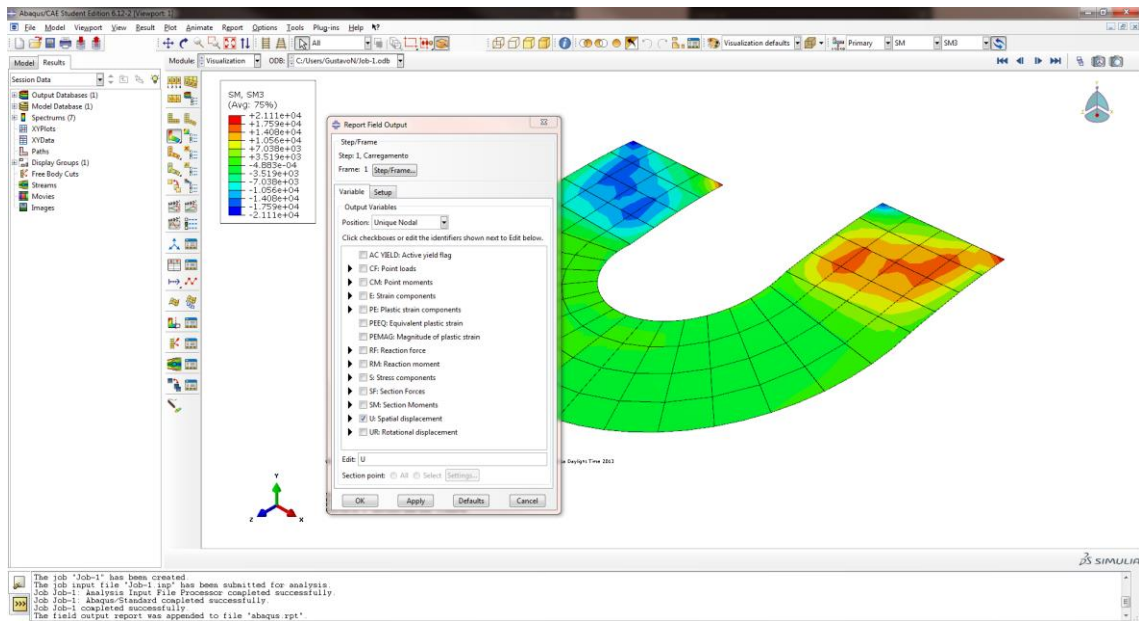
Loc 1 : Integration point values from source 1
Output sorted by column "Element Label".
Field output reported at integration points for region: ESCADACOMPLETA-1.Region_1

    Element      Int      SM, SM2      SM, SM1      SM, SM3
    Label        Pt        @Loc 1      @Loc 1      @Loc 1
-----
Minimum
  At Element           -169.045E+03  -32.0439E+03  -9.77166E+03
  Int Pt                32              31              32
                        3                4                4
Maximum
  At Element           56.1086      13.0803E+03   17.5481E+03
  Int Pt                73              64              25
                        1                4                4
Total
                        -8.35971E+06   1.42511E+06   628.417E+03

Field output reported at integration points for region: ESCADACOMPLETA-1.Region_2

    Element      Int      SM, SM2      SM, SM1      SM, SM3
    Label        Pt        @Loc 1      @Loc 1      @Loc 1
-----
Minimum
  At Element           18.3427E+03  -3.30073E+03  -17.5481E+03
  Int Pt                13              13              8
                        3                4                1
Maximum
  At Element           169.045E+03  32.0439E+03   9.77166E+03
  Int Pt                1                2              1
                        2                1              1
Total
                        5.79464E+06   527.090E+03  -628.417E+03
  
```

- ✓ Em **Output Variables>Position:** altere para **Unique Nodal**.
Desmarque as variáveis anteriores e **marque U: Spatial displacement**.
Clique em **OK**.



- ✓ 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.odb).