

ESTUDO DE UMA VIGA PAREDE COM ABERTURA USANDO O ABAQUS 6.12 STUDENT EDITION

1. INTRODUÇÃO

1.1. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA:

O objetivo deste exemplo é a verificação do comportamento estrutural de uma viga parede com abertura. A estrutura a ser analisada corresponde a uma viga de concreto armado cuja espessura é pequena se comparada às outras dimensões (altura e comprimento). Esta viga possui uma abertura para a instalação de uma porta. A figura 1 mostra esquematicamente tal estrutura.

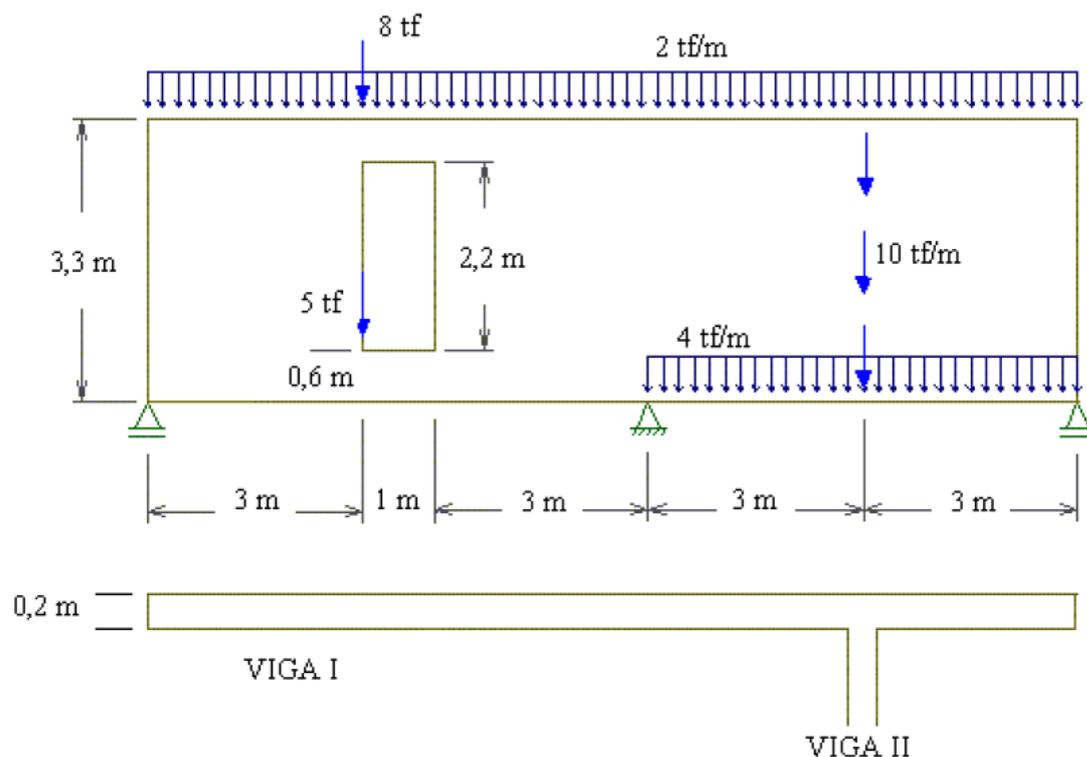


Figura 1 – Esquema da viga parede.

Trata-se de uma estrutura tridimensional, porém, adotando-se algumas aproximações aplicáveis a esse problema, a viga pode ser analisada através de um modelo bidimensional. Como já mencionamos, a viga possui altura e comprimento predominantes sobre a outra dimensão (espessura). Todos os carregamentos podem ser considerados como aplicados no plano médio da

viga parede, que corresponde ao plano vertical que intercepta a viga na metade de sua espessura. As cargas da viga e das lajes suportadas pela viga parede são consideradas como cargas concentradas e distribuídas uniformemente. A influência da viga II será considerada, de forma aproximada, como uma carga distribuída uniformemente ao longo da altura. Os apoios sobre os pilares serão considerados, de forma aproximada, como bilaterais e pontuais.

Adotamos um sistema de coordenadas cujo plano xy coincide com o plano médio da viga parede e cujo eixo z coincide com a direção normal a este plano. Verificamos que nestas condições a componente de tensão σ_z ao longo do eixo z é nula embora a deformação ϵ_z seja diferente de zero. As demais componentes de tensão σ_x , σ_y e σ_{xy} , no plano xy , são não nulas. Estas são as características de um Estado Plano de Tensões, que pode ser analisado através de um modelo bidimensional composto apenas pelo plano médio da viga parede (plano xy), conforme a figura 1.

1.2. PROPRIEDADES DO MATERIAL

Concreto Armado:

EX = Módulo de Elasticidade Longitudinal ou de

Young: $E = 2.5E6 \text{ tf/m}^2$;

NUXY = Coeficiente de Poisson = 0.2

1.3. PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS

Modelo bidimensional utilizando estado plano de tensões;

Dimensões conforme a figura 1;

Espessura: 0,20 m.

1.4. CARGA

Pilar: Carga do pilar: $14E6 \text{ tf/m}$

2. RESOLUÇÃO

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

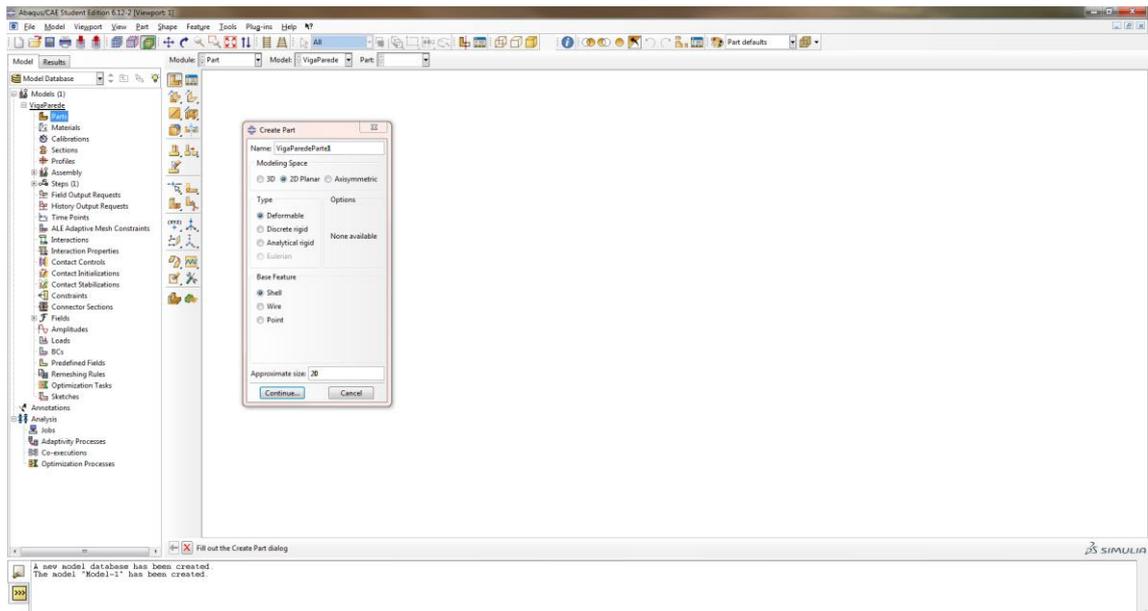


2.1. INÍCIO DA ANÁLISE

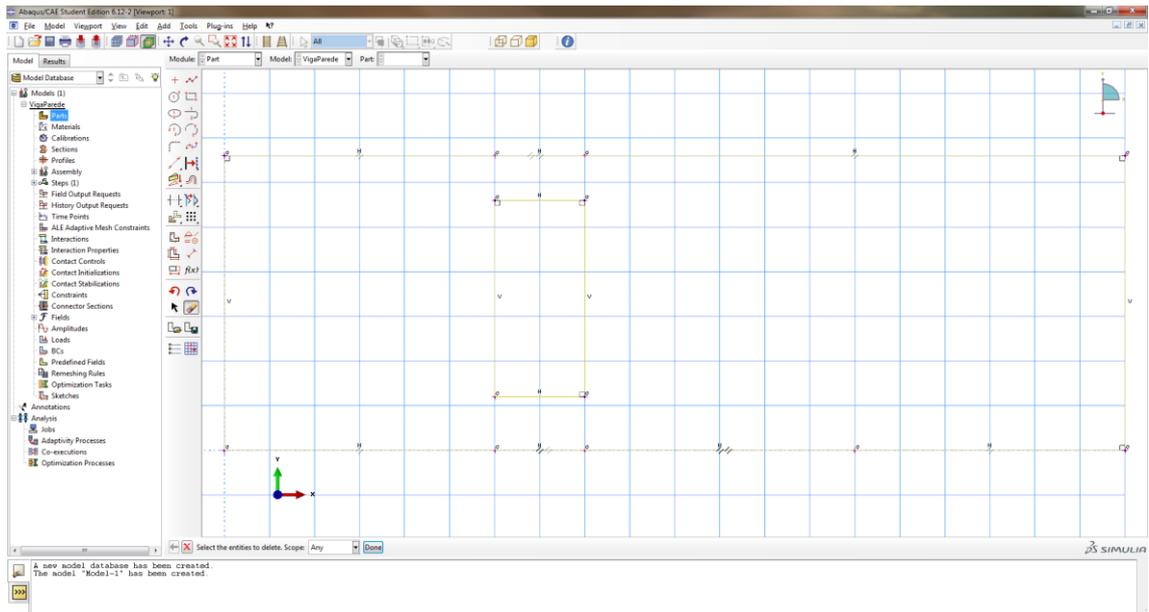
- ✓ Se você ainda não iniciou o programa **Abaqus/CAE**, **digite** *cmd* no **Menu Iniciar** para abrir o **Prompt de Comando** e nele **digite** *abq6122se cae* para executar o Abaqus.
- ✓ Em **Create Model Database** na caixa **Start Session** que aparece, **selecione** **With Standard/Explicit Model**.

2.2. PRÉ-PROCESSAMENTO

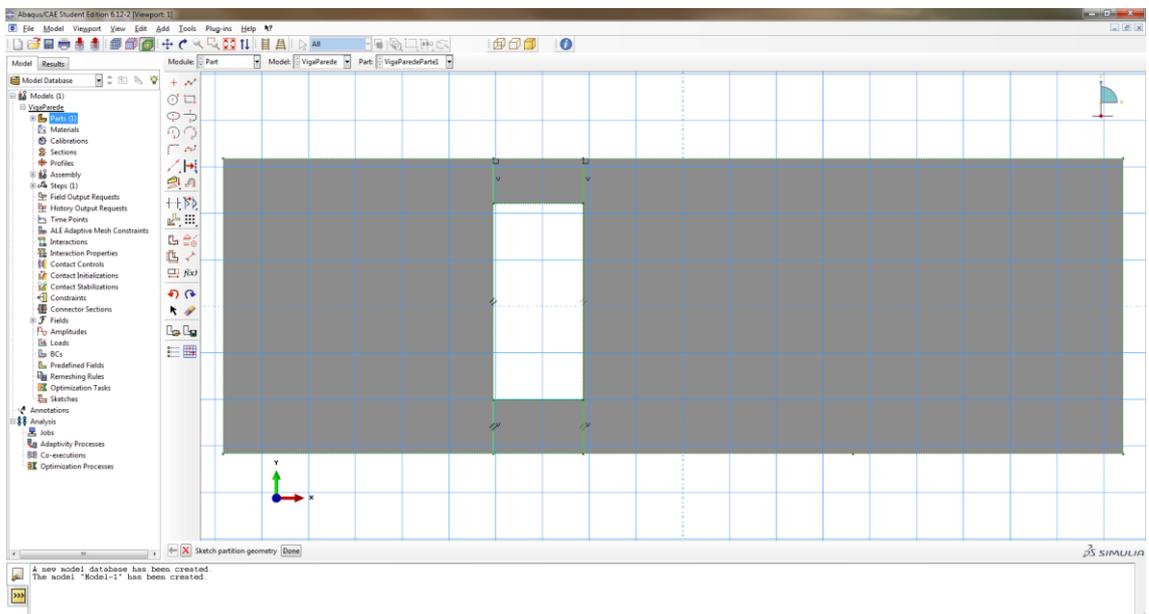
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **clique** com o botão direito em **Model-1** e **selecione** **Rename**. **Digite** *VigaParede*.
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Parts**, no campo **Name** **digite** *VigaParedeParte1*, e **selecione** as opções: **2D**, **Deformable**, **Shell**. Em **Approximate size** **digite** *20* e **clique** em **Continue...**



- ✓ **Clique** em **Create Isolated Point** na caixa de ferramentas e **insira** as seguintes coordenadas *0,0 – 3,0 – 4,0 – 7,0 – 10,0 – 0,3.3 – 3,3.3 – 4,3.3 – 10,3.3 – 3,0.6 – 3,2.8 – 4,0.6 – 4,2.8*. Em seguida, **Clique** em **Create Lines: Connected**, e **una** os pontos conforme a imagem a seguir. **Desative** a função **Create Lines: Connected** e **clique** em **Done**.

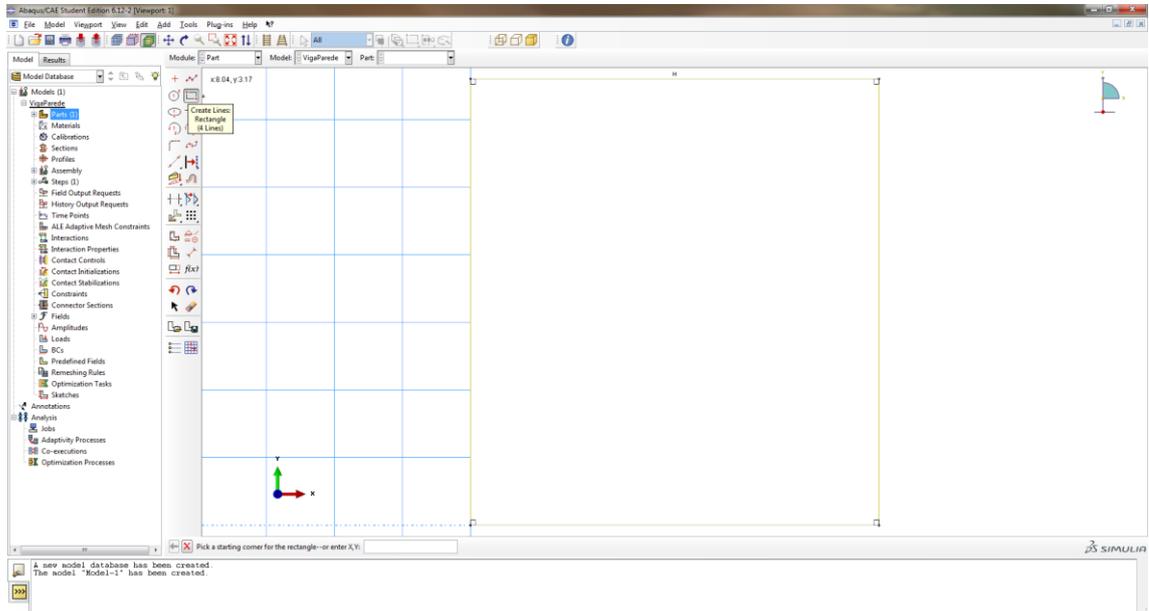


- ✓ Na caixa de ferramentas, **clique** em **Partition Face: Sketch**, e com a ferramenta **Create Lines: Connected** **ligue** com 4 retas verticais os vértices da abertura até o perímetro superior e inferior da viga. **Desative** a função **Create Lines: Connected** e **clique** em **Done**.

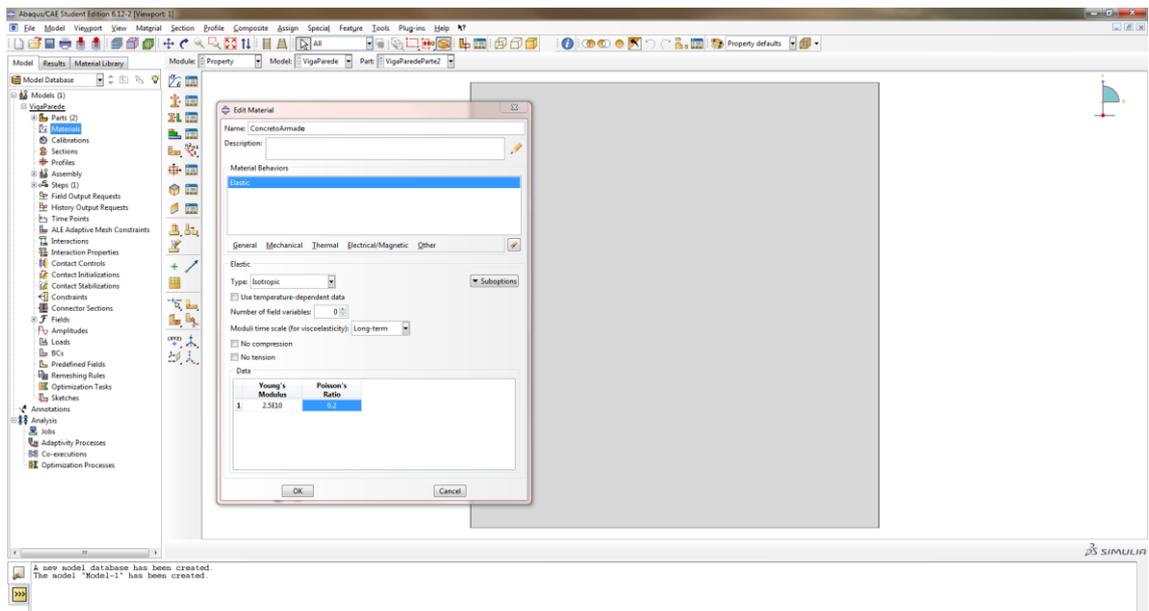


- ✓ No menu **Model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Parts** novamente, no campo **Name** **digite** VigaParedeParte2, e **selecione** as opções: **2D**, **Deformable**, **Shell**. Em **Approximate size** **digite** 20 e **clique** em **Continue...**

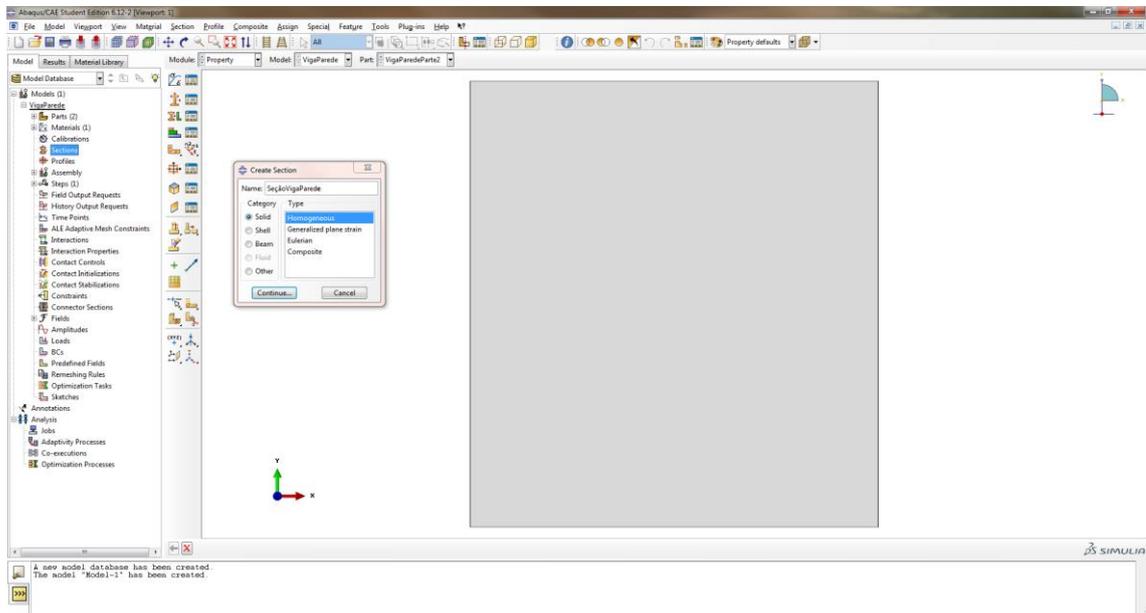
- ✓ Na caixa de ferramentas **selecione** Create Lines: Rectangle (4 Lines) e **insira** as coordenadas 10,0 e 13,3.3. **Desative** a função e **clique** em Done.



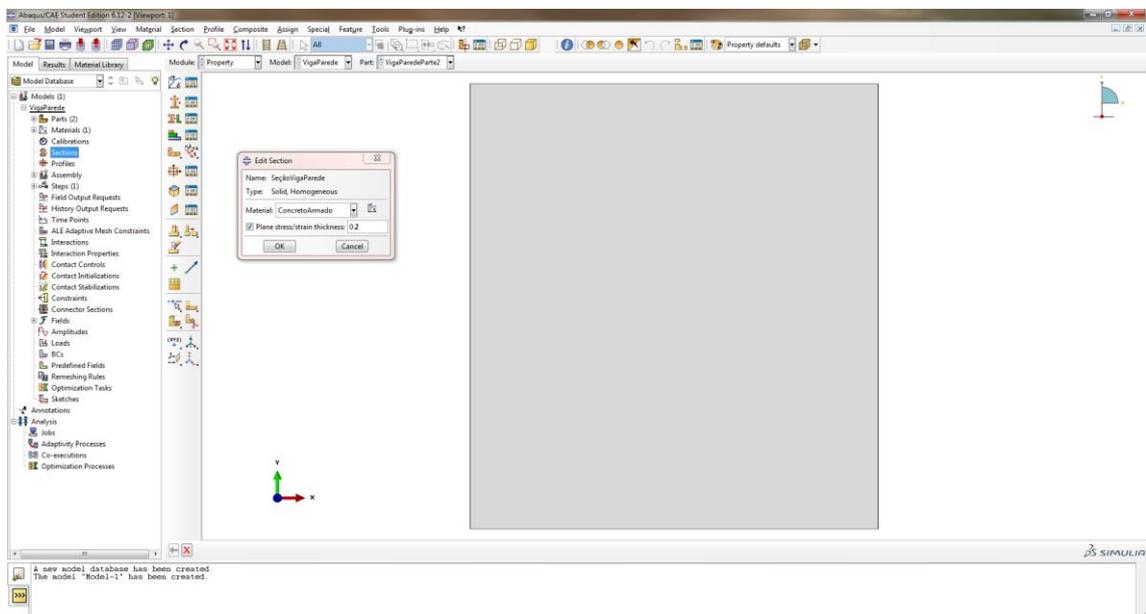
- ✓ No menu Model à esquerda, **dê** duplo clique em Materials. Na janela Edit Material **Renomeie** o material para *ConcretoArmado*, **selecione** Mechanical>Elasticity>Elastic e **digite** 2.5E10 em Young's Modulus e 0.2 em Poisson's Ratio. **Clique** em OK.



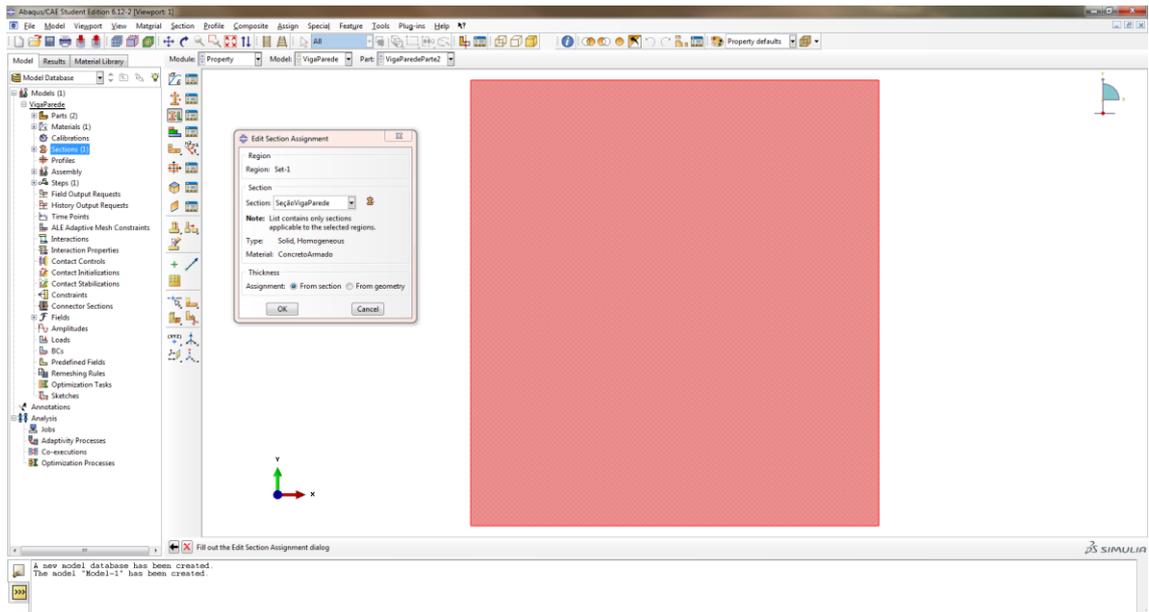
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Sections**. No campo **Name**: **digite** *SeçãoVigaParede*, em **Category** **selecione** **Solid**, e em **Type** **selecione** **Homogeneous**. **Clique** em **Continue...**



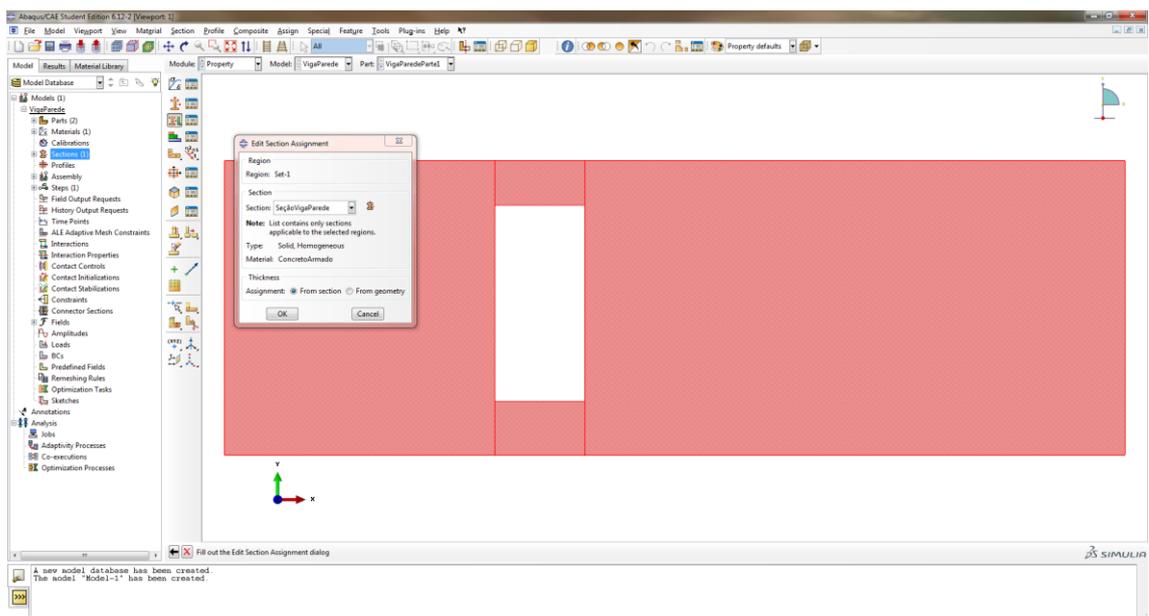
- ✓ Na janela **Edit Section**, **Certifique-se** de que **ConcretoArmado** está selecionado em **Material**, **clique** na opção **Plane stress/strain thickness**, **insira** a espessura de **0.2** e **clique** em **OK**.



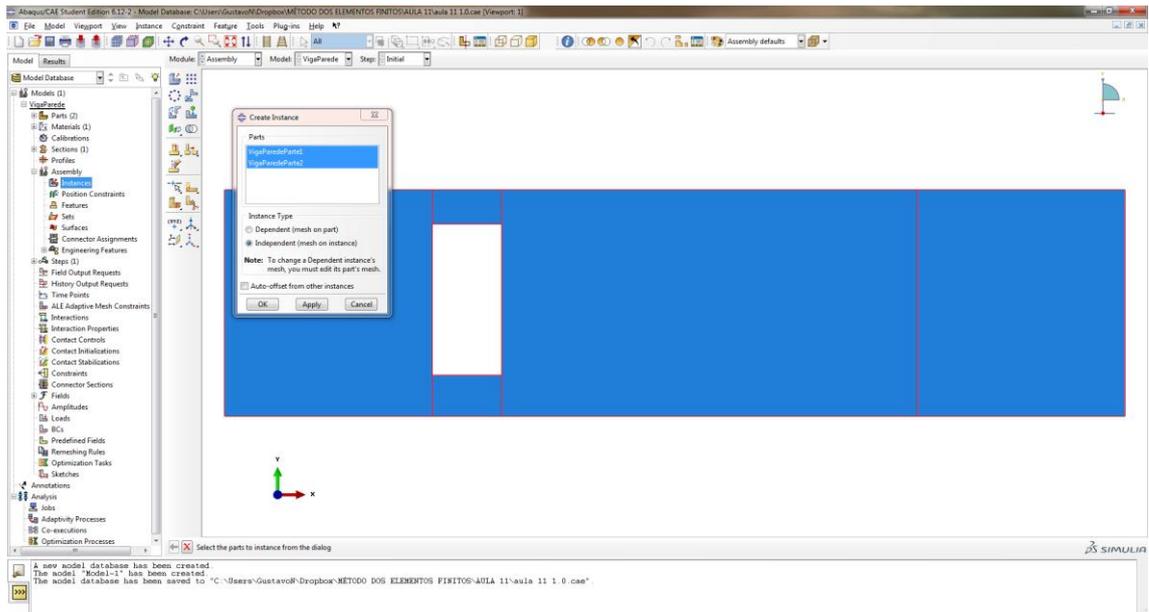
- ✓ Na caixa de ferramentas, **clique** em **Assign Section**. **Selecione** a **VigaParedeParte2** e **clique** em **Done**. **Selecione** **SeçãoVigaParede** em **Section**: e **clique** em **OK**.



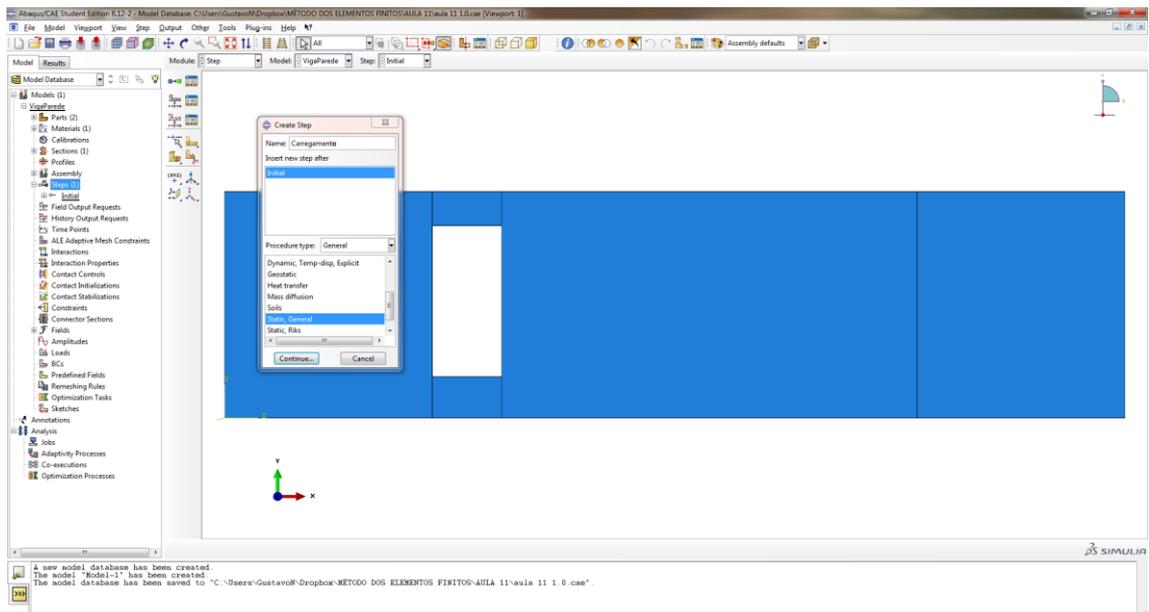
- ✓ **Repita** para associar a mesma seção a VigaParedeParte1. **Altere** através da barra de contexto no campo **Part**:



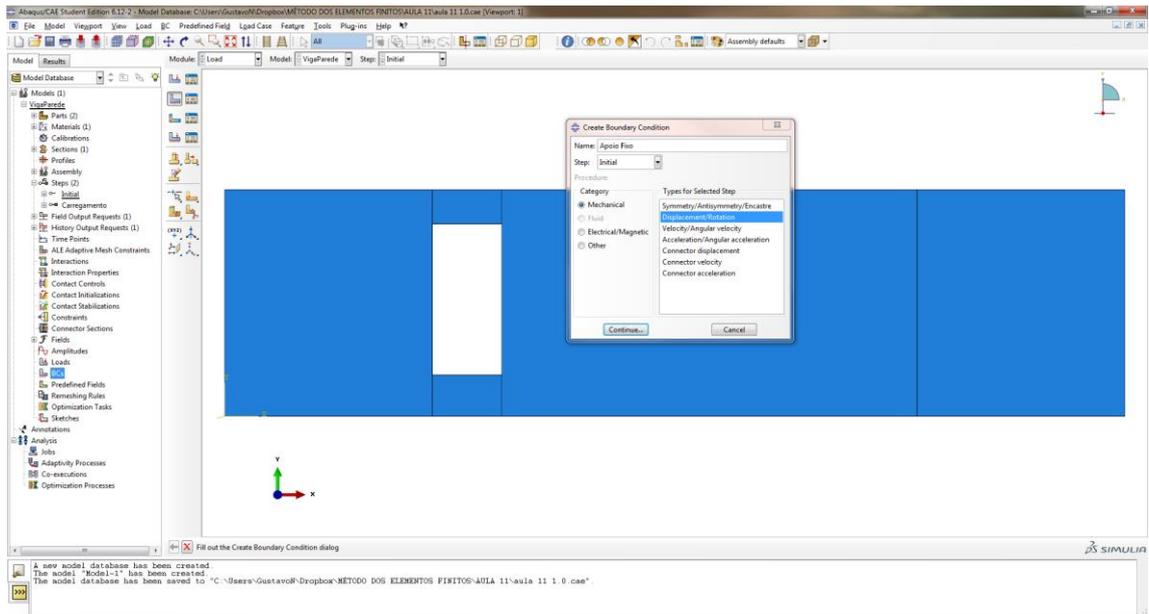
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **abra Assembly**, **dê** duplo clique em **Instances**. Na janela **Create Instance** **altere** Instance Type para **Independent (mesh on instance)**, **selecione** ambas as partes e **clique** em **OK**.



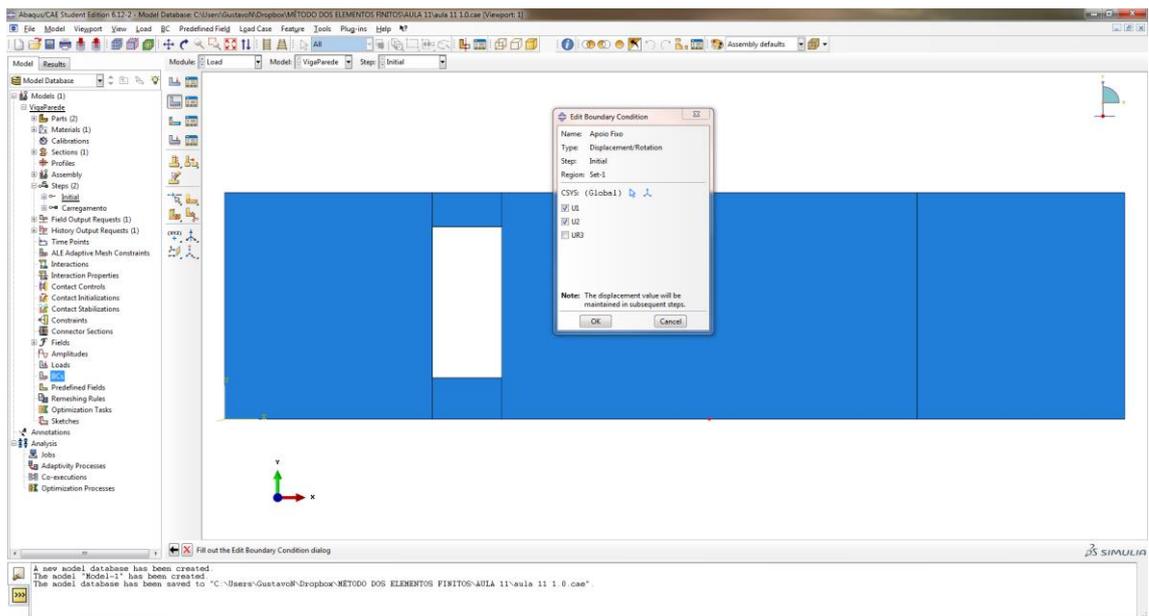
- ✓ No menu **model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Steps**. **Digite Carregamento** no campo **Name**: e **Clique** em **Continue...** Então **clique** **OK** na nova janela que se abre.



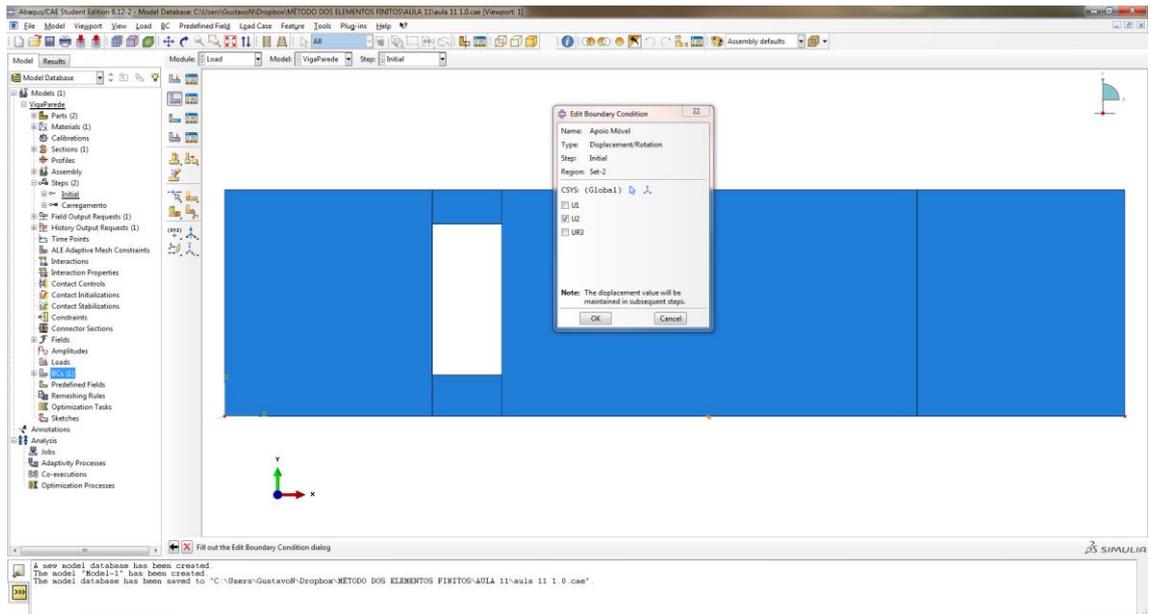
- ✓ No menu **model** à esquerda, **dê** duplo clique em **BCs**. Na janela **Create Boundary Condition**, **altere** o campo **Name** para **Apoio Fixo**, **Step** para **Initial** e **Types for Selected Step** para **Displacement/Rotation**. **Clique** em **Continue...**



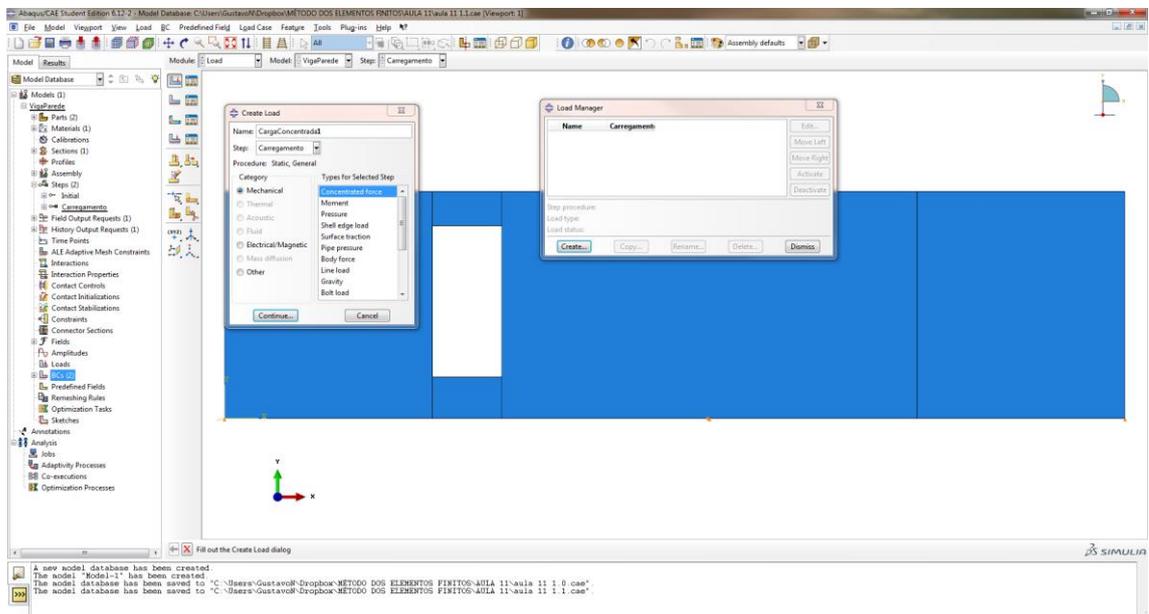
- ✓ **Selecione** o ponto de coordenada 7,0 e **clique** em Done. **Marque U1 e U2** na janela **Edit Boundary Condition** e **clique** em OK.



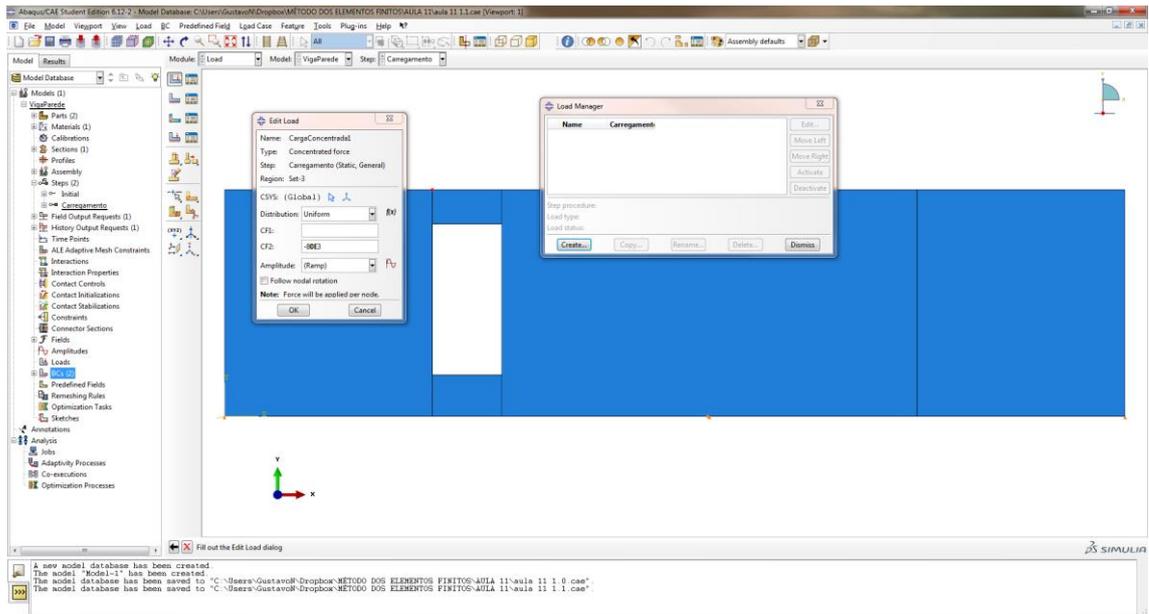
- ✓ **Repita** os 2 últimos passos para criar o Apoio Móvel nos cantos inferiores da viga parede, selecionando **U2** apenas.



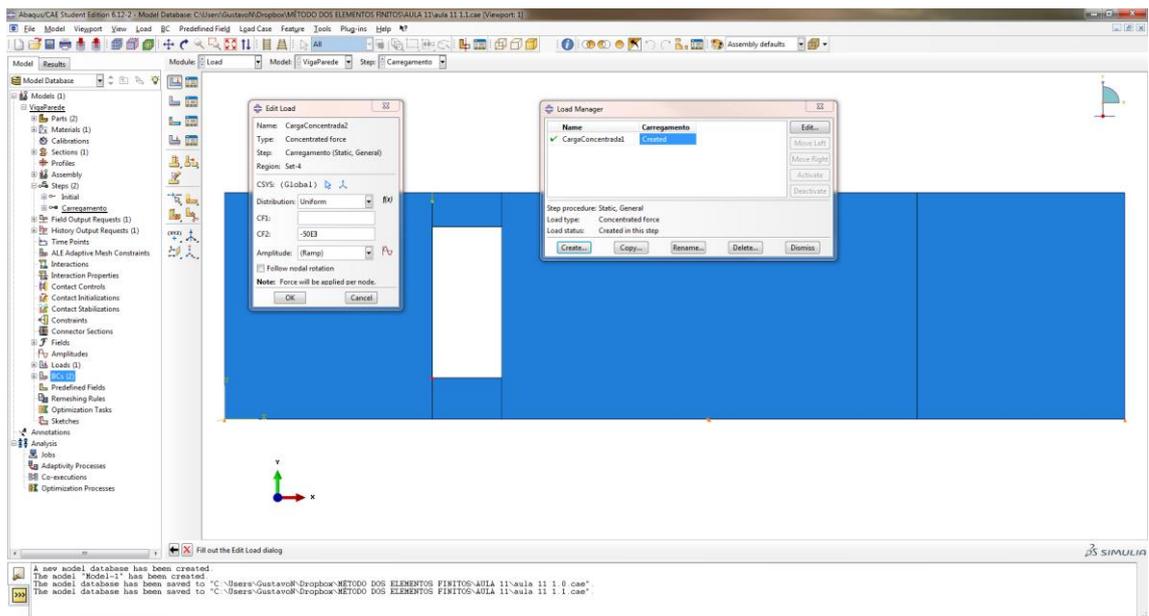
- ✓ Na caixa de ferramentas, **clique** em Load Manager. Na janela Load Manager clique em Create... Na janela Create Load, no campo Name **digite** CargaConcentrada1, **selecione** o Step Carregamento, em Types for Selected Step **selecione** Concentrated force e **clique** em Continue....



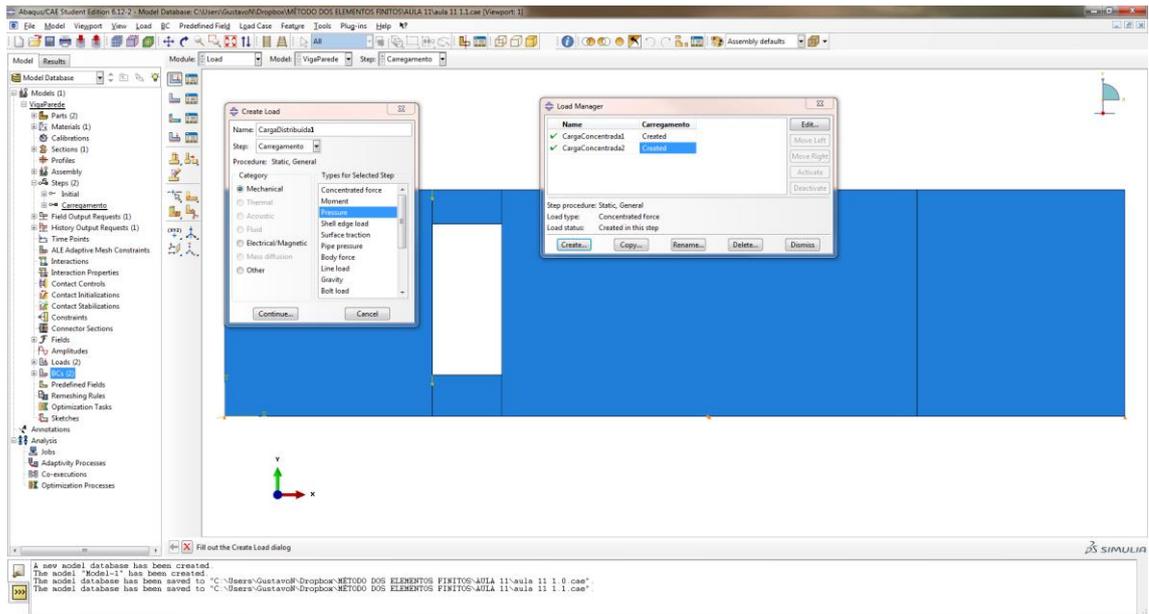
- ✓ **Selecione** o ponto de coordenada 3,3.3 e **clique** em Done. Na janela Edit Load, **digite** -80E3 no campo CF2 e **clique** em OK.



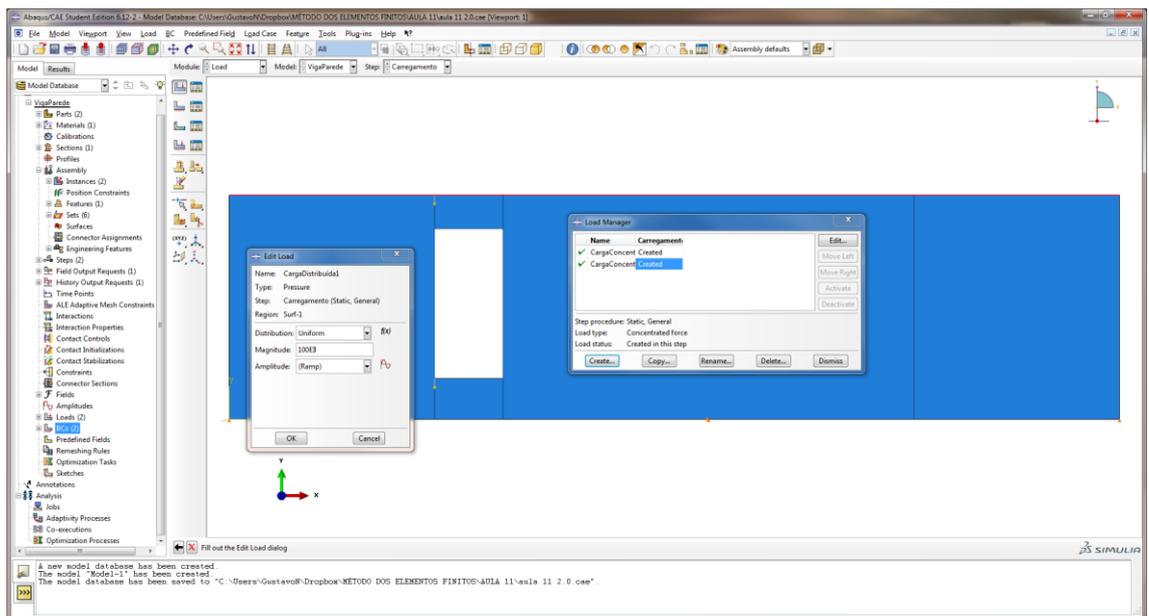
- ✓ **Repita** para criar a CargaConcentrada2, aplicada no ponto de coordenada 3,0.6 e intensidade na direção U2 de -50E3



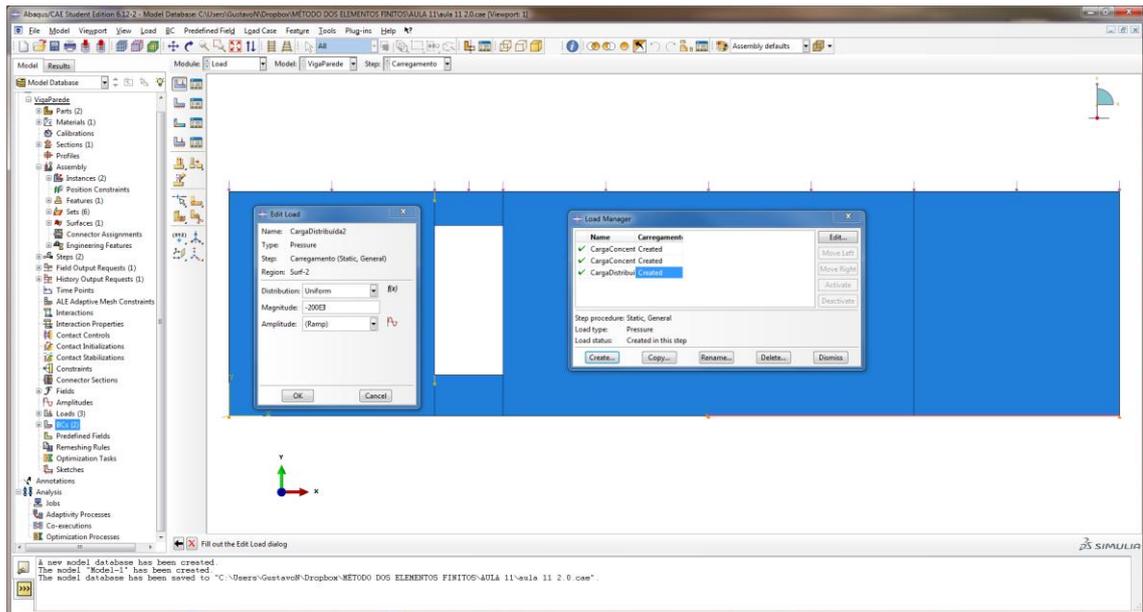
- ✓ Na janela Load Manager, **clique** em Create... Na janela Create Load, no campo Name **digite** CargaDistribuída1, **selecione** o Step Carregamento, em Types for Selected Step **selecione** Pressure e **clique** em Continue....



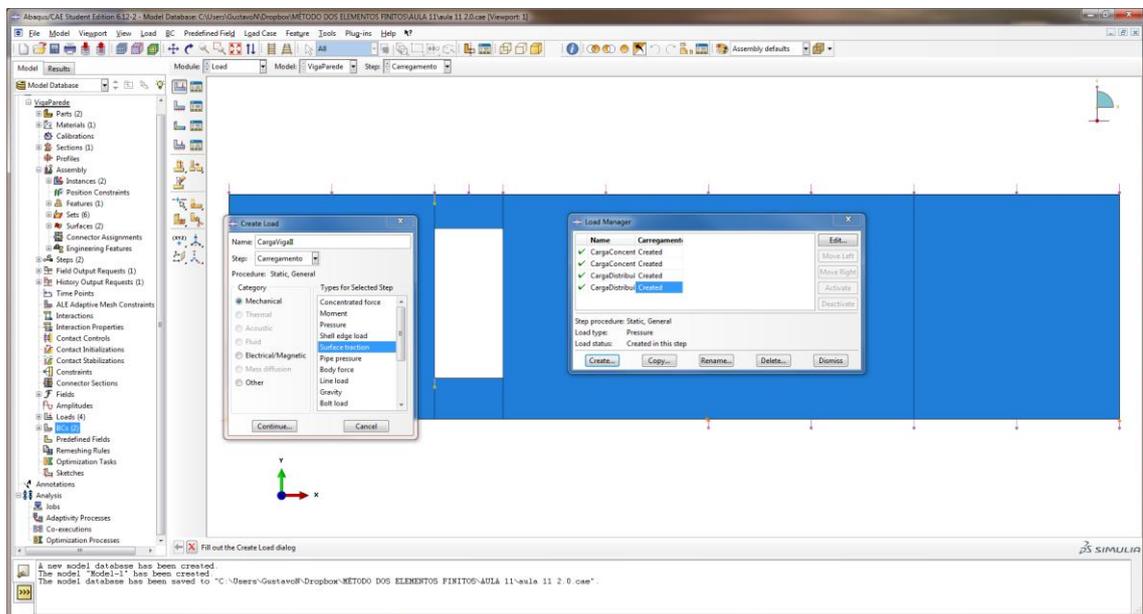
- ✓ **Selecione** toda parte superior da viga parede e **clique** em Done. Na janela Edit Load, no campo Magnitude **digite** 100E3 e **clique** em OK.



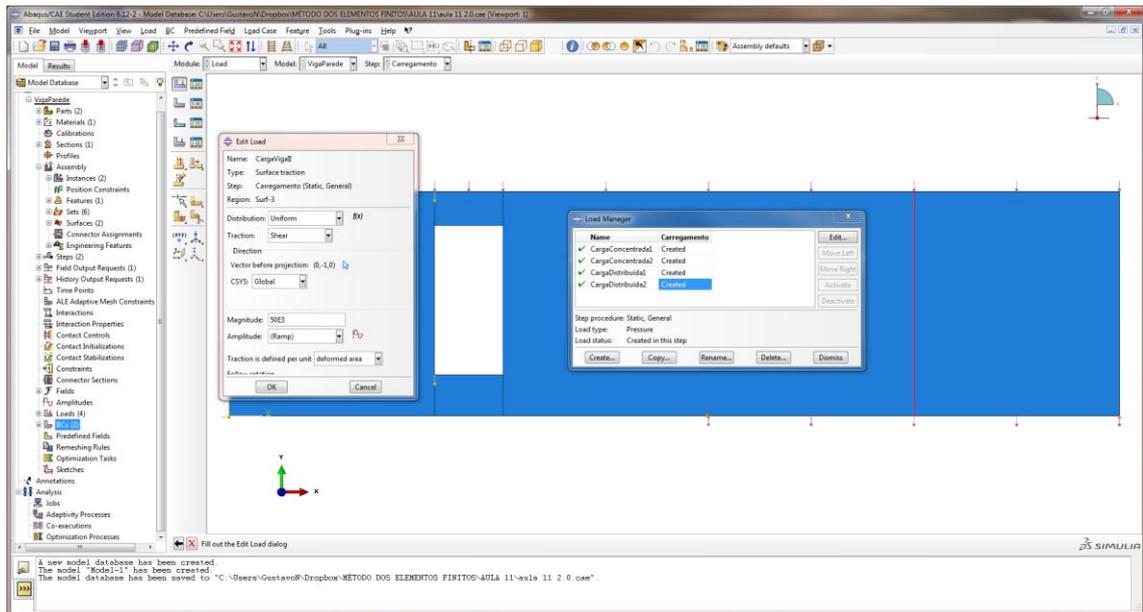
- ✓ **Repita** para criar a CargaDistribuída2, aplicada na parte inferior direita da viga parede, entre o apoio fixo e o móvel. **Utilize** o valor -200E3 no campo Magnitude.



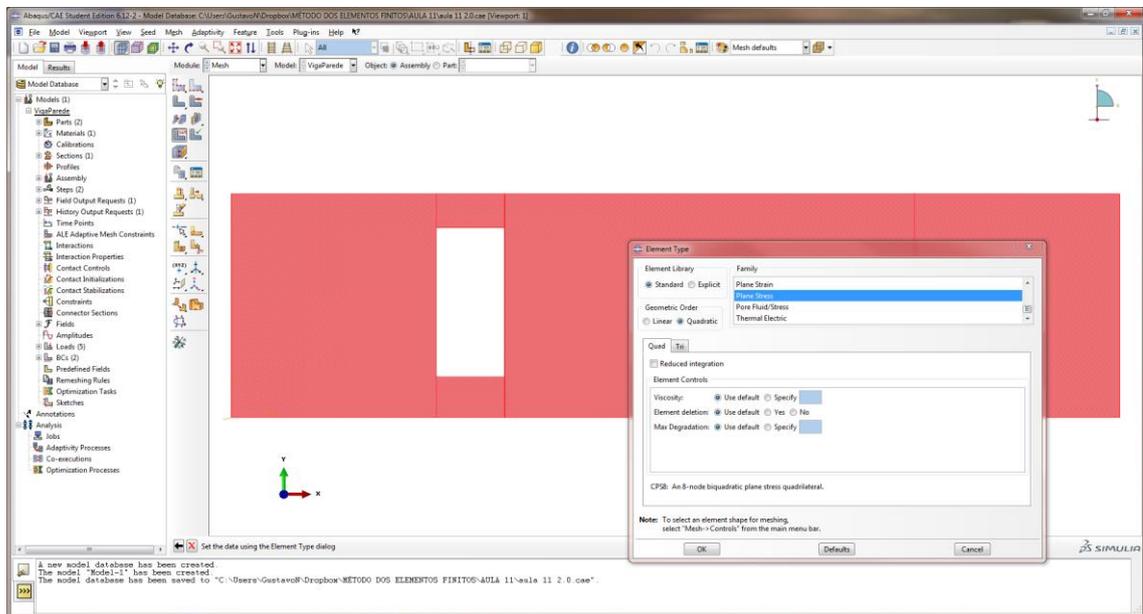
- ✓ Na janela Load Manager clique em Create... Na janela Create Load, no campo Name digite CargaVigall, selecione o Step Carregamento, em Types for Selected Step selecione Surface Traction e clique em Continue...



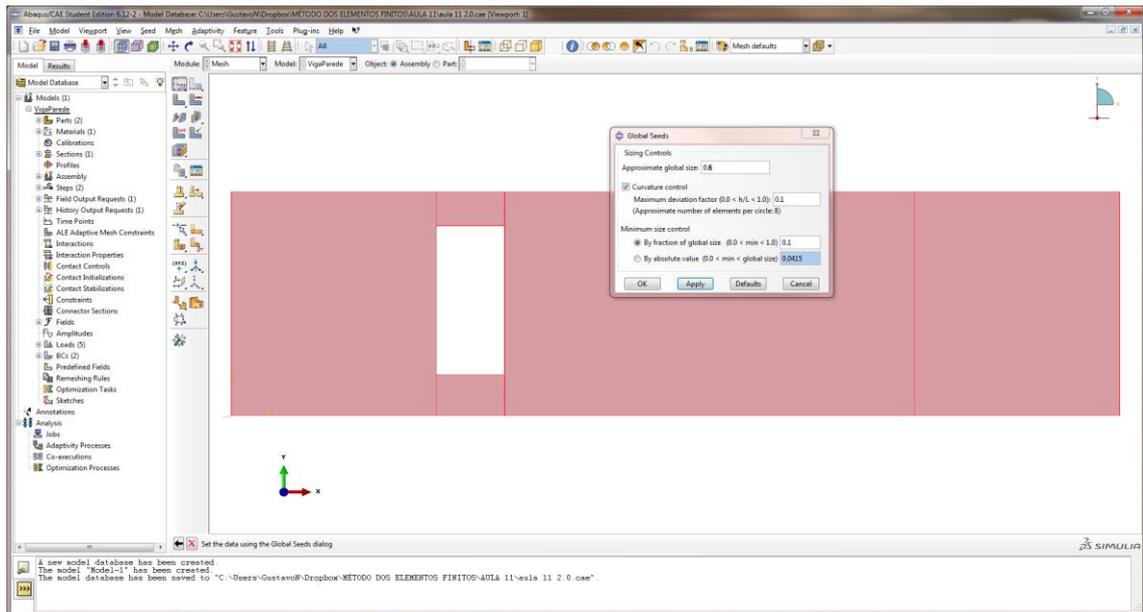
- ✓ Selecione a linha no meio da viga parede onde há ligação da Viga I com a Viga II e clique em Done. Na janela Edit Load no campo Magnitude digite 50E3. Em Direction>Vector before prejection: required clique em Edit... Selecione o ponto superior da linha e em seguida o inferior e clique em OK. Feche a janela Load Manager clicando em Dismiss.



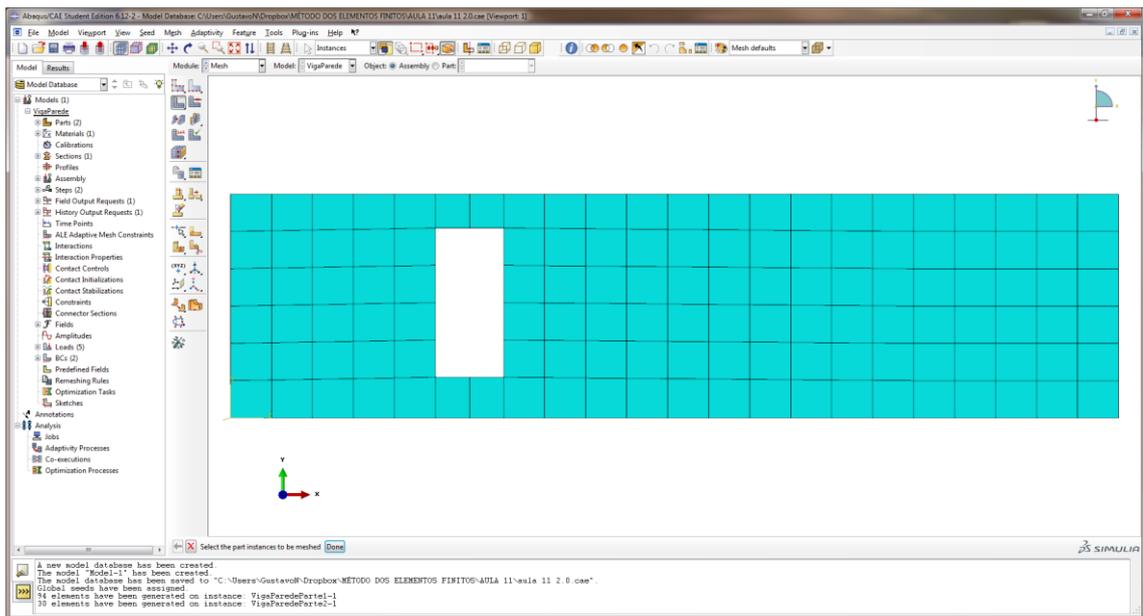
- ✓ Na barra de contexto, em **Module**, **selecione** Mesh. Na barra do menu principal, **clique** em Mesh>Element Type e **selecione** com o mouse toda a vigaparede. **Clique** em Done, abrirá a janela Element Type. Em Family, **selecione** Plane Stress e em Geometric Order, **selecione** Quadratic. **Desmarque** Reduced integration e **clique** OK.



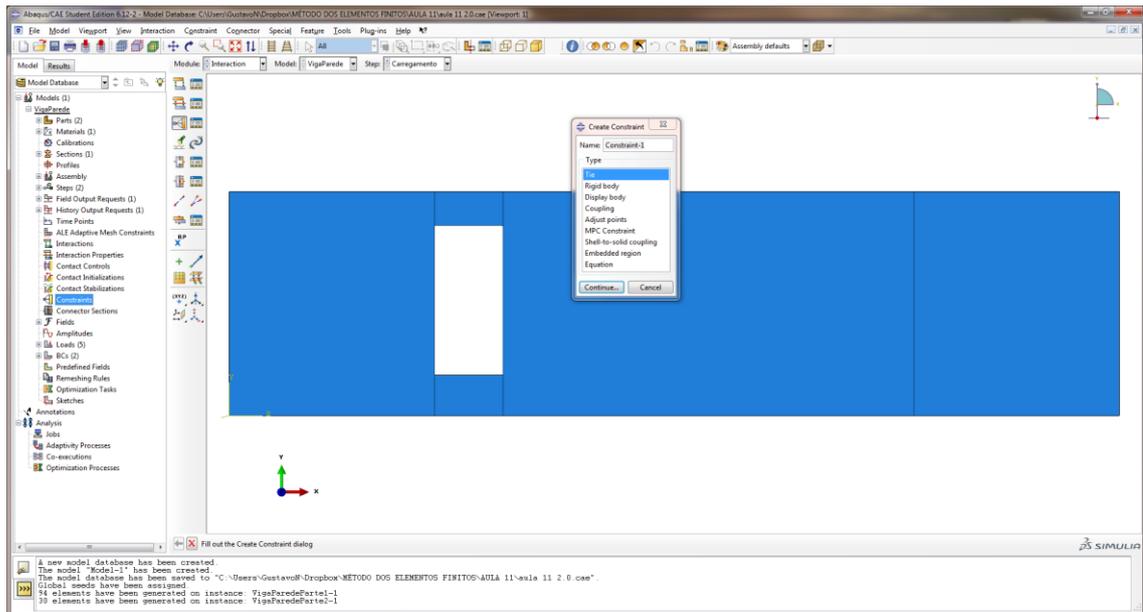
- ✓ Na barra do menu principal, **clique** em Seed>Instance, **selecione** toda a estrutura e **altere** approximate global size para 0.6. **Clique** em OK.



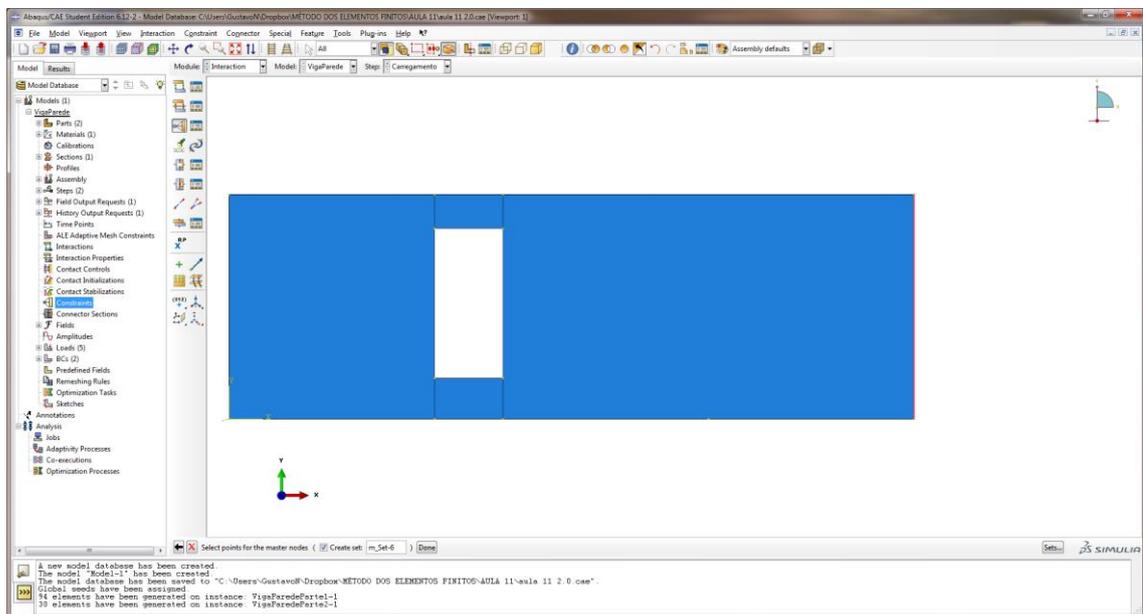
- ✓ Na barra do menu principal, clique em **Mesh>Instance**. **Selecione** toda a viga parede e clique em **Done**.



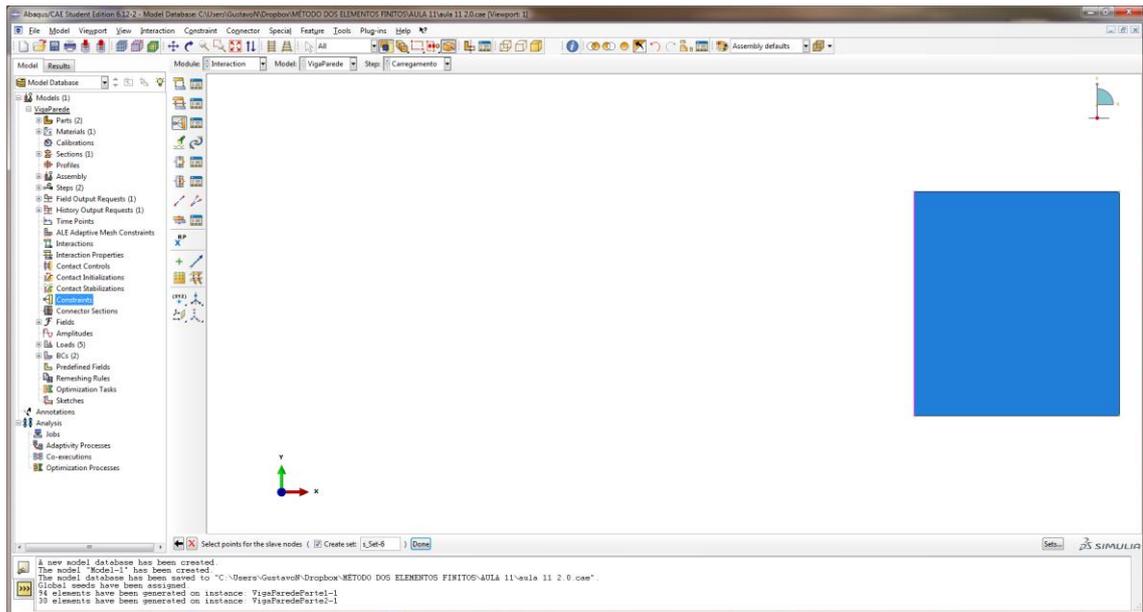
- ✓ No menu **model** à esquerda, dê duplo clique em **Constraints**. Na janela que se abre **selecione** **Tie** em **Type** e clique em **continue...**



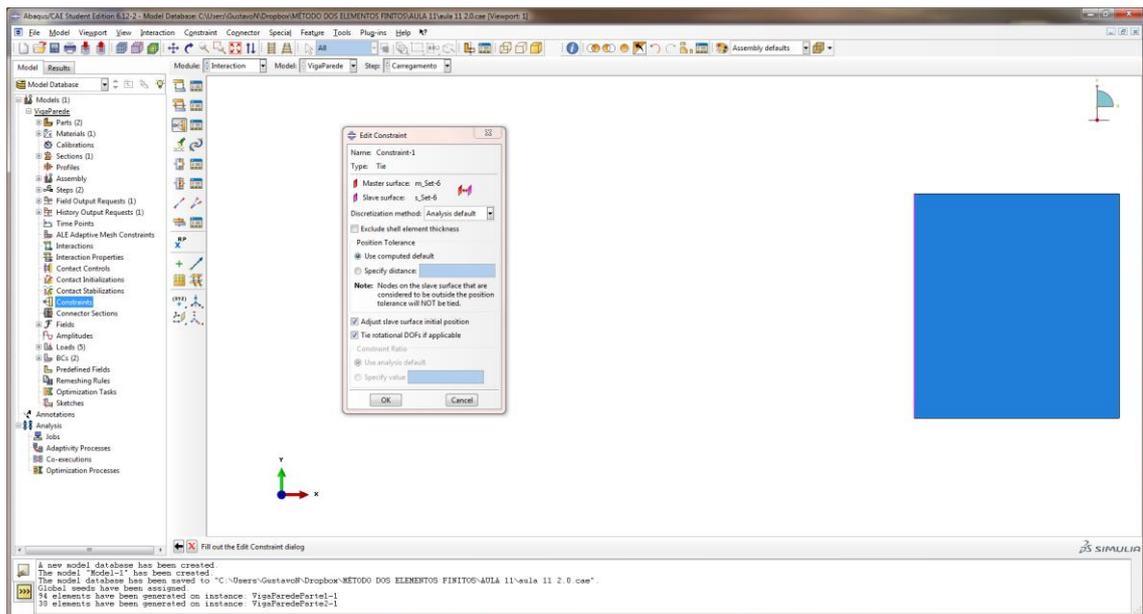
- ✓ **Selecione Node Region.** Na barra de ferramentas clique em Remove Selected, em Select entities to remove: **selecione** Instances e **marque** a VigaParedeParte2. **Clique** em Done duas vezes. **Selecione** então a linha de contato entre as partes e **clique** em Done.



- ✓ **Selecione Node Region.** Na barra de ferramentas clique em Invert Display. **Selecione** então a linha de contato entre as partes e **clique** em Done.



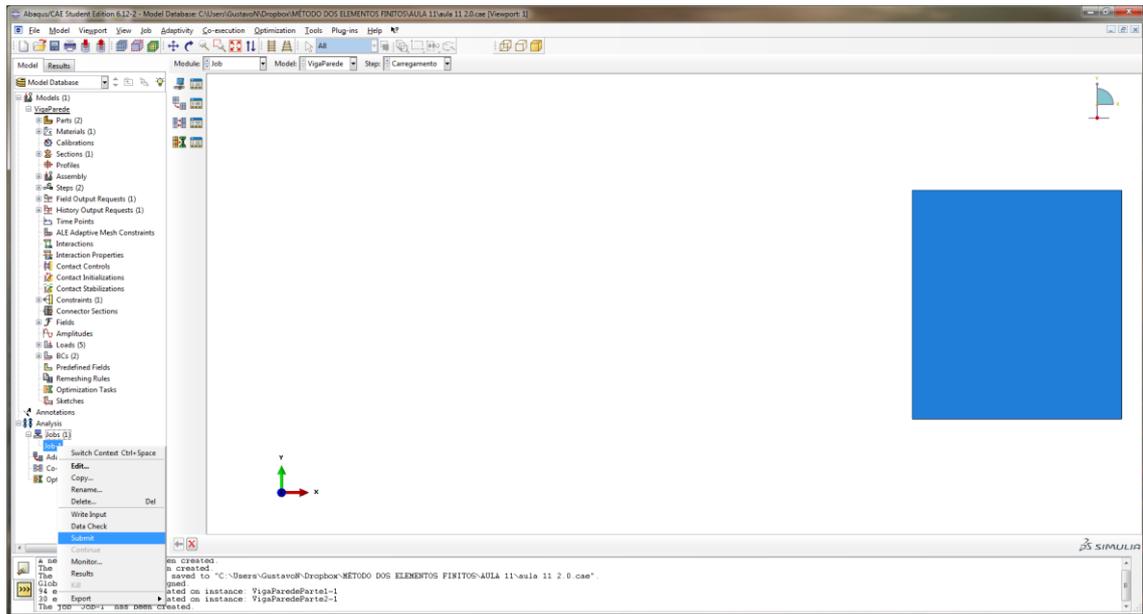
- ✓ Na janela Edit Constraint apenas **clique** em OK. Na barra de ferramentas **clique** em Replace All.



2.3. PROCESSAMENTO

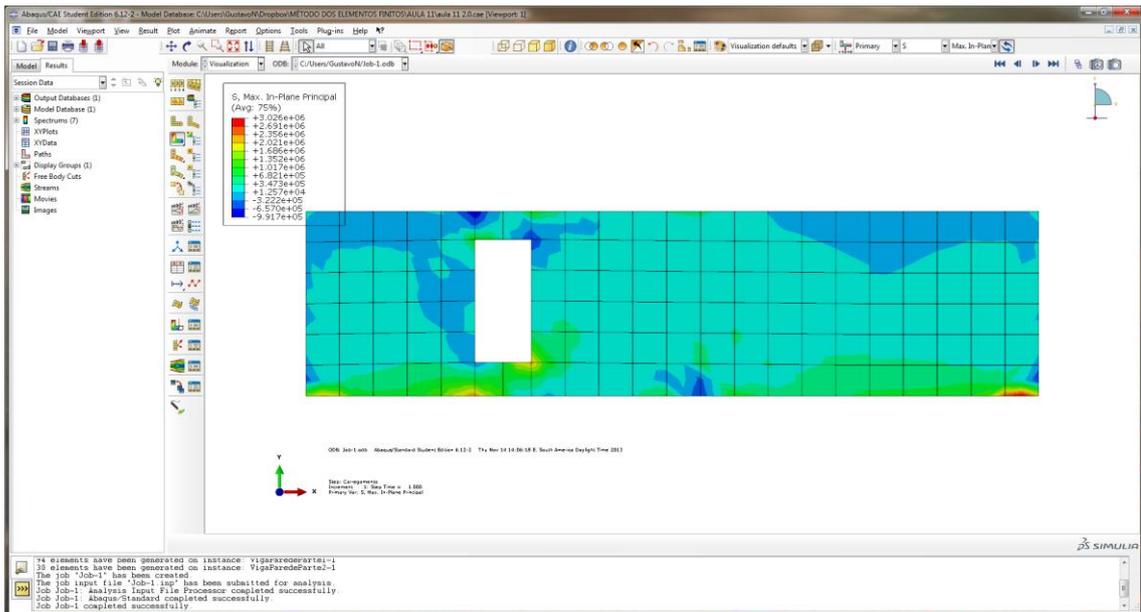
- ✓ No menu model à esquerda, **dê** duplo clique em Jobs. Na janela Create Job, apenas **clique** em Continue... Na janela Edit Job, **clique** em OK
- ✓ **Abra** Jobs e **clique** com o botão direito em Job-1. **Clique** em Submit. Se aparecer uma janela dizendo "Job files already exist for Job-1. 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.

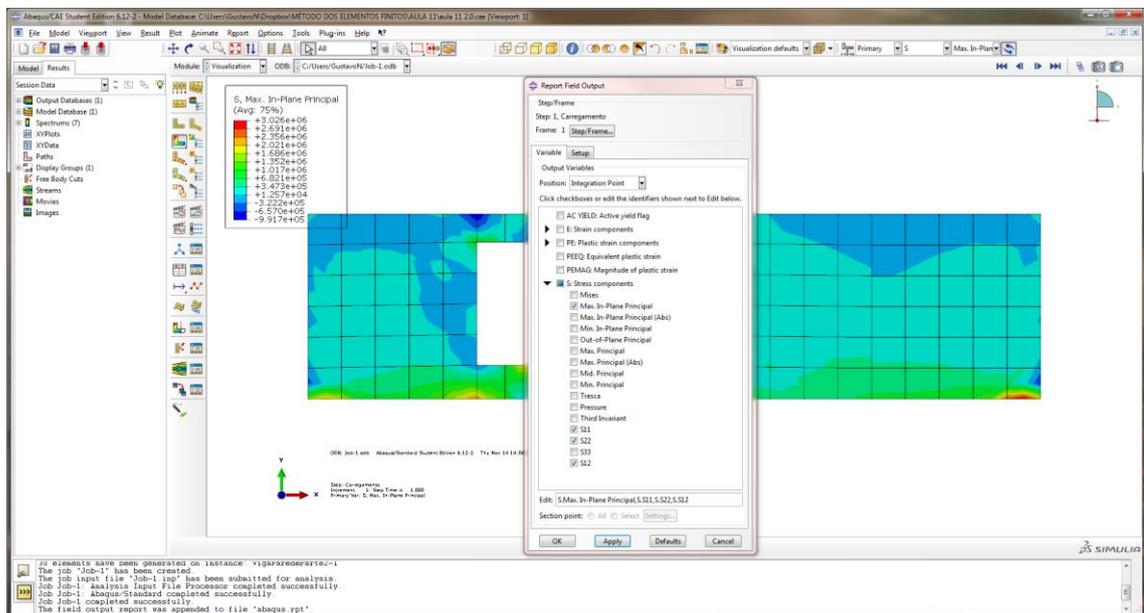


2.4. PÓS-PROCESSAMENTO

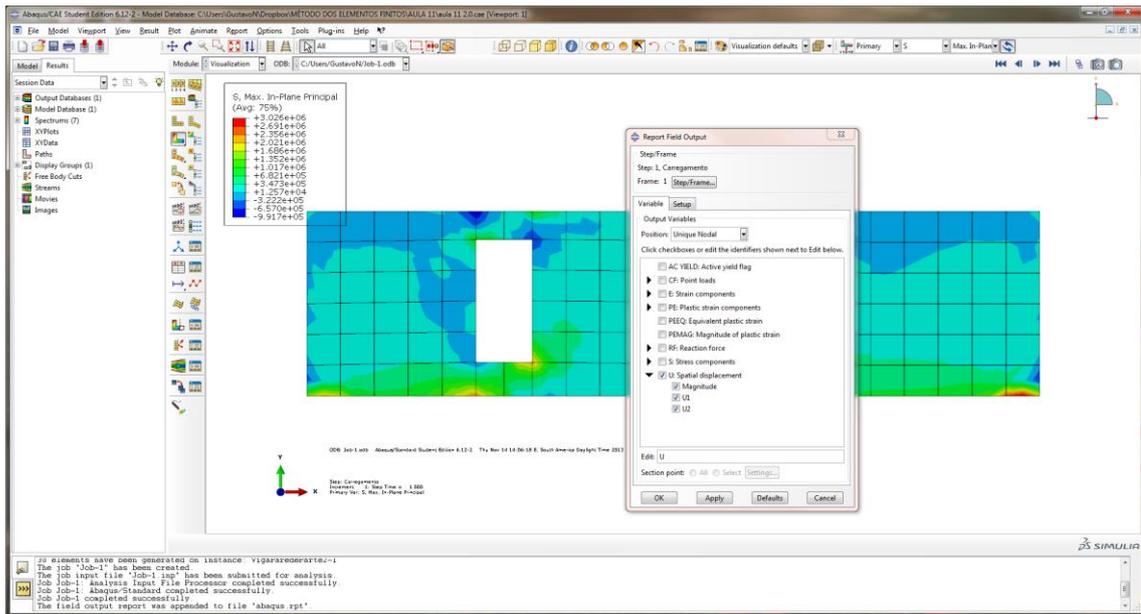
- ✓ No menu **model** à esquerda, **clique** com o botão direito em **Job-1(Completed)>Results**. A tela de análise de dados se abrirá. Na caixa de ferramentas, **clique** em **Plot Contours on Undeformed Shape**.
- ✓ Na barra de ferramentas no canto superior à direita, **selecione S>Max In-Plane**. 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.



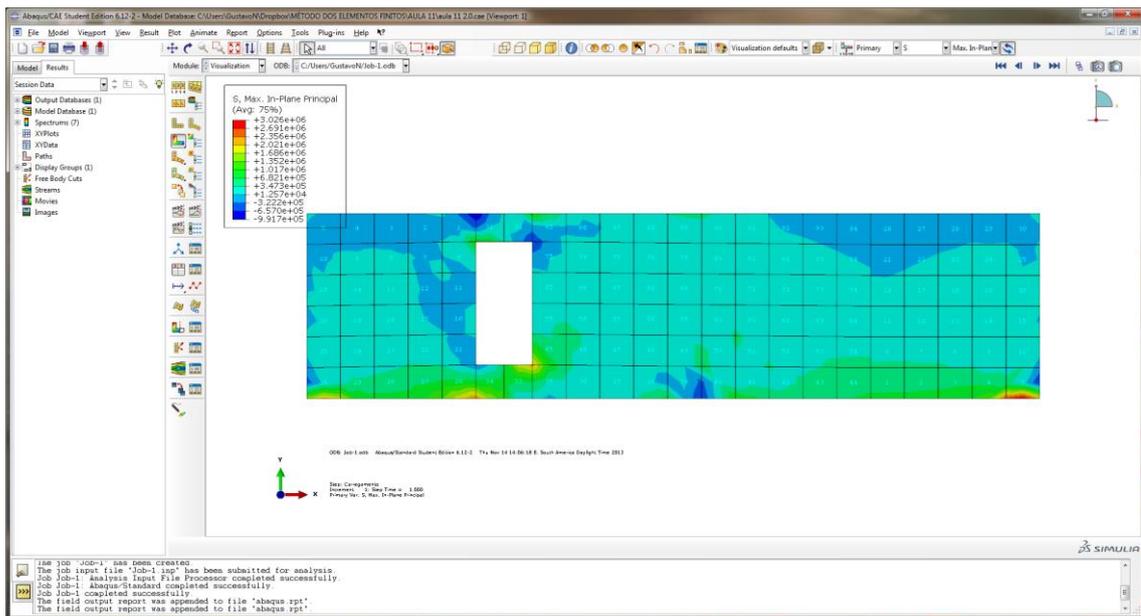
- ✓ Na barra de menu principal, **clique** em **Report>Field Output**. Na janela **Report Field Output**, **clique** em **S: Stress Components > Max. In-Plane Principal, S11, S22 e S12** e **clique** em **Apply**. A mensagem aparecerá: “The field output report was appended to file “abaqus.rpt.”. O arquivo **abaqus.rpt** pode ser encontrado em **C:\Users\”Nome do Usuário”\abaqus.rpt**.



- ✓ Na mesma janela **desmarque S: Stress Components**, **altere Position** para **Unique Nodal** e **marque U: Spatial displacement**. **Clique** em **OK**.



- ✓ Na caixa de ferramentas, **clique** em **Common Options**. Na guia **Labels** **marque** **Show element labels**. **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).

2.5. RESULTADOS:

```

abaequprt - Notepad
File Edit Format View Help
Field Output Report, written Thu Nov 14 14:09:02 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 part: VIGAPAREDEPARTE1-1
-----
Element      Int      S-MAX, In-P      S.S11      S.S22      S.S12
(Label)      PT       @Loc 1         @Loc 1     @Loc 1     @Loc 1
-----
...
...
Minimum      AC Element      -846.182E+02    -2.54656E+06    -4.64808E+06    -2.97561E+06
Int Pt       11              11              39              40              1
Maximum      AC Element      2.2586E+06      1.8889E+06      1.06864E+06      2.90187E+06
Int Pt       32              32              45              39              3
Total        159.402E+06     -4.42812E+06    -145.899E+06     -27.0154E+06

Field output reported at integration points for part: VIGAPAREDEPARTE2-1
-----
Element      Int      S-MAX, In-P      S.S11      S.S22      S.S12
(Label)      PT       @Loc 1         @Loc 1     @Loc 1     @Loc 1
-----
...
...
Minimum      AC Element      -430.984E+03    -694.171E+03    -4.77222E+06    -832.207E+03
Int Pt       5              5              3              1              5
Maximum      AC Element      2.59343E+06     2.17637E+06     932.792E+03      1.33324E+06
Int Pt       1              1              1              5              5
Total        48.6779E+06     672.379E+03     -24.7286E+06     29.5384E+06

```

```

abaequprt - Notepad
File Edit Format View Help
Field Output Report, written Thu Nov 14 14:11:14 2013
Source 1
-----
ODB: C:/Users/Gustavon/Job-1.odb
Step: Carregamento
Frame: Increment 1: Step Time = 1.000
Loc 1 : Nodal values from source 1
Output sorted by column "Node Label".
Field output reported at nodes for part: VIGAPAREDEPARTE1-1
-----
Node         U-Magnitude      U.U1      U.U2
Label        @Loc 1          @Loc 1    @Loc 1
-----
...
...
Minimum      AC Node          0.         -160.795E-06    -358.076E-06
Int Pt       11              3          1
Maximum      AC Node          363.503E-06  122.689E-06    -114.619E-03
Int Pt       1              17         3
Total        71.1557E-03     9.43230E-03    -69.2343E-03

Field output reported at nodes for part: VIGAPAREDEPARTE2-1
-----
Node         U-Magnitude      U.U1      U.U2
Label        @Loc 1          @Loc 1    @Loc 1
-----
...
...
Minimum      AC Node          106.083E-06  7.20392E-06    -262.204E-06
Int Pt       37              41         43
Maximum      AC Node          264.657E-06  179.038E-06    -157.889E-03
Int Pt       2              6          6
Total        26.3475E-03     3.88349E-03    -25.7769E-03

```