

# VIGA - ANÁLISE MODAL, HARMÔNICA E TRANSIENTE USANDO O ABAQUS 6.12 STUDENT EDITION

## 1. INTRODUÇÃO

Este tutorial serve como um breve guia para a utilização do software Abaqus/CAE 6.12 de elementos finitos.

Nos próximos itens serão apresentados um problema e os passos necessários à sua implementação e solução com auxílio do software.

Serão apresentadas na seqüência as análises: modal, harmônica e transiente para um problema envolvendo vigas.

### 1.1. PROBLEMA PROPOSTO:

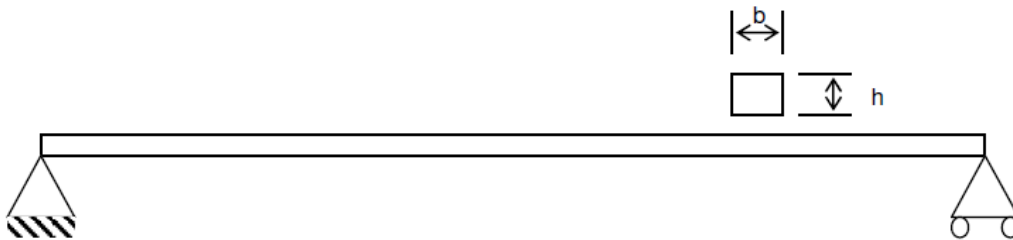


Figura 1. Viga bi-apoiada

São pedidas, as análises modal, harmônica e transiente para esta estrutura. Para as duas últimas análises uma força,  $F(t)$  será aplicada no ponto central da viga.

### 1.2. PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS

Comprimento = 1 m

$h = b = 0.05$  m

$I = 5.21E-7$  m<sup>4</sup>

Área da seção transversal =  $2.5E-3$  m<sup>2</sup>

### 1.3. PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

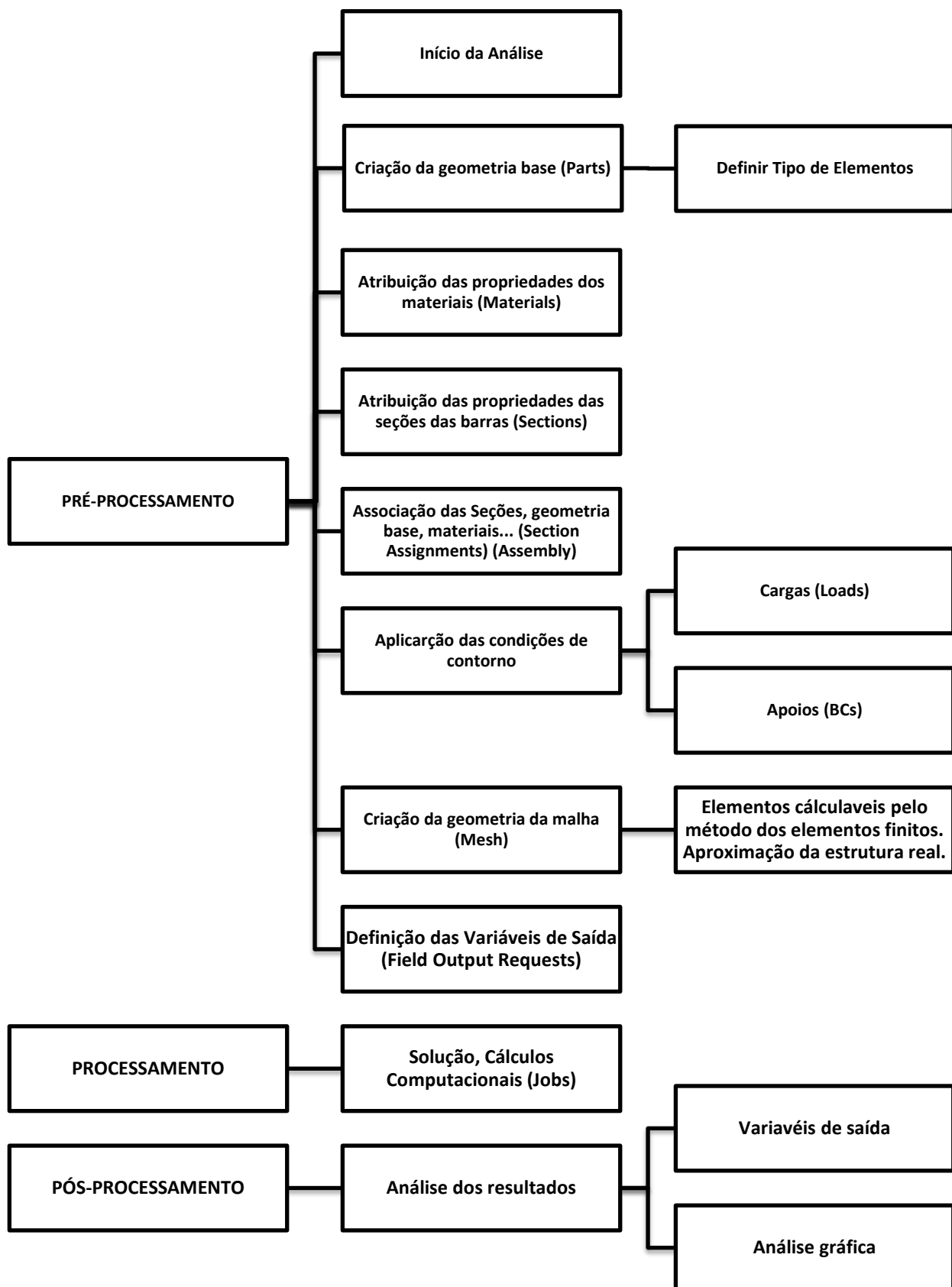
Módulo de elasticidade do material: 21000 [N/m<sup>2</sup>] (aço estrutural).

Coeficiente de Poisson: 0.3

Densidade volumétrica: 7800 Kg/m<sup>3</sup> (aço estrutural).

## **2. RESOLUÇÃO**

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

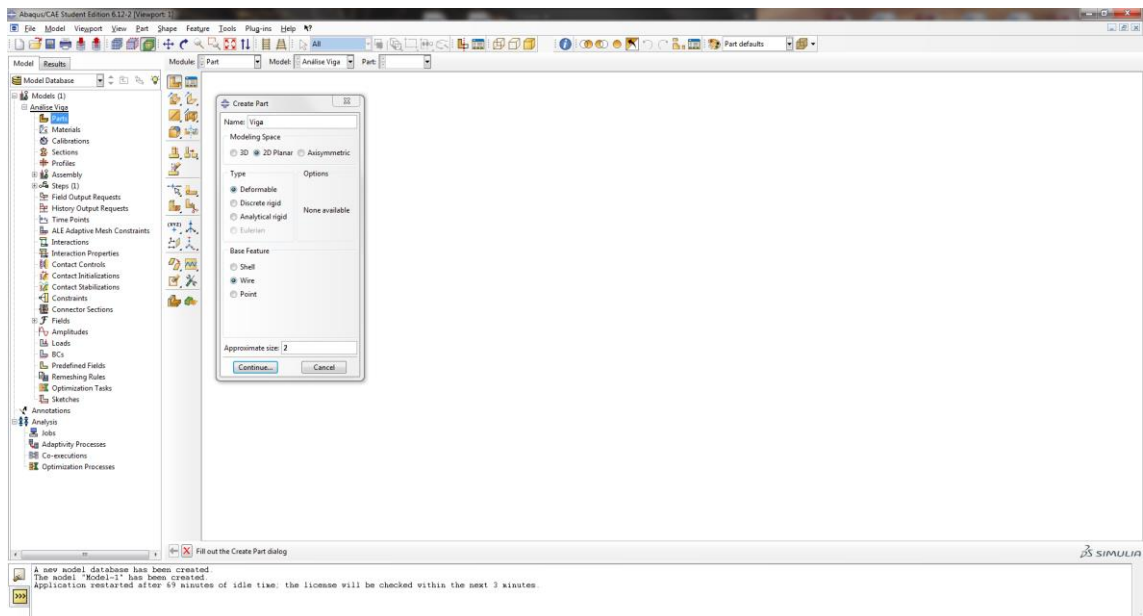


## 2.1. INÍCIO DA ANÁLISE

- ✓ 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**.

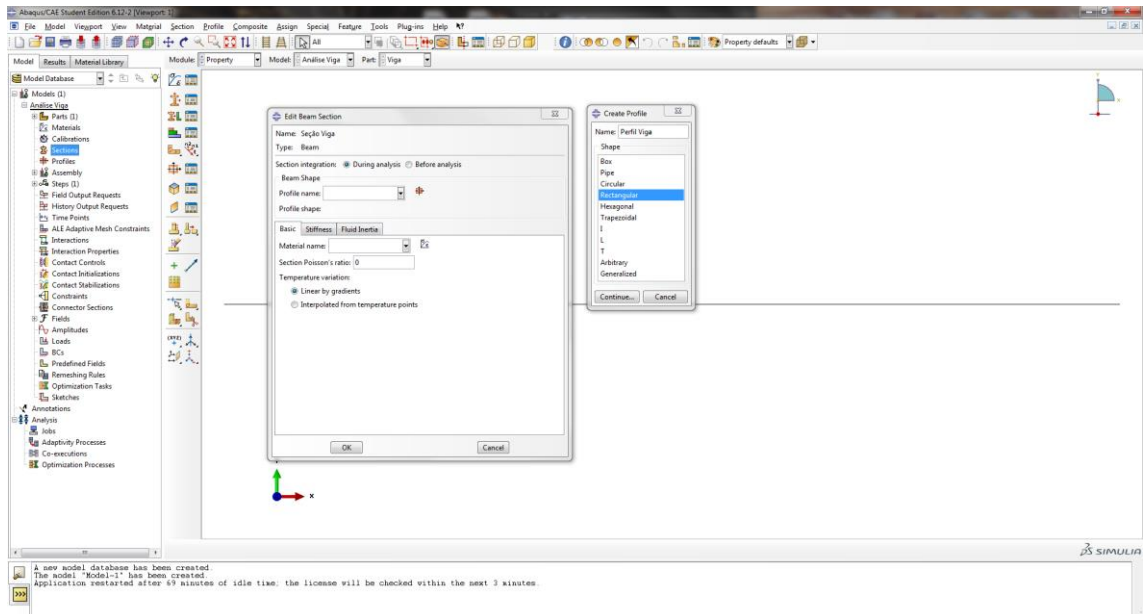
## 2.2. PRÉ-PROCESSAMENTO

- ✓ No menu **Model** à esquerda, **clique** com o botão direito em **Model-1** e **selecione** **Rename**. **Digite** **Análise Viga**.
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Parts**, no campo **Name** **digite** **Viga**, e **selecione** as opções: **2D Planar**, **Deformable**, **Wire**. Em **approximate size** **digite** **2**. **Clique** em **Continue...**

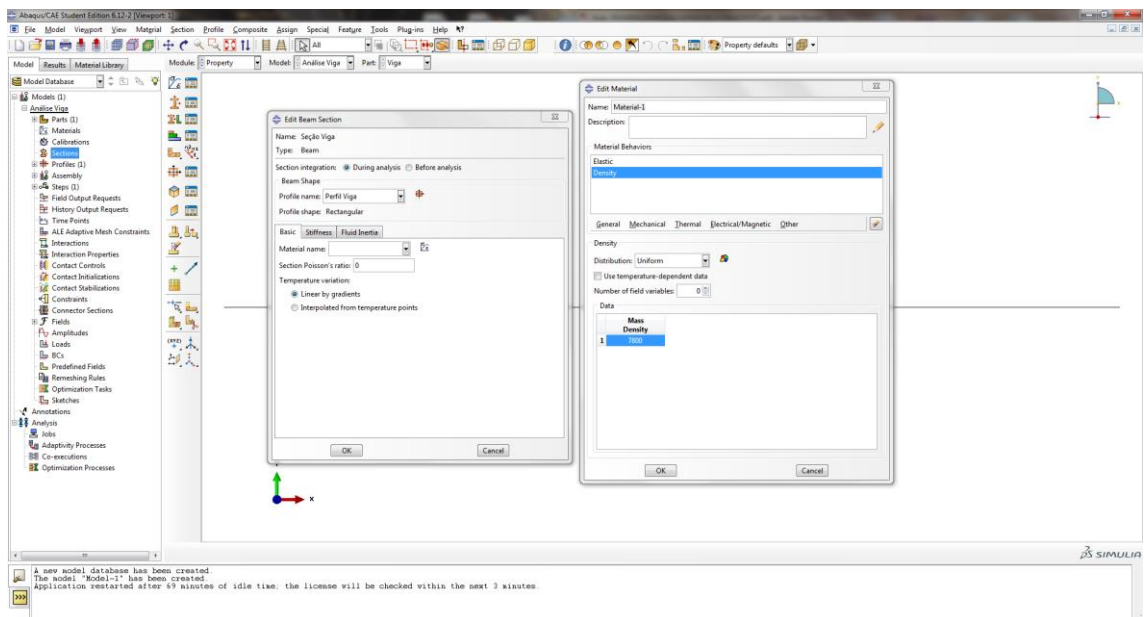


- ✓ **Clique** em **Create Lines: Connected** na caixa de ferramentas e **insira** as seguintes coordenadas:  $0,0 - 0,5,0 - 1,0$ . Em seguida, **desative** a função **Create Lines: Connected** e **clique** em **Done**.
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Sections**. No campo **Name** **digite** **SeçãoViga**, em **Category** **selecione** **Beam**, e em **Type** **selecione** **Beam**. **Clique** em **Continue...** Na janela **Edit Beam Section**,

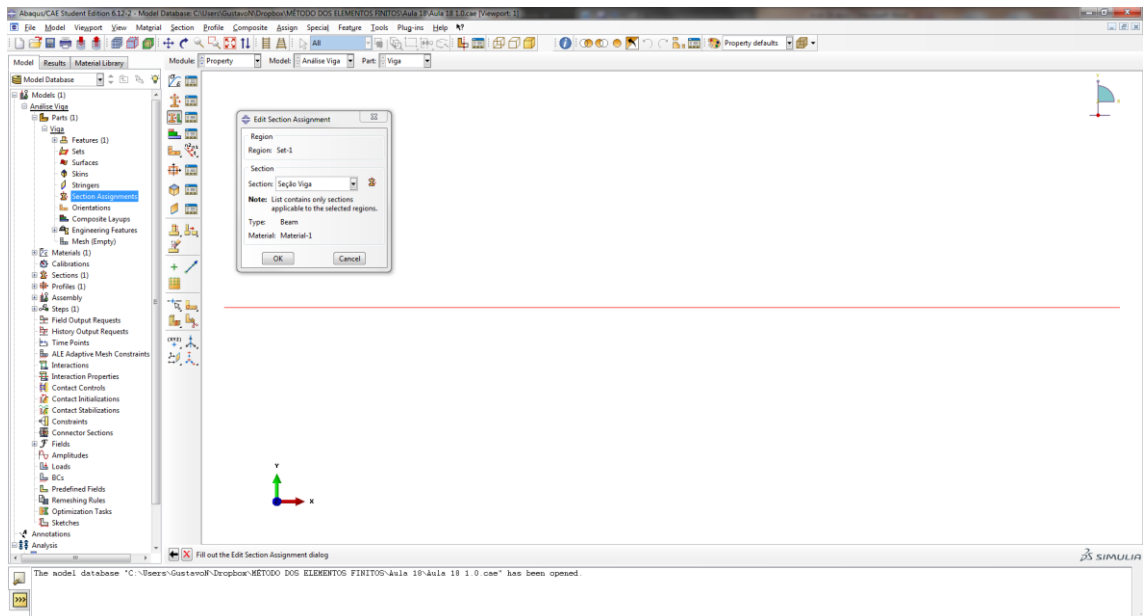
ao lado de Profile name, **clique** em **Create Beam Profile**. **Selecione** o perfil **Rectangular**, **nomeie-o PerfilViga** e **clique** em **Continue...**



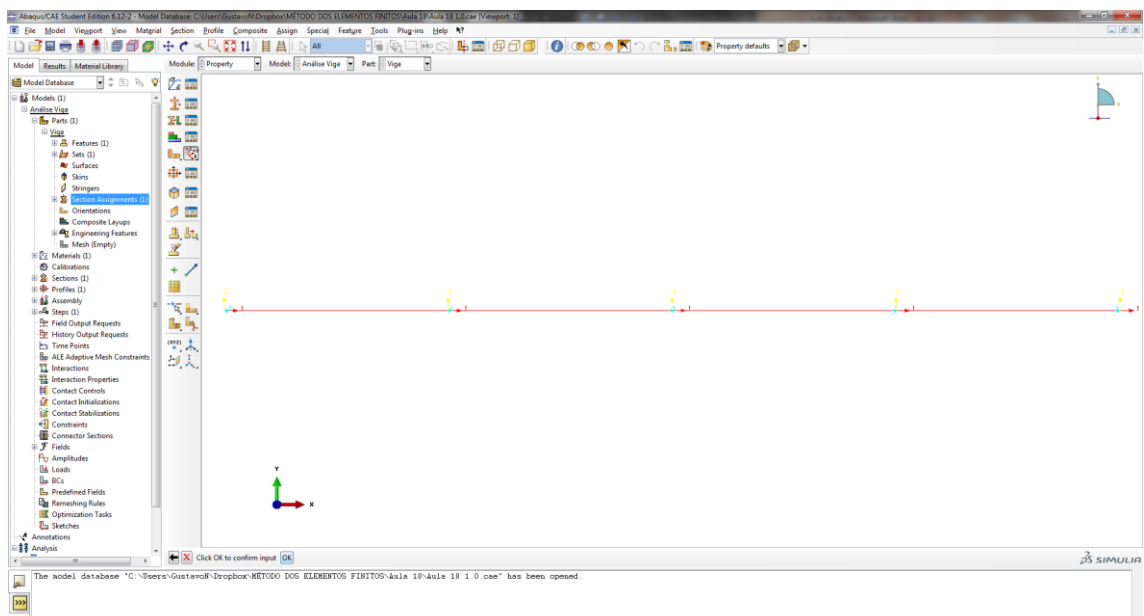
✓ Na janela **Edit Profile**, **insira** o valor 0.05 para a e b e **clique** em **OK**.  
Na janela **Edit Beam Section**, ao lado de **Material name**: **clique** em **Create Material**. **Selecione** **Mechanical>Elasticity>Elastic**, **digite** 21000 em **Young's Modulus** e 0.3 em **Poisson's Ratio**, **selecione** então **General>Density** e **digite** 7800 em **Mass Density**. **Clique** em **OK** e **OK** novamente.



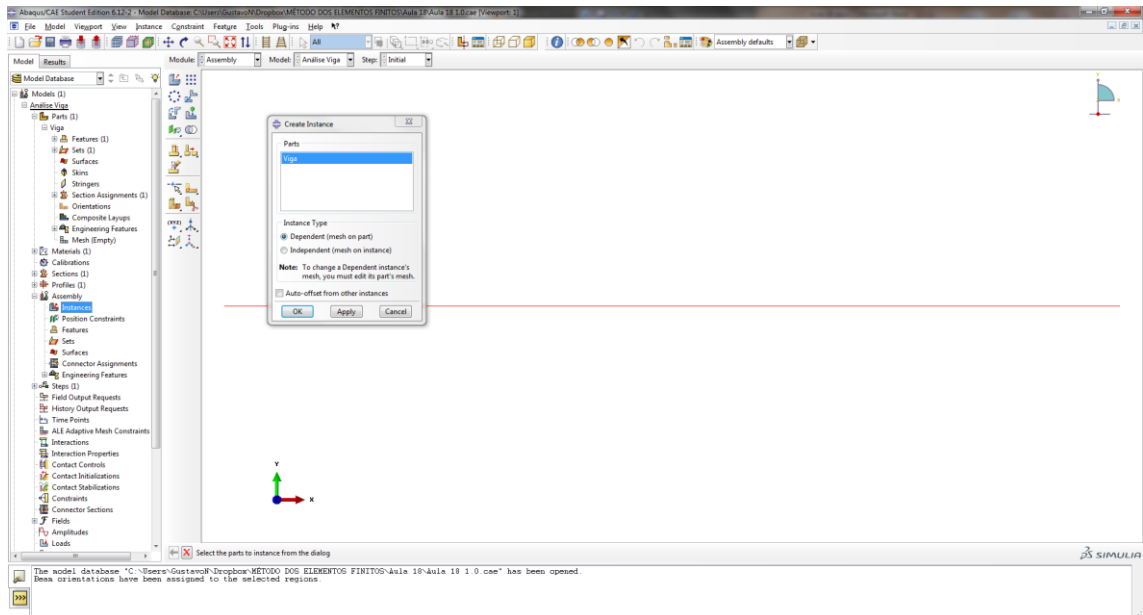
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **abra** Parts (1)> **Viga** e **dê** duplo clique em **Section Assignments**. **Selecione** toda a viga e **clique** em **Done**. **Selecione** **Seção Viga** e **clique** em **OK**.



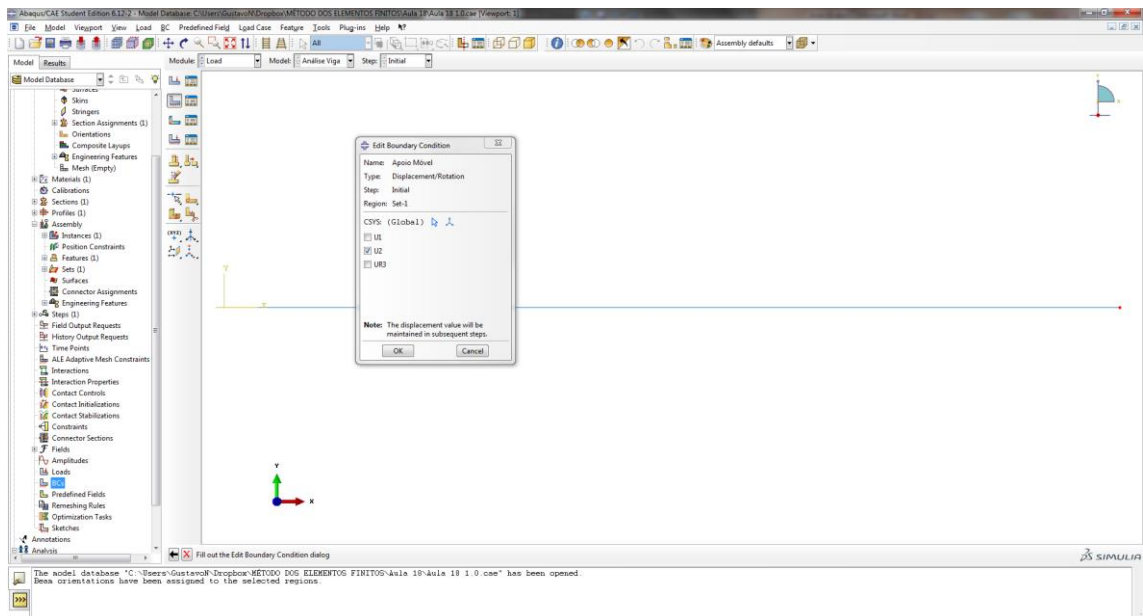
- ✓ Na caixa de ferramentas, **selecione** Assign Beam Orientation. **Clique** em **Sets...**, **selecione** Set-1 e **clique** em **Continue...** **Tecl**e Enter e **clique** em **OK**. **Clique** em **Dismiss**.



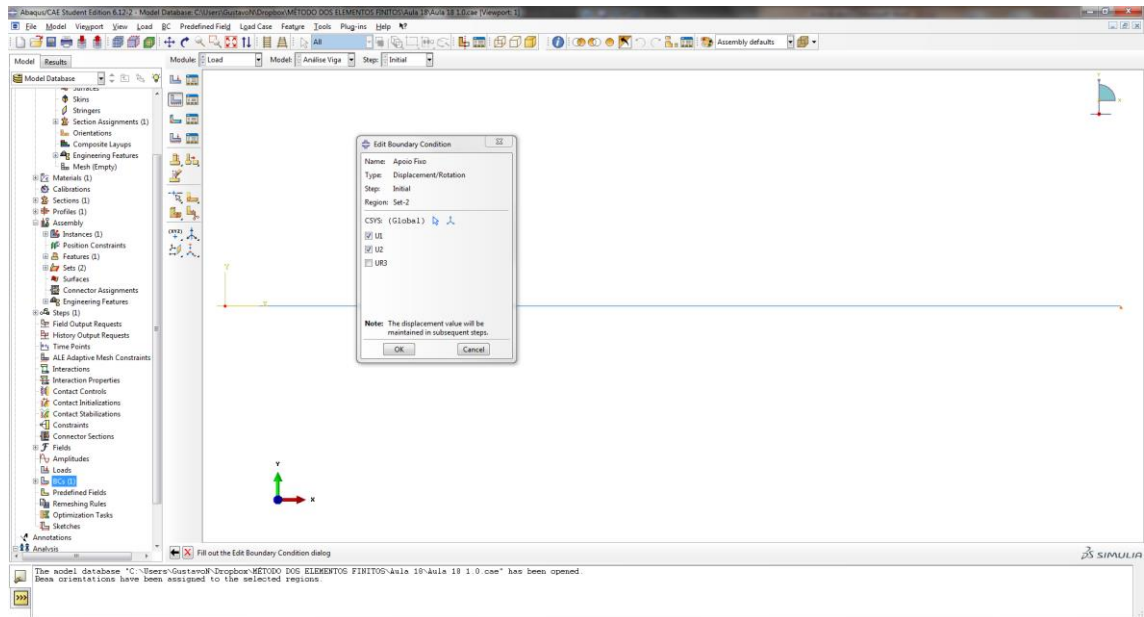
- ✓ No menu **Model** à esquerda, **abra** Assembly, **dê** duplo clique em **Instances** e **clique** em **OK** na janela **Create Instance**.



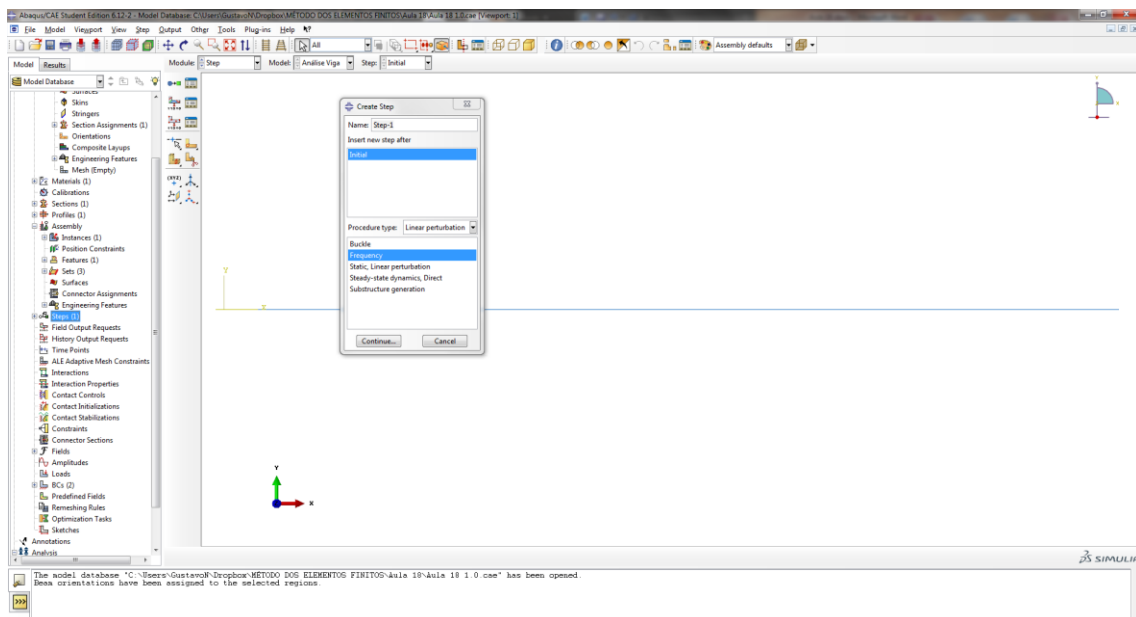
- ✓ No menu **model** à esquerda, **clique** duplo em **BCs**. Na janela **Create Boundary Condition**, **altere** o campo **Name** para *Apoio Móvel* e **Types for Selected Step** para **Displacement/Rotation**. **Clique** em **Continue...** **Selecione** a ponta da direita da viga e **clique** em **Done**.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



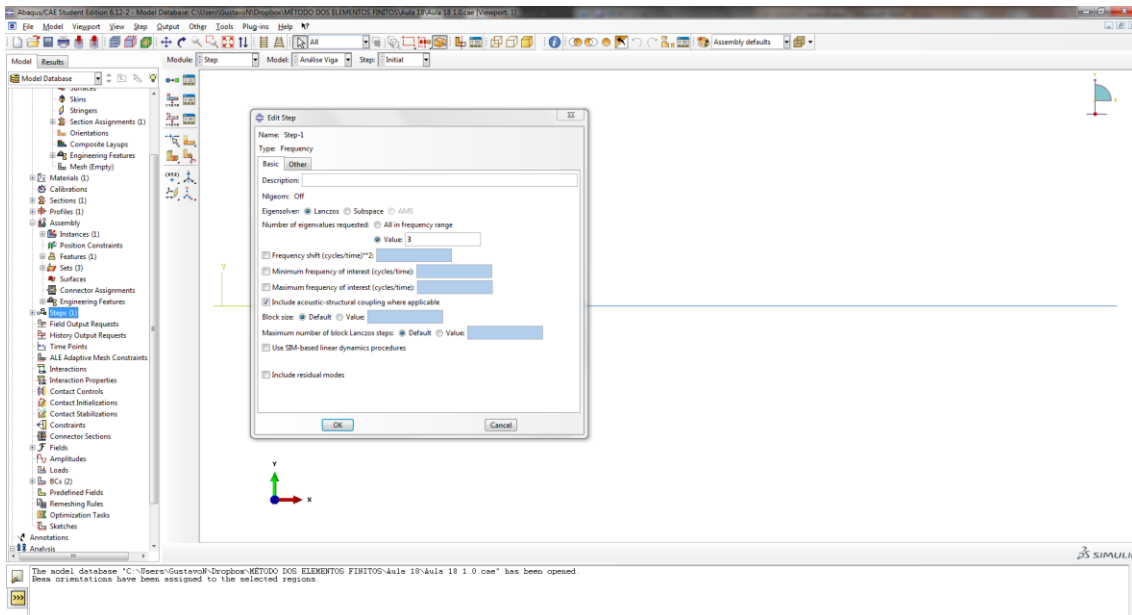
- ✓ **Repita** o procedimento para criar o *Apoio Fixo*, selecionando a ponta da esquerda da viga, e marcando **U1** e **U2** em **Edit Boundary Condition**.



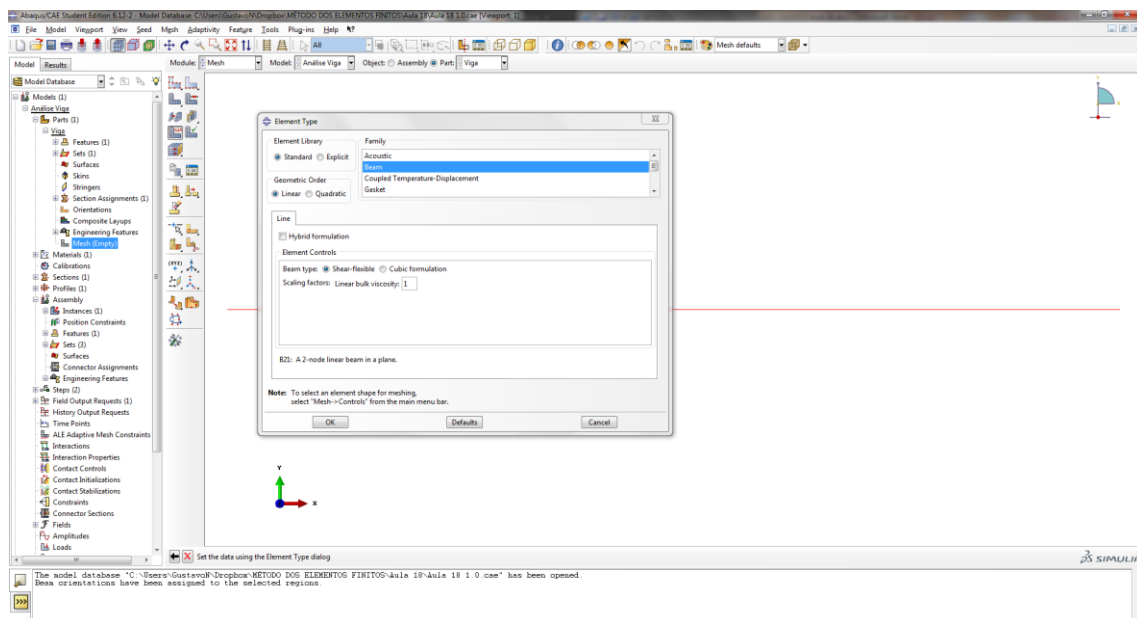
- ✓ No menu **model** à esquerda, dê duplo clique em **Steps**. **Altere** Procedure type: para **Linear perturbation**>**Frequency**, **clique** em **Continue...** Em seguida, na janela **Edit Step**, **altere** Number of Lanczos requested: para **Value:** e **digite** 3. **Clique** em **OK**.



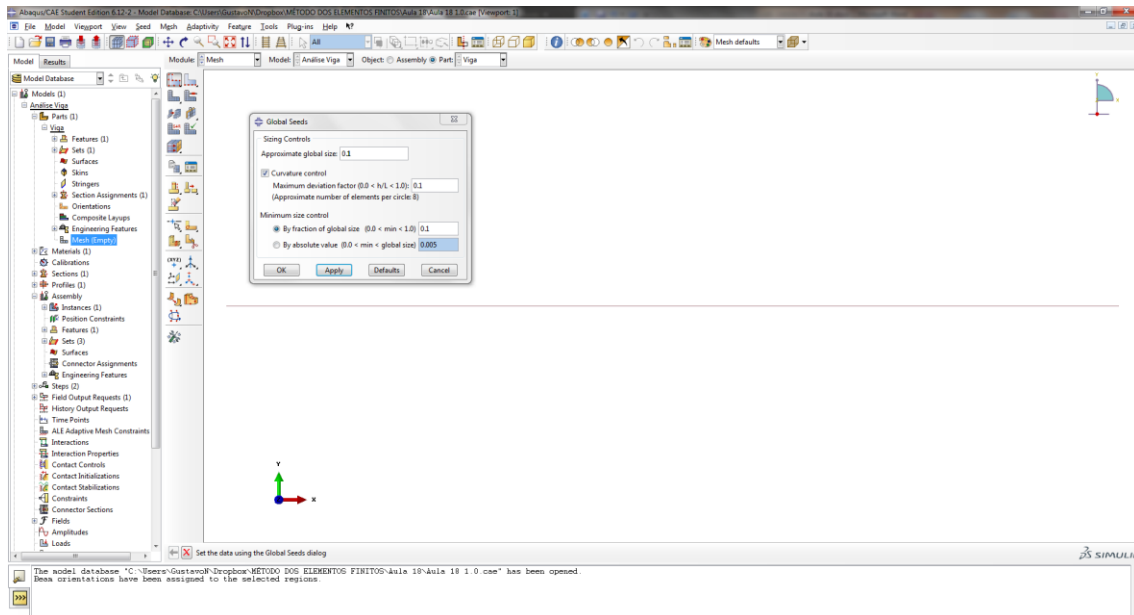




- ✓ No menu **model** à esquerda, **abra** Parts (1)>Viga e **dê** duplo-clique em **Mesh (Empty)**. Na barra de contexto, em **Object**, **selecione** Part. Na barra do menu principal, **clique** em **Mesh>Element Type** e **selecione** toda a viga. **Clique** em **Done**, abrirá a janela **Element Type**. Em **Family**, **selecione** **Beam** e **clique** em **OK**.



- ✓ Na barra do menu principal, **clique** em **Seed>Part**, em **Approximate Global Size** **digite** 0.1 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**.

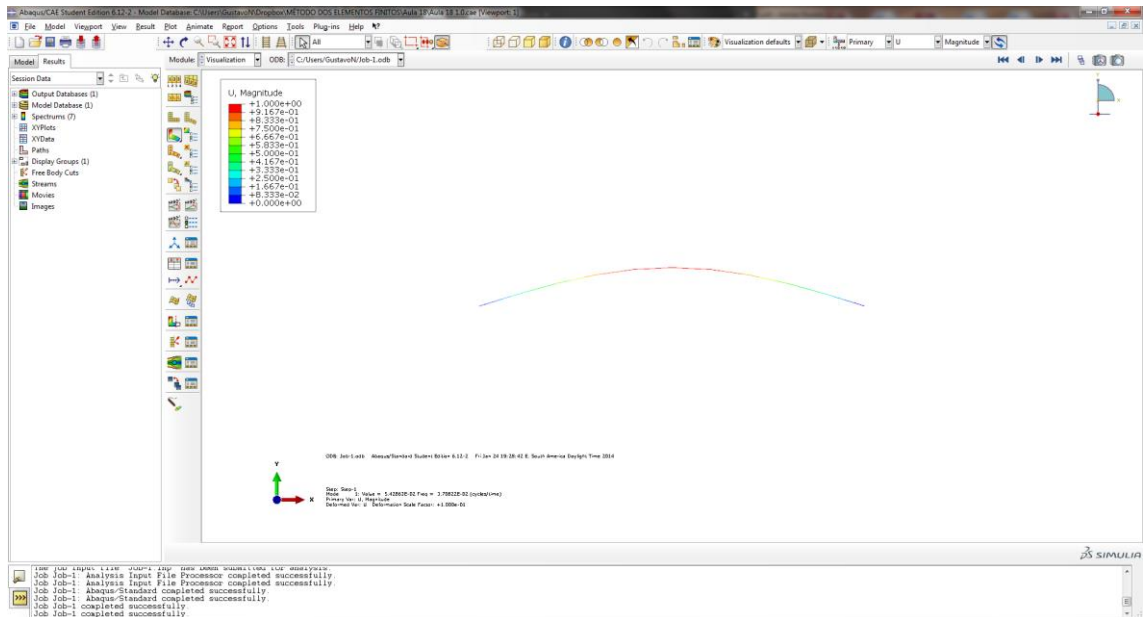
### 2.3. PROCESSAMENTO

- ✓ 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 (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.

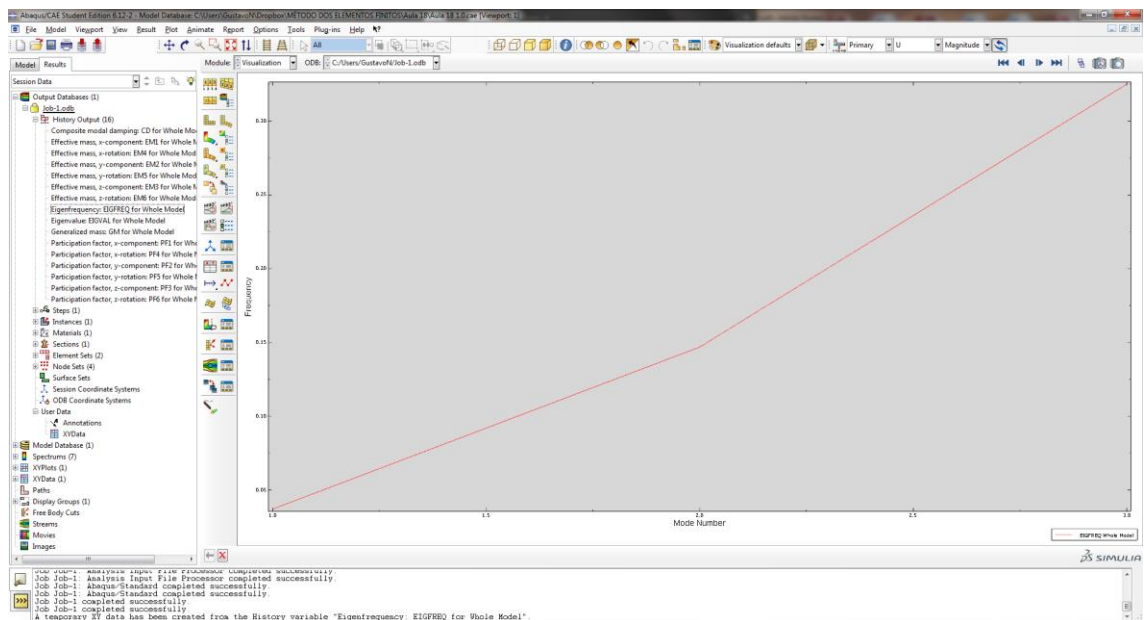
### 2.4. PÓS-PROCESSAMENTO

- ✓ 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 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.

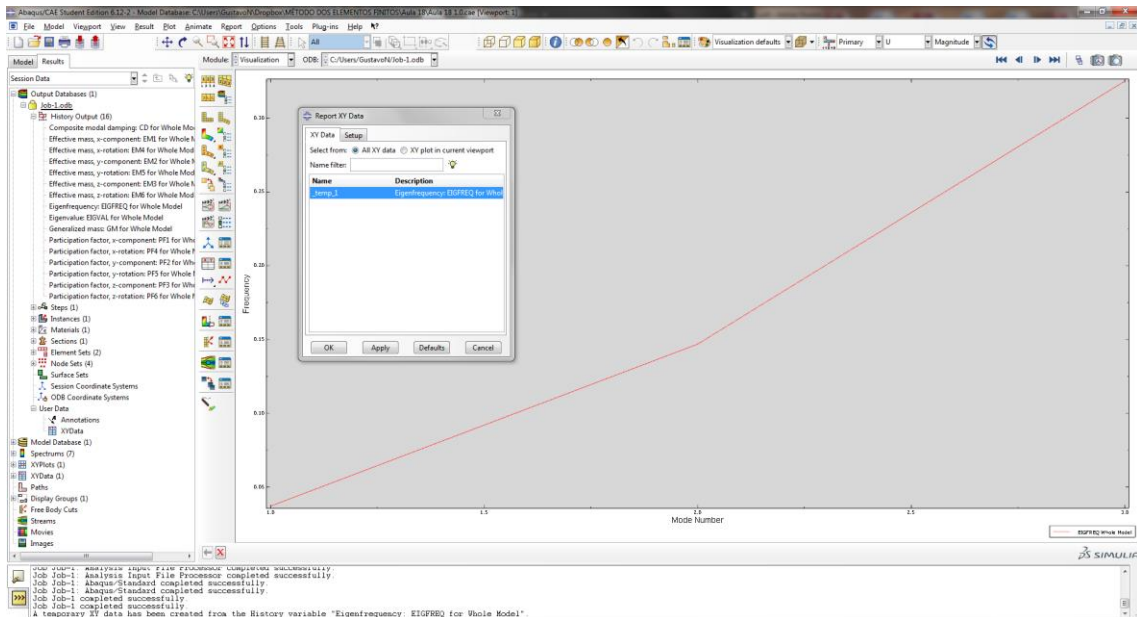


- ✓ No menu **Results** à esquerda, **abra Output Databases (1)>Job-1.odb>History Output (16)** e **dê duplo clique em Eigenfrequency: EIGFREQ for Whole Model.**



- ✓ Na barra de menu principal, **clique em Report>XY...** Na janela **Report XY Data**, **clique** na única opção da lista e **clique** em **OK**. A mensagem aparecerá: "The XY report was appended to file "abaqus.rpt"." O arquivo

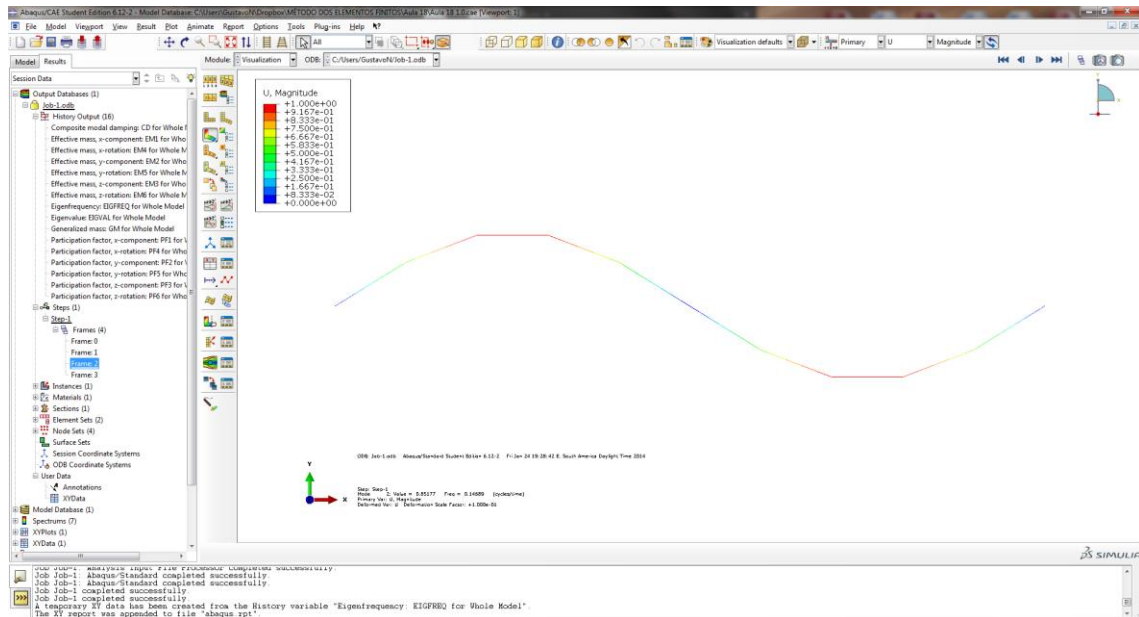
abaqus.rpt pode ser encontrado em C:\Users\”Nome do Usuário”\abaqus.rpt.



```
abaqus.rpt - Notepad
File Edit Format View Help

      X          _temp_1
1.          37.0822E-03
2.          146.887E-03
3.          325.014E-03
```

✓ No menu Results à esquerda, abra Job-1.odb>Steps (1)>Step-1>Frames (4) e dê duplo clique nas opções Frame: 0 a 3. (Frame:2 na imagem).



- ✓ 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**).

## ANÁLISE HARMÔNICA

Os passos seguintes mostram como realizar uma análise harmônica na estrutura proposta. Para tanto, será considerada uma força aplicada no centro da viga em questão, como mostra a figura abaixo:

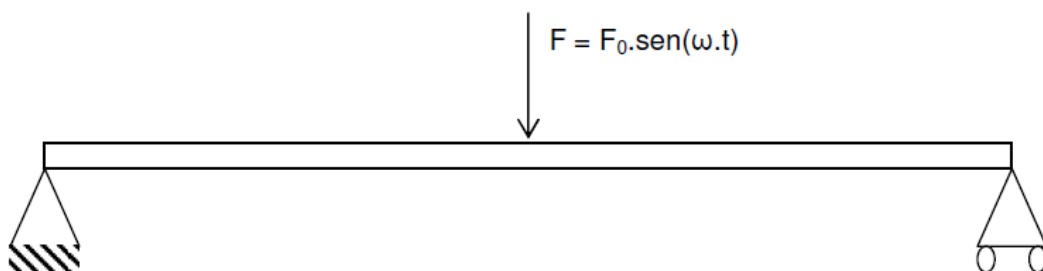
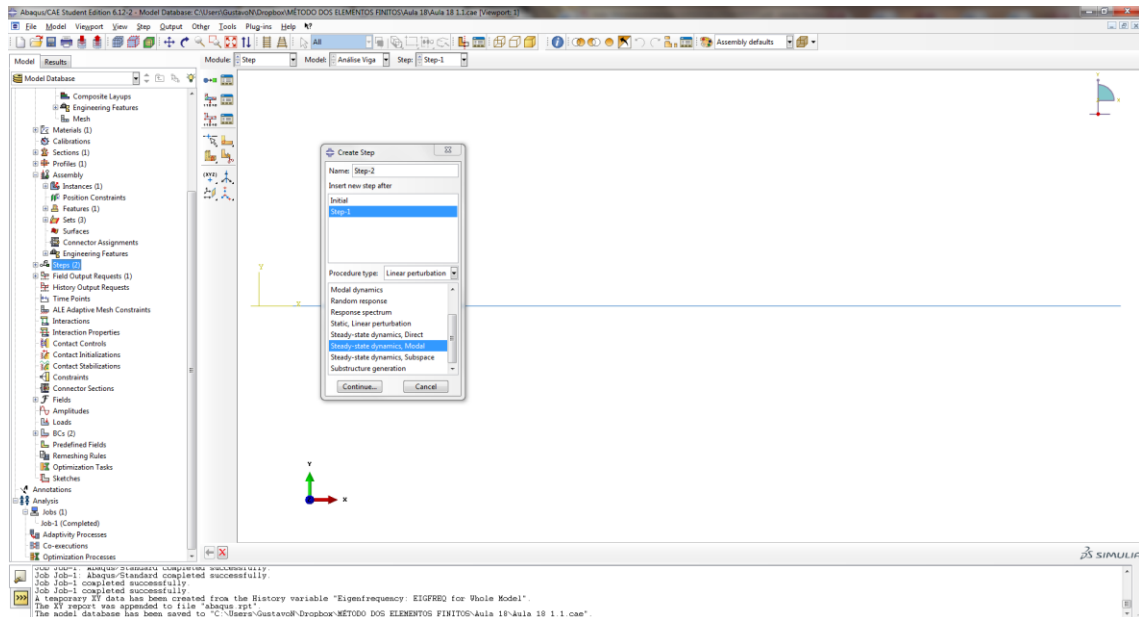


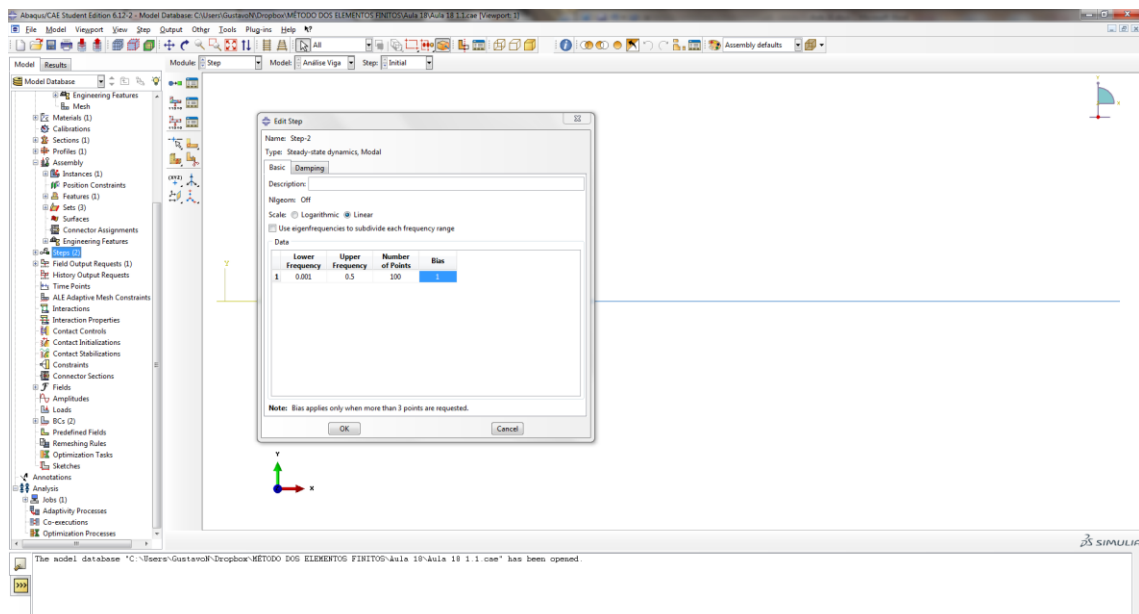
Figura 2. Aplicação de carga na viga

### 2.5. PRÉ-PROCESSAMENTO (2)

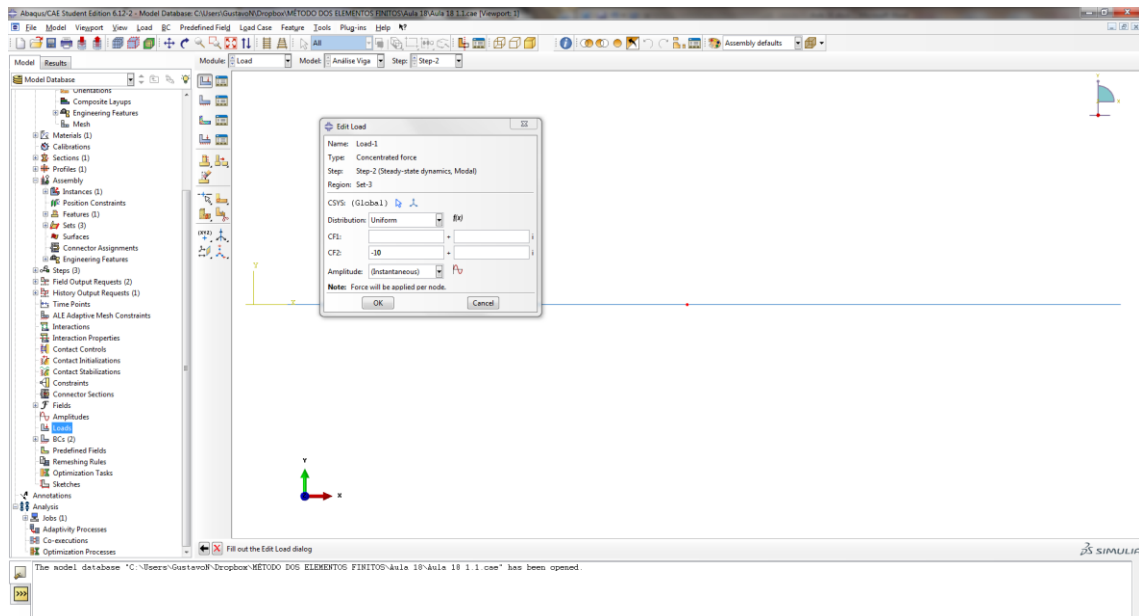
- ✓ Na caixa de contexto **altere** module: para **Step**. No menu model a esquerda, **dê** duplo clique em **Steps (2)**. Na janela **Create Step**, **selecione** **Steady-state dynamics, Modal** e **clique** em **Continue...**



- ✓ O passo seguinte consiste em definir os valores no domínio da frequência que se deseja avaliar. Da análise harmônica pode ser visto que as frequências naturais para a estrutura são da ordem de 0,33Hz, pode ser considerado então, um domínio de 0 a 0,5Hz, por exemplo
- ✓ Na Janela Edit Step, **altere** Scale: para Linear, **desmarque** a opção Use eigenfrequencies to subdivide each frequency range, **digite** 0.001 em Lower Frequency, 0.5 em Upper Frequency, 100 em Number of Points, e 1 em Bias. **Clique** em OK.



- ✓ No menu **model** à esquerda, **dê** duplo clique em **Loads**. Na janela **Create Load**, **clique** em **Continue...** **Selecione** o ponto médio da Viga e **clique** em **Done**. Na janela **Edit Load**, **digite** -10 em **CF2**: e **clique** em **OK**.



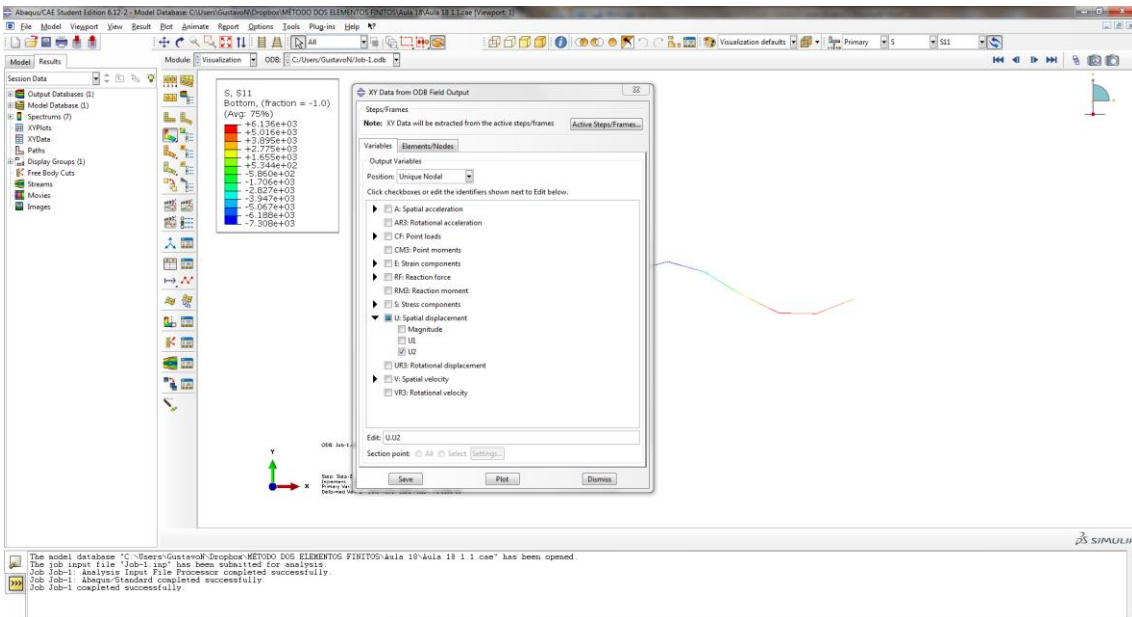
## 2.6. PROCESSAMENTO (2)

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

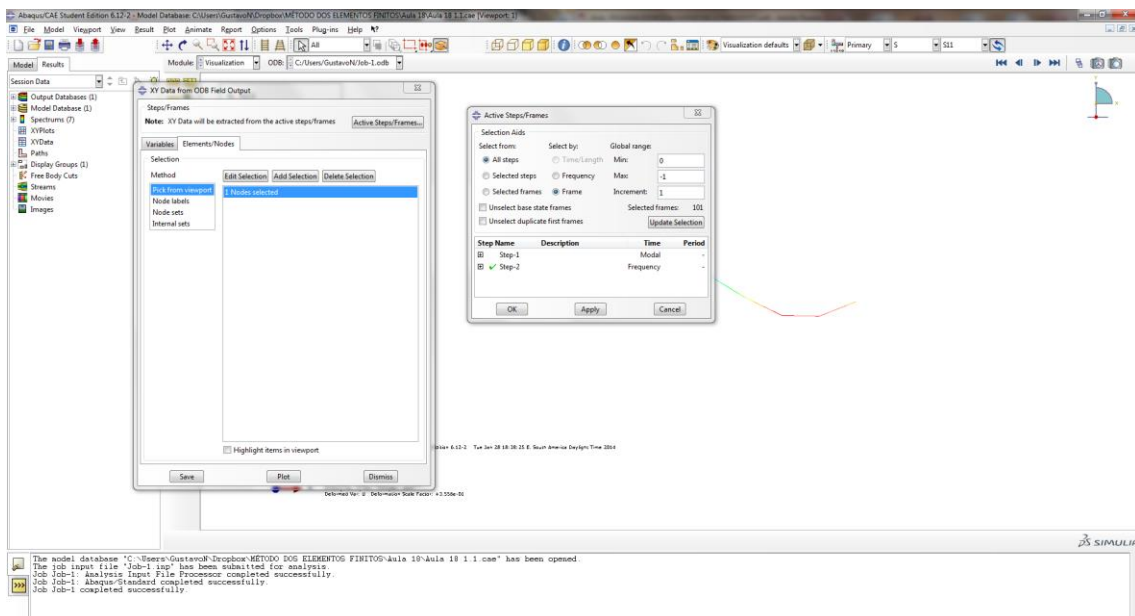
## 2.7. PÓS-PROCESSAMENTO (2)

- ✓ 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 menu principal, **clique** em **Tools>XY Data>Create...** **Selecione** então **ODB field output** e **clique** em **Continue...** **Altere** **Output Variables>Position:** para **Unique Nodal** e **marque** **U: Spartial displacement>U2**.

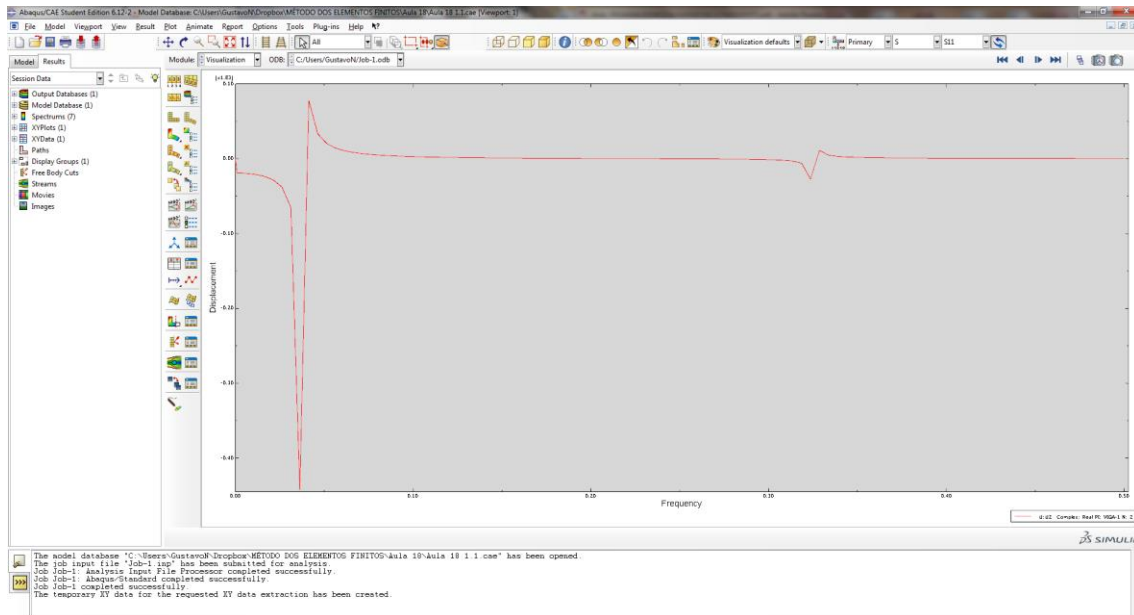




- ✓ **Altere** para a aba Elements/Nodes, **clique** em Edit Selection, **selecione** o ponto médio da Viga e **clique** em Done. Na mesma janela, **clique** em Active Steps/Frames... **Desmarque** Step-1 e **clique** em OK. Logo **clique** em Plot e em Dismiss.







- ✓ 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**).

## ANÁLISE TRANSIENTE

Os passos seguintes mostram como realizar uma análise transiente para a estrutura de viga proposta. Será aplicada uma força em função do tempo no ponto central da viga.

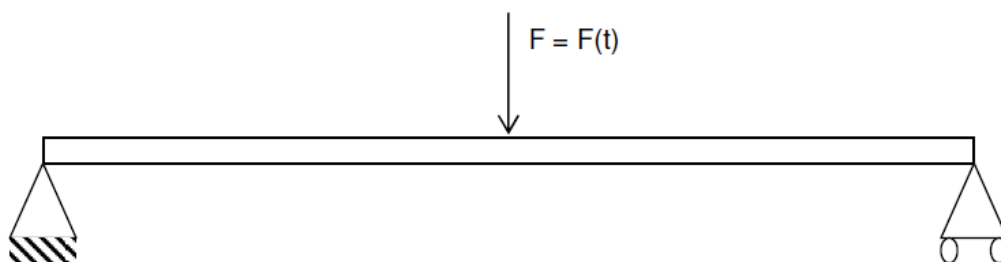


Figura 3 – Estrutura de análise transiente.

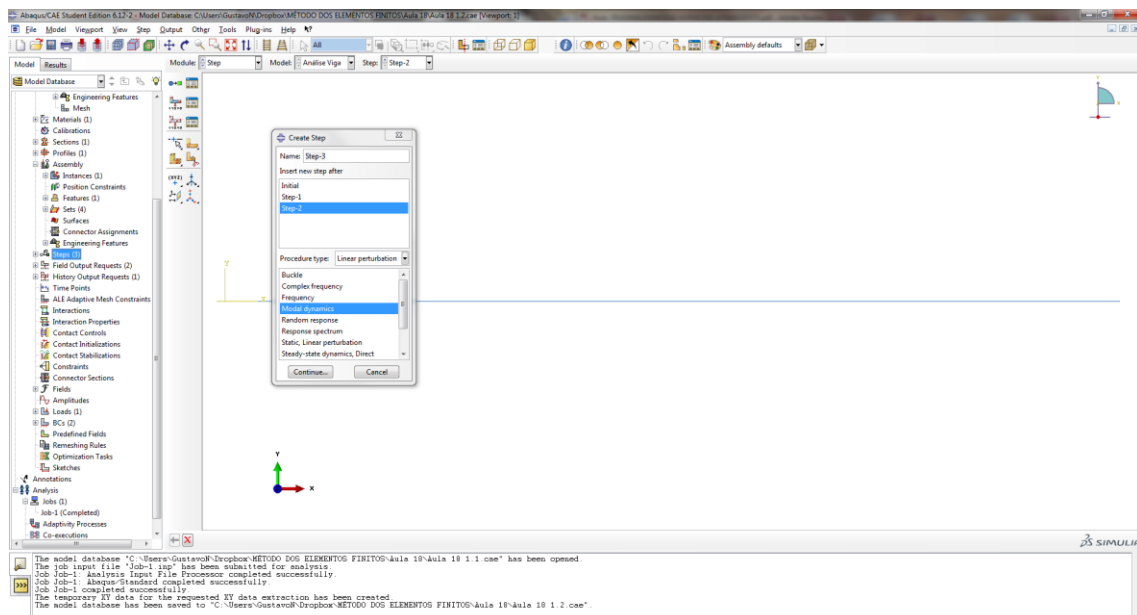
O gráfico da função  $F(t)$  é mostrado a seguir:



Figura 4 – Função  $F(t)$ .

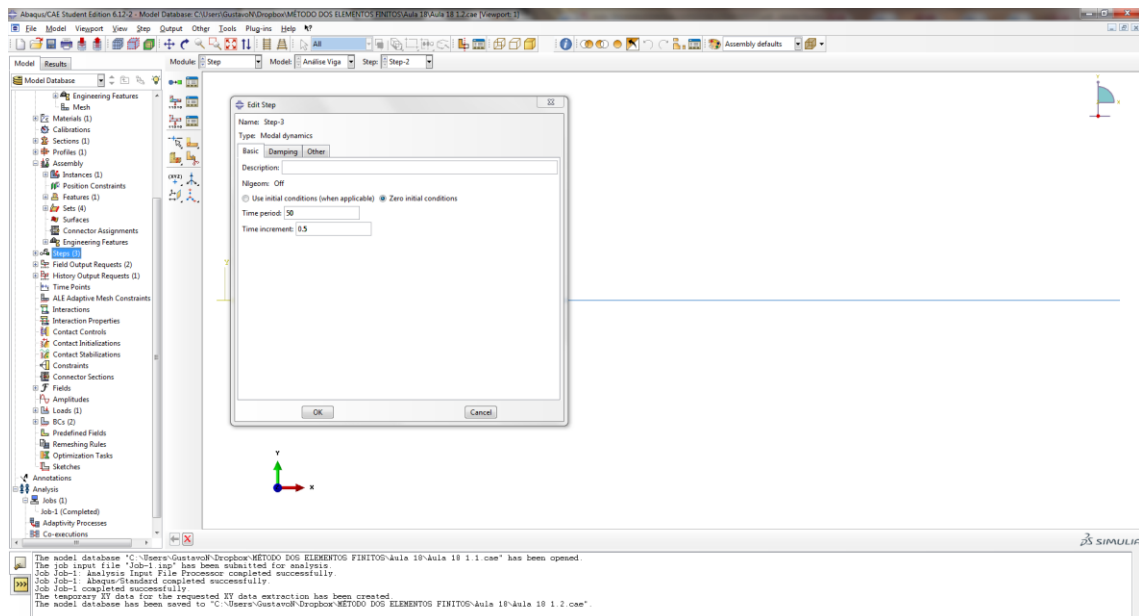
## 2.8. PRÉ-PROCESSAMENTO (3)

- ✓ Na caixa de contexto **altere** module: para **Step**. No menu model a esquerda, **dê** duplo clique em **Steps (3)**. Na janela **Create Step**, **selecione** **Modal dynamics** e **clique** em **Continue...**

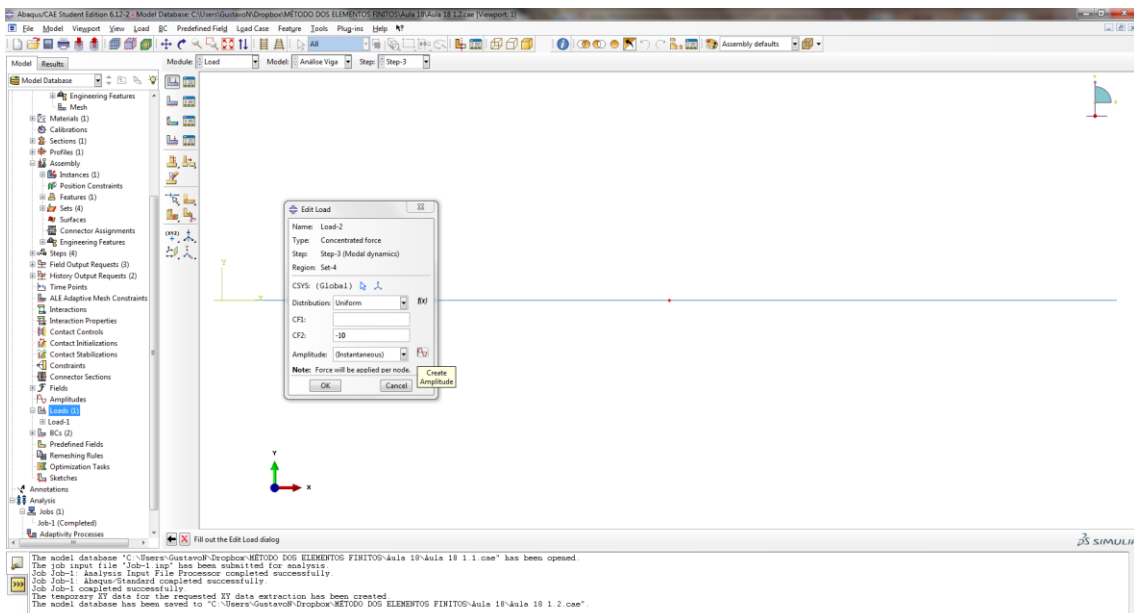


- ✓ A análise considerará um período de 50s, suficiente para a observação de um período de oscilação da estrutura. Será aplicado um impulso com largura de 1s e magnitude de 10N, o qual será definido como uma função, que deverá ser aplicada como carregamento no ponto desejado da estrutura.

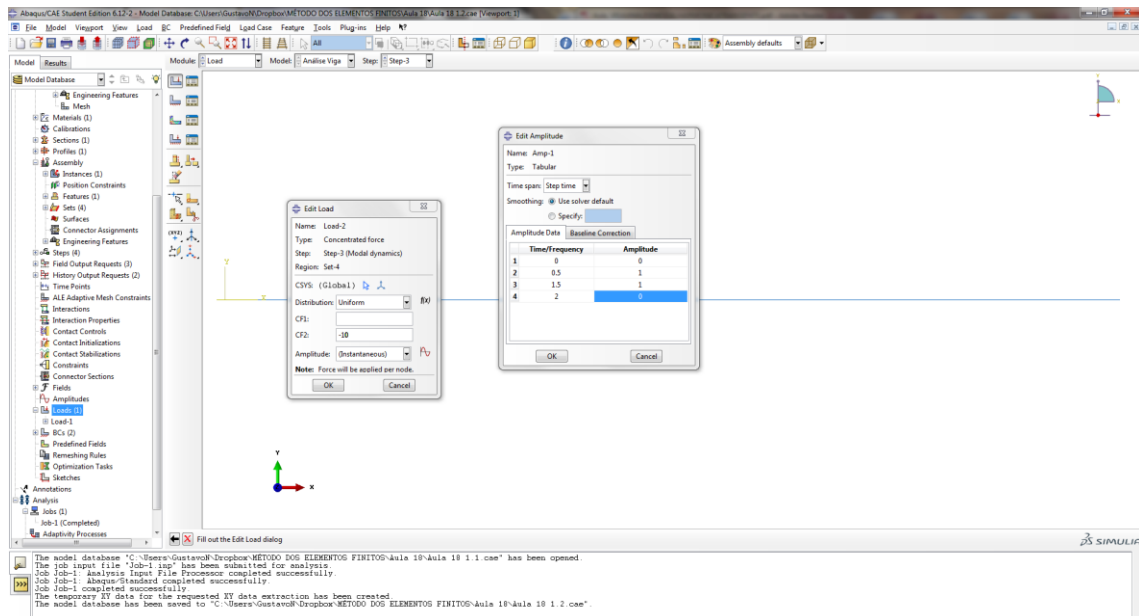
- ✓ Na Janela Edit Step, altere Time period: para 50 e digite 0.5 em Time increment:. Clique em OK.



- ✓ No menu model à esquerda, dê duplo clique em Loads (1). Na janela Create Load, clique em Continue... Selecione o ponto médio da Viga e clique em Done. Na janela Edit Load, digite -10 em CF2: e clique em Create Amplitude. Na janela Create Amplitude, aceite Tabular e clique em Continue...



- ✓ Na janela **Edit Amplitude** digite os valores conforme a imagem e **clique** em OK. **Altere** a amplitude para Amp-1 e **clique** em OK também na janela **Edit Load**.



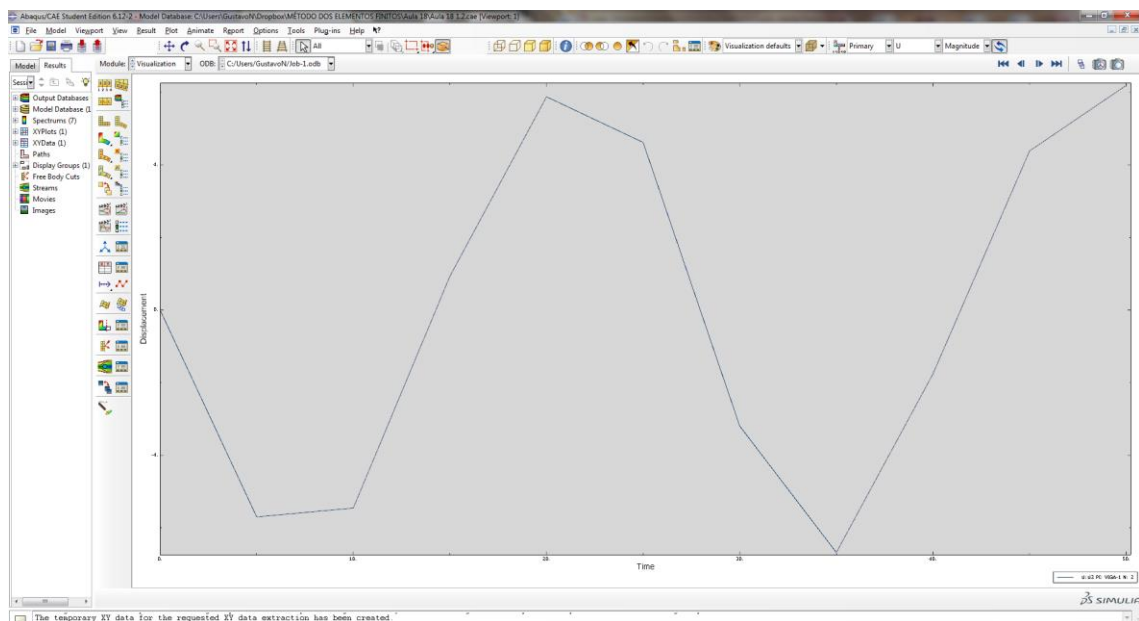
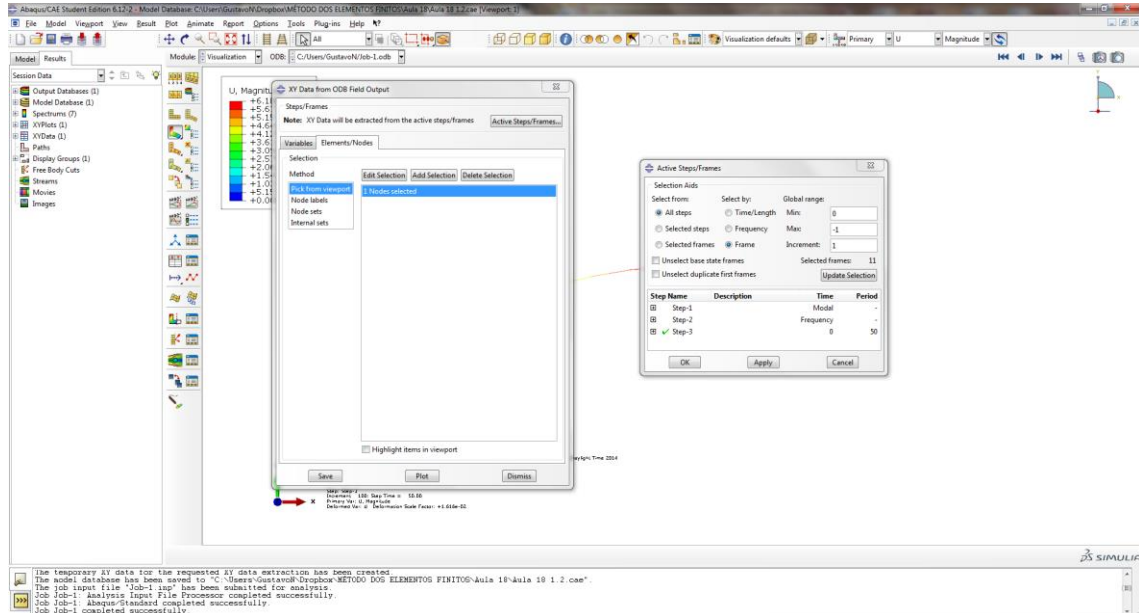
## 2.9. PROCESSAMENTO (3)

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

## 2.10. PÓS-PROCESSAMENTO (3)

- ✓ 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 menu principal, **clique** em **Tools>XY Data>Create...** **Selecione** então **ODB field output** e **clique** em **Continue...** **Altere** **Output Variables>Position:** para **Unique Nodal** e **marque** **U: Spatial displacement>U2**.

- ✓ **Altere** para a aba Elements/Nodes, **clique** em Edit Selection, **selecione** o ponto médio da Viga e **clique** em Done. Na mesma janela, **clique** em Active Steps/Frames... **Desmarque** Step-1 e Step-2; **clique** em OK. Logo **clique** em Plot e em Dismiss.



- ✓ 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).