

2010



**Método dos
Elementos
Finitos Aplicados à
Engenharia de
Estruturas**



**Prof^a. Mildred B. Hecke
Universidade Federal do Paraná
Versão 1.0.0.0**



**ANÁLISE ELASTO-PLÁSTICA
DETERMINAÇÃO DA CARGA
LIMITE DE UMA VIGA**

ANÁLISE ELASTO-PLÁSTICA

DETERMINAÇÃO DA CARGA LIMITE DE UMA VIGA

INTRODUÇÃO

Pretende-se, neste exemplo, analisar o comportamento de uma viga de seção retangular, de base b e altura h , composta de um material elástico idealmente plástico, na hipótese de que o carregamento (carga concentrada P) crescente possa gerar tensões que venham a atingir a tensão limite σ_{yp} do material, mostrada na figura 1 abaixo. Este exemplo é apresentado por Crandall na página 389 do livro “*An Introduction to the Mechanics of Solids*”.

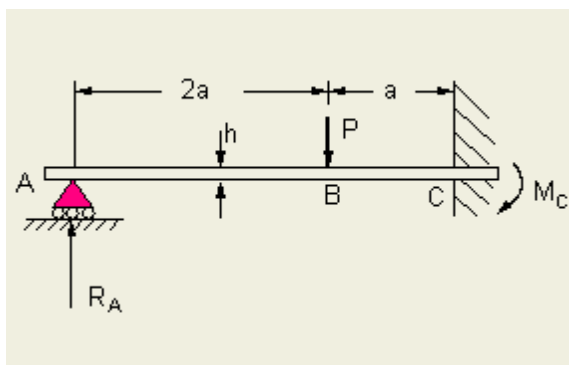


Figura 1 – Viga a ser analisada.

A resposta do material de que a viga é composta, quando submetido a um ensaio de tração encontra-se esquematizado na figura 2, onde E é o Módulo de Elasticidade ou de Young e $\sigma_y = \sigma_{yp}$ a tensão de escoamento do material.

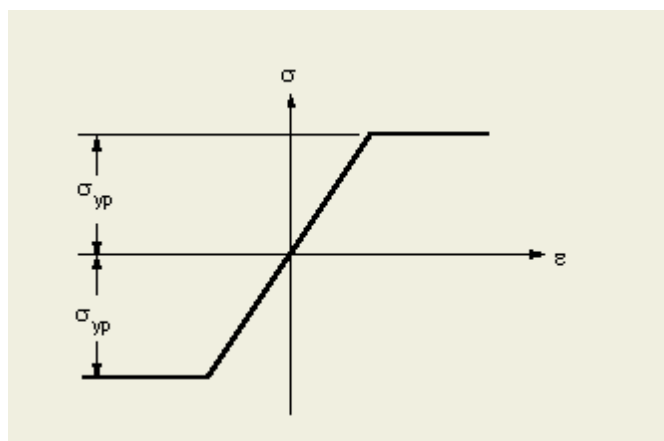


Figura 2 – Material da viga.

Nestas condições, supondo-se uma carga P crescente, temos alguns estágios de carga a analisar:

Situação 1 - Viga totalmente elástica, com uma seção atingindo o limite de escoamento do material ($M \leq M_y$):

A viga é considerada elástica enquanto nenhum ponto atinge a tensão limite de escoamento do material σ_y . Neste momento, o diagrama de tensões da seção de momento máximo é aquele obtido a partir das considerações mostradas na figura 3:

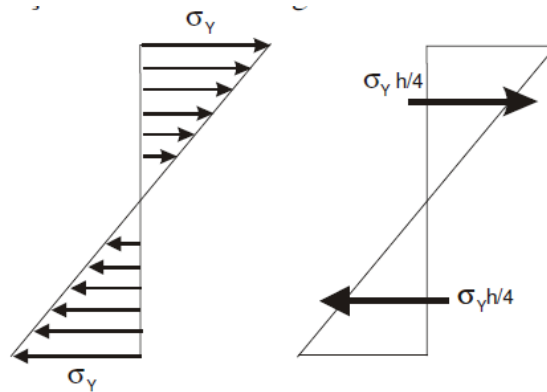


Figura 3 – Esquema das tensões na seção no momento do início do escoamento.

O momento fletor nesta seção é então calculado por:

$$M_Y = \sigma_Y \frac{h}{4} \frac{2h}{3} = \frac{\sigma_Y h^2}{6}$$

E é chamado de **momento de escoamento da seção M_Y** .

Situação 2 - Viga com uma seção recém-plastificada ($M_Y \leq M \leq M_p$)

A partir do momento em que a tensão atinge a tensão limite de escoamento do material σ_y em algum ponto da viga, qualquer incremento de carga implicará em plastificação da seção. A figura 4 mostra um esquema de como ocorrerá esta plastificação já que como vimos anteriormente a região $\sigma > \sigma_y$ é inacessível.

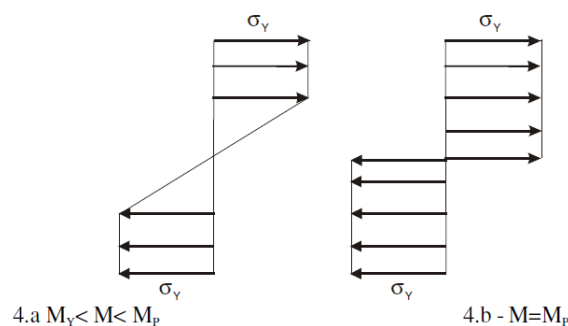


Figura 4 – Esquema das tensões na seção plastificada.

O momento fletor para o qual toda a seção estará plastificada é calculado por:

$$M_p = \sigma_y \frac{h}{2} \frac{h}{2} = \frac{\sigma_y h^2}{4}$$

É chamado **momento de plastificação** M_p .

Situação 3 - Viga com uma seção totalmente plastificada (M= M_p) tendo formado uma rótula plástica

Qualquer incremento de carga a partir deste instante implicará em uma redistribuição dos esforços até o momento em que outra seção atinja o momento M_p . E assim sucessivamente até a estrutura se tornar hipostática, quando assim terá alcançado a sua **carga limite**.

A figura 5 apresenta o diagrama Momento curvatura para a rótula plástica.

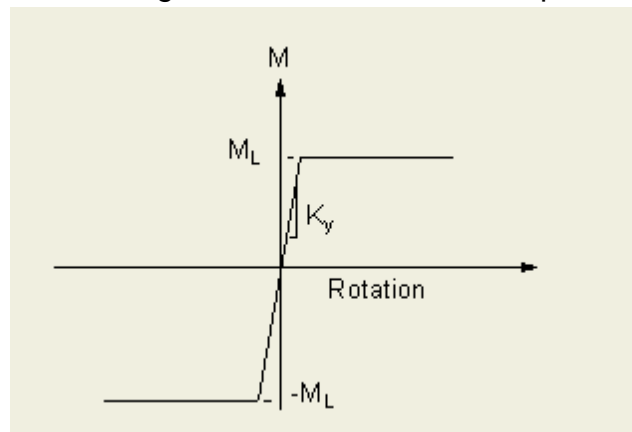


Figura 5 – Diagrama momento-rotação das rótulas plásticas.

A figura 6 mostra o esquema da viga com a formação das rótulas plásticas nas seções C e B no momento em que a estrutura atinge sua **carga limite**.

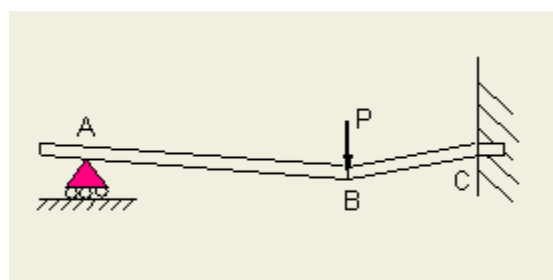


Figura 6 – Viga antes de atingir a carga limite.

CARGAS, PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS E DOS MATERIAIS

Adotaremos para o presente exemplo as seguintes propriedades e carregamentos, como na referência (Crandall).

Propriedades materiais	Propriedades geométricas	Carregamento
$E=30 \times 10^6$ psi	$A=50$ in ²	Load step 1 → $P=-1000.0$ lb
$\nu=0.3$	$I_y=20$ in ⁴	Load step 2 → $P=-1388.8$ lb
$M_p=27.777,77$ lb-in	$h/2=3.93597$ in	Load step 3 → $P=-1390.0$ lb
$K_Y=1 \times 10^{12}$ lb/in		

Tabela 1 – Cargas, propriedade geométricas e dos materiais.

Uma análise da estrutura nos permite verificar que ela é uma vez hiperestática e calculando-se a carga para a qual aparecerá a primeira rótula plástica verifica-se que esta aparecerá na seção transversal C quando a carga P atingir 1.000,00lb. A seguir, uma segunda rótula plástica aparecerá na seção B quando a carga P atingir 1.388,88lb tornando assim a estrutura hipostática. Esta é, portanto, a **carga limite** da estrutura.

Para utilizarmos o programa Ansys nesta estrutura vamos simular a viga através do uso do elemento BEAM4 e as rótulas plásticas com o uso do elemento COMBIN40, conforme malha esquematizada na figura 7. Neste elemento vamos adotar o grau de liberdade rotação em torno do eixo y e, portanto, a figura 5 esquematiza seu funcionamento, onde a rigidez adotada será $K_Y=1 \times 10^{12}$ lb/in e o momento de plastificação da seção $M_P=27.777,77$ lb-in.

Visando inconsistências numéricas pós-plastificação das seções, vamos acrescentar um elemento "falso", nos mesmos locais do com uma rigidez $K_Y=1$ lb/in unitária e um momento de plastificação da seção $M_P=1.000.000$ lb-in a malha de elementos finitos apresentada na figura 5.

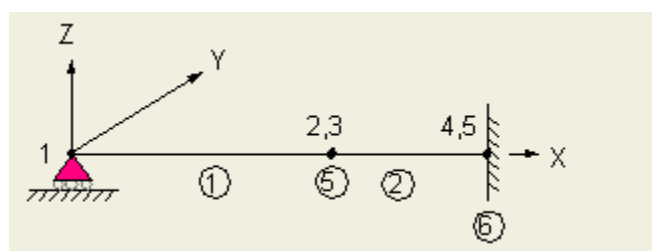


Figura7 – Malha de Elementos Finitos.

A

1. INÍCIO DA ANÁLISE

1.1. *Introduz o título do problema a ser resolvido:*

- ✓ No ANSYS Utility Menu clicar em “File” e acessar a opção “Change Title...”;
- ✓ Na nova janela que aparecer, digitar novo título: “**Analise limite de uma viga**”;
- ✓ Clicar em OK.

1.2. *Altera o nome dos arquivos:*

- ✓ No ANSYS Utility Menu clicar em file e acessar a opção “Change Jobname...”;
- Na nova janela que aparecer, digitar novo nome do arquivo: “**Limite**”;
- ✓ Clicar em OK.

1.3. *Escolhe o tipo de análise que se pretende executar, visando filtrar comandos a serem apresentados na telas de entrada:*

- ✓ No ANSYS Main Menu clicar em “Preferences”;
- ✓ Na nova janela que aparecer, em “Discipline for filtering GUI Topics”, selecionar a opção “Structural”;
- ✓ Clicar em OK.

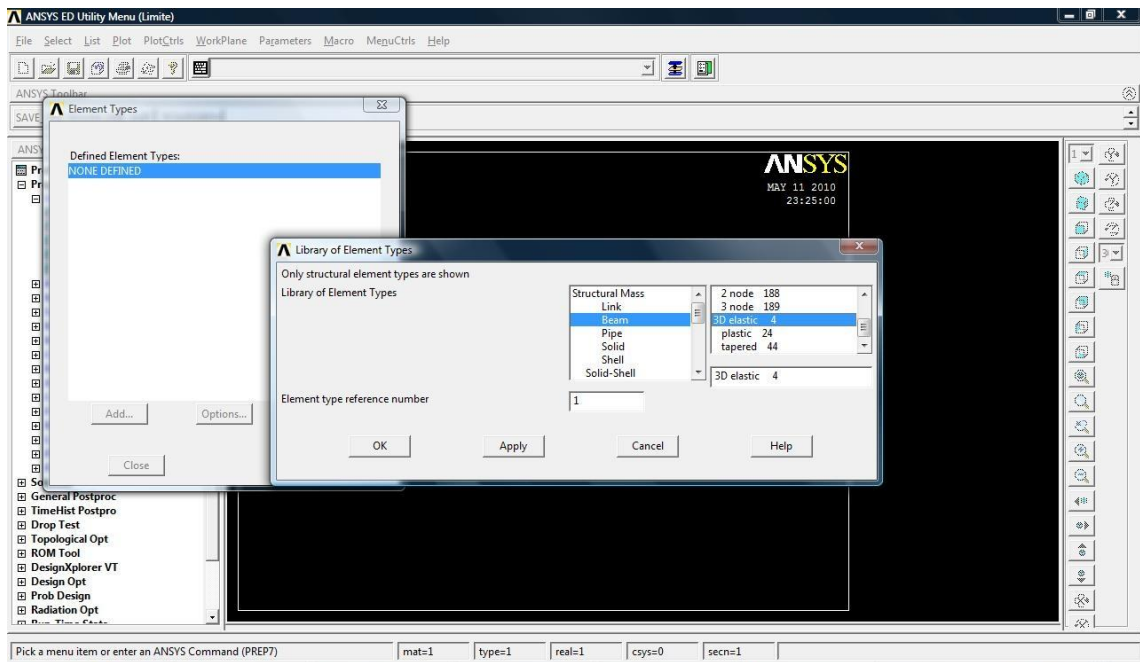
2. ENTRA NA FASE DE PRÉ-PROCESSAMENTO

- ✓ No ANSYS Main Menu, clicar em “Preprocessor”.

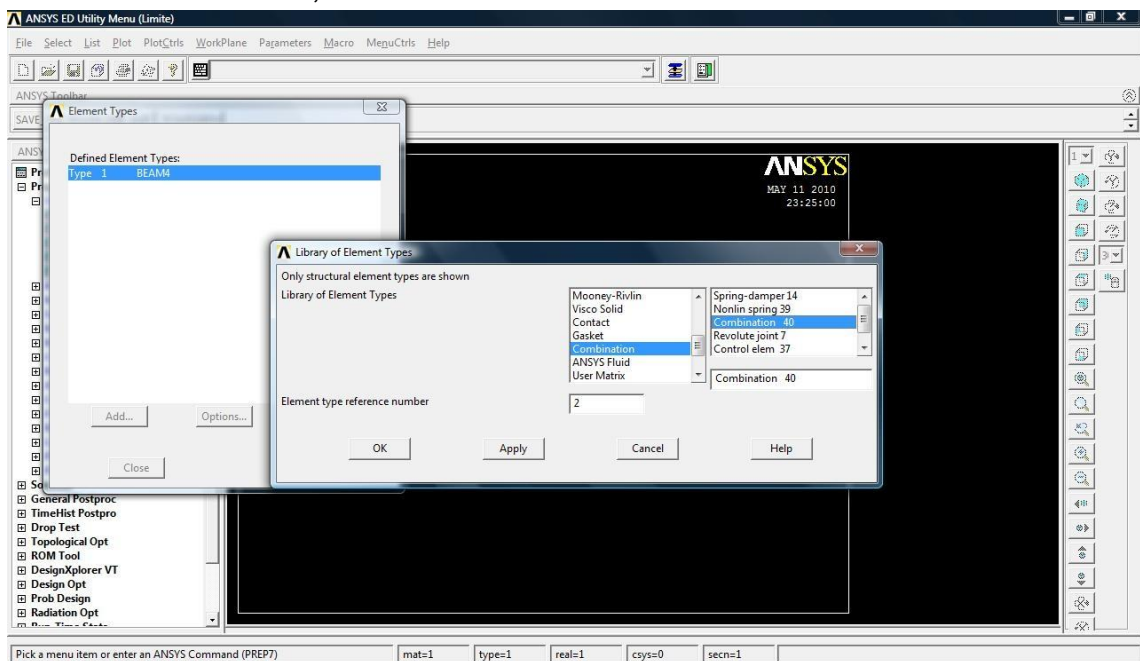
B

2.1. *Escolhe o tipo de elemento finito que será usado:*

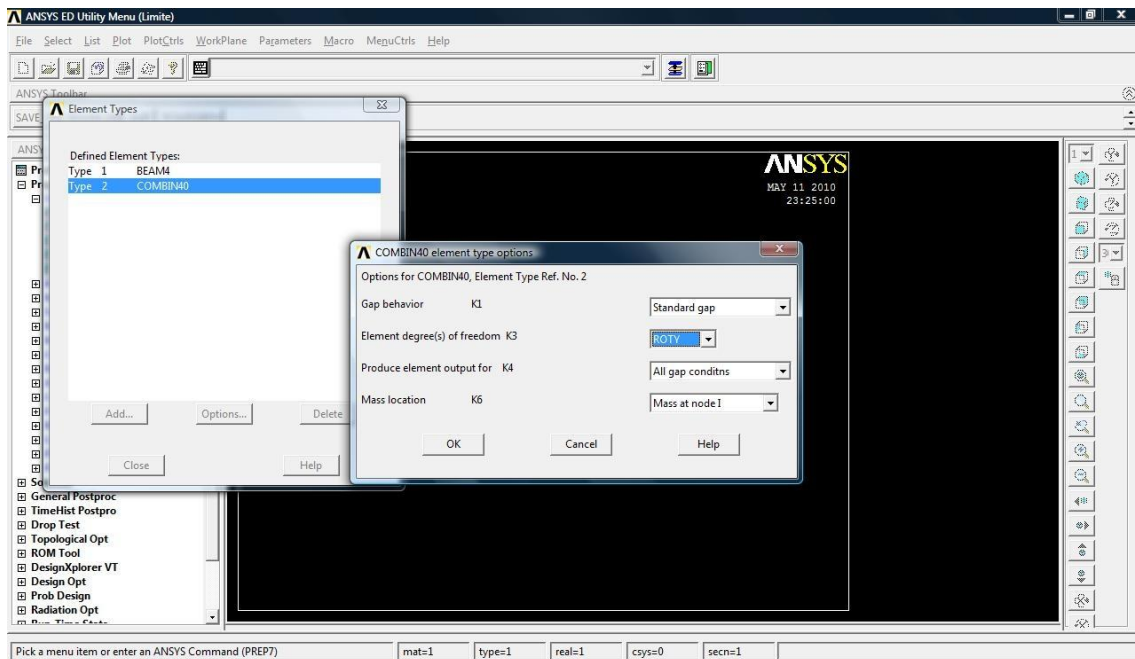
- ✓ Dentro do “Preprocessor”, selecionar “Element Type”;
- ✓ Dentro do “Element Type”, selecionar “ Add/Edit/Delete”;
- ✓ Na nova janela que abrir, clicar em “Add...” para selecionar um novo elemento.
- ✓ Outra janela se abrirá, então no “Library of Element Types” selecionar o elemento “**Structural BEAM**”, “**3D ELASTIC 4**” e clicar em “OK”.
- ✓ Clicar em “APPLY”;



- ✓ Na janela “Element Types”, clicar em “Add...” para selecionar um novo elemento.
- ✓ No “Library of Element Types” selecionar o elemento “**Combination**”, “**Combination 40**” e clicar em “OK”.
- ✓ Clicar em “OK”;



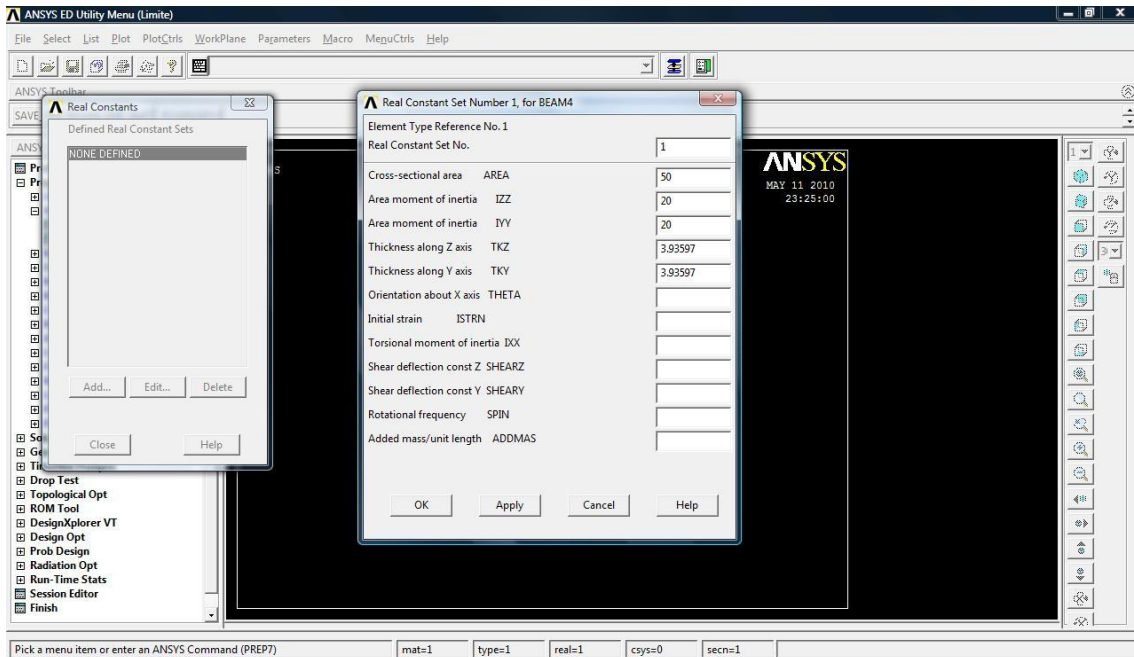
- ✓ Ainda na janela “Element Types”, clicar em “Options” (para o elemento Combination 40) e, na nova janela, selecionar;
 - Degree of freedom K3 ROTY
- ✓ Clicar em “OK”;



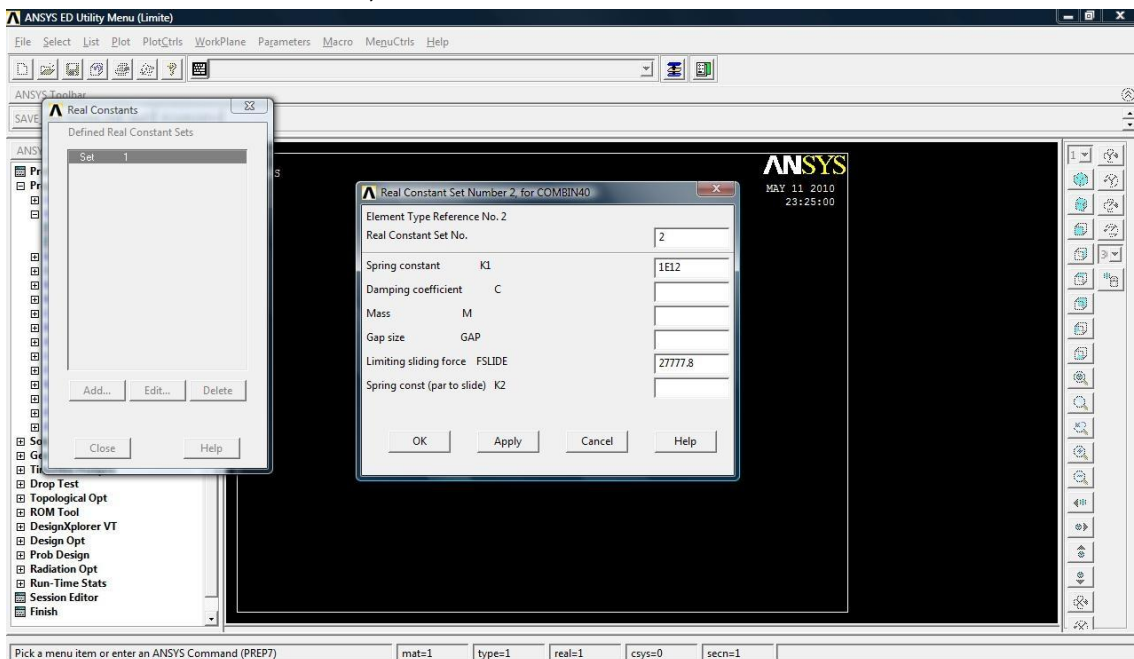
C

2.2. *Define as constantes geométricas:*

- ✓ Dentro do “Preprocessor”, selecionar “Real Constants”;
- ✓ Dentro do “Real Constants”, selecionar “Add/Edit/Delete”;
- ✓ Na nova janela que abrir, clicar em “Add...” para adicionar novas constantes geométricas;
- ✓ Uma nova janela se abrirá então selecionar o tipo de elemento em “Choose element type” e clicar em OK;
- ✓ A janela “Real Constants Set Number 1, for “BEAM 4” irá aparecer. Deve-se inserir:
 - Real Constant Set No. = 1
 - Cross-sectional Area AREA = 50
 - Area moment of inertia IZZ = 20
 - Area moment of inertia IYY = 20
 - Thickness along Z axis TKZ = 3.93597
 - Thickness along Y axis TKY = 3.93597
- ✓ Clicar em “OK”;

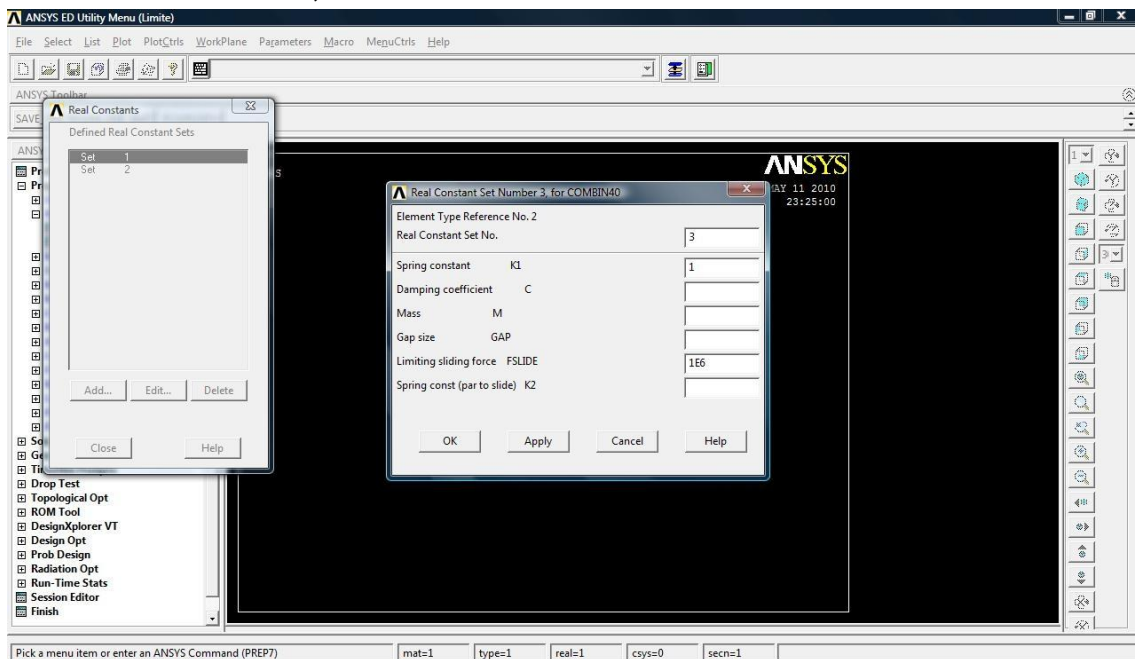


- ✓ Na janela “Element Type for Real Constants” selecionar o “COMBIN 40”;
- ✓ A janela “Real Constants Set Number 2, for “COMBIN 40” irá aparecer. Deve-se inserir:
 - Real Constant Set No. = 2
 - Spring Constant K1 = 1E12
 - Limiting sliding force FSLIDE = 27777.8
- ✓ Clicar em “APPLY”;



- ✓ Na janela “Element Type for Real Constants” selecionar o “COMBIN 40”;
- ✓ A janela “Real Constants Set Number 3, for “COMBIN 40” irá aparecer. Deve-se inserir:
 - Real Constant Set No. = 3
 - Spring Constant K1 = 1

- Limiting sliding force $FSLIDE = 1E6$
- ✓ Clicar em “OK”;

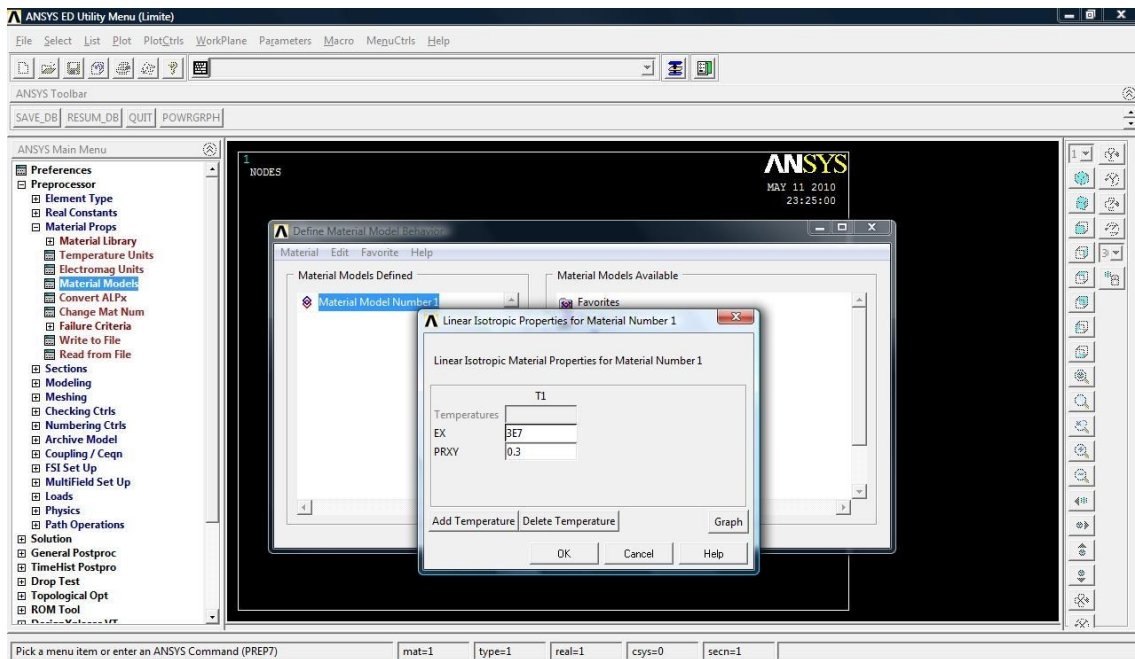


- ✓ Clicar em “CLOSE”.

D

2.3. **Define as propriedades do material que compõe as barras:**

- ✓ Dentro do “Preprocessor”, selecionar “Material Props”;
- ✓ Dentro do “Material Props”, selecionar “Material Models”;
- ✓ Na nova janela que abrir, para o “Material Model Number 1”, no quadro “Material Models Available” selecionar: “Structural>Linear>Elastic>Isotropic”;
- ✓ Dar um duplo clique em “Isotropic”;
- ✓ A janela “Linear Isotropic Material Properties for Material Number 1” irá abrir. Inserir na lacuna “EX” o valor referente ao Módulo de Elasticidade do material e do Coeficiente de Poisson “PRXY” e clicar em “OK”:
 - EX = $3E7$;
 - PRXY = 0.3
- ✓ Fechar a janela “Define Material Model Behavior”.



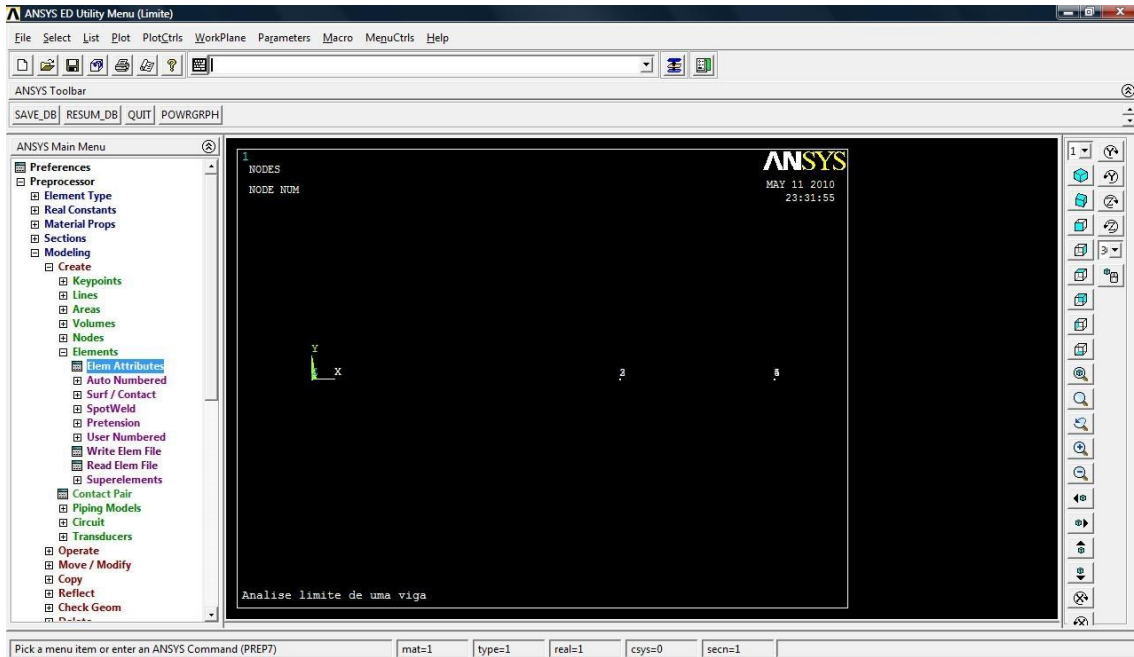
E

2.4. Cria o modelo geométrico:

2.4.1. Cria os nós que compõe a malha de elementos finitos no sistema de coordenadas ativo:

- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Modeling”, “Create”, “Nodes”, “In Active CS”;
- ✓ Na nova janela que abrir, inserir um número para o nó que será criado em “NODE Node Number” e as coordenadas X e Y;
- ✓ Para criar o primeiro nó:
 - NODE Node Number : **1**;
 - X,Y,Z Location in active CS : **X = 0** **Y = 0**;
- ✓ Clicar em “APPLY”;
- ✓ Para criar o próximo nó:
 - NODE Node Number : **2**;
 - X,Y,Z Location in active CS : **X = 100** **Y = 0**;
- ✓ Clicar em “APPLY”;
- ✓ Para criar o próximo nó:
 - NODE Node Number : **3**;
 - X,Y,Z Location in active CS : **X = 100** **Y = 0**;
- ✓ Clicar em “APPLY”;
- ✓ Para criar o próximo nó:
 - NODE Node Number : **4**;
 - X,Y,Z Location in active CS : **X = 150** **Y = 0**;
- ✓ Clicar em “APPLY”;
- ✓ Para criar o próximo nó:
 - NODE Node Number : **5**;
 - X,Y,Z Location in active CS : **X = 150** **Y = 0**;

- ✓ Clicar em “OK”;

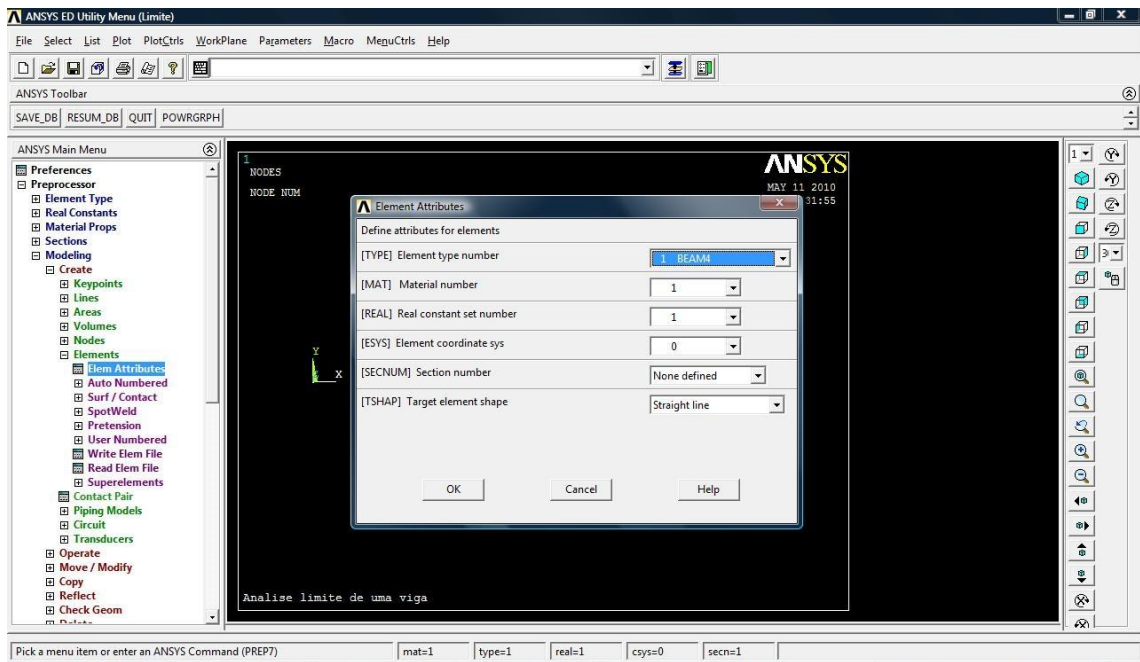


2.4.2. Numera nós e elementos:

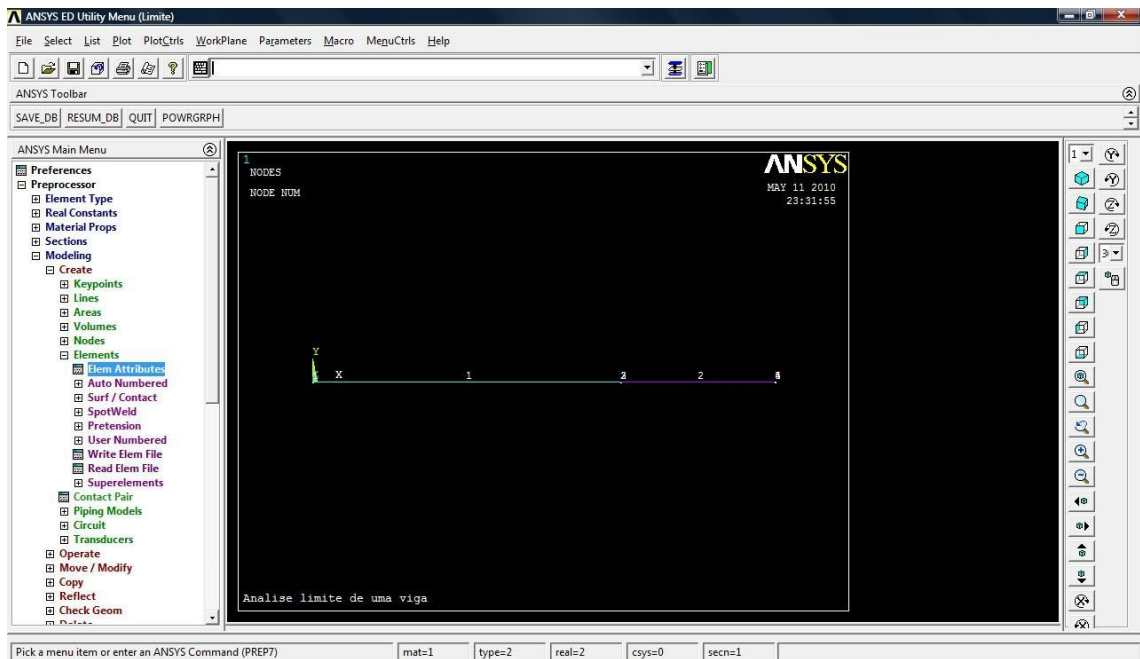
- ✓ No ANSYS Utility Menu clicar em “PlotCtrls” e acessar a opção “Numbering”;
- ✓ Na nova janela que aparecer, selecionar:
 - NODE Node Numbers **ON**
 - Elem-Attrib numbering **Element Numbers**
- ✓ Clicar em “OK”.

2.4.3. Cria os elementos:

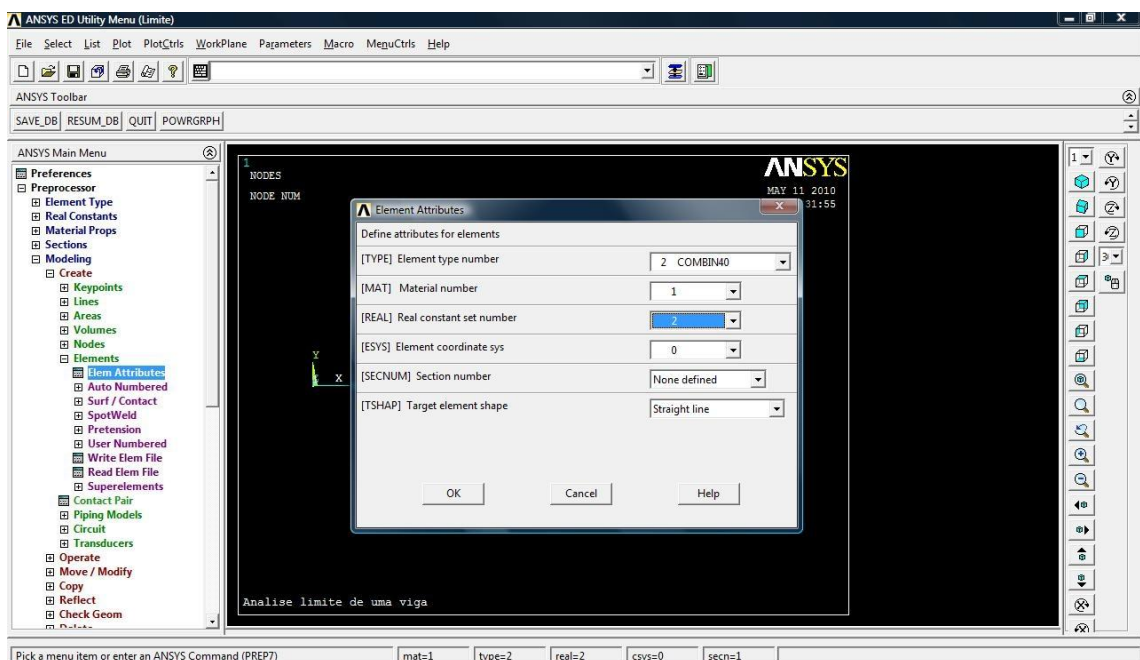
- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Modeling”, “Create”, “Elements”, “Elements Attributes” para selecionar qual dos atributos definidos serão introduzidos nos elementos a serem criados:
- ✓ Na nova janela que abrir escolher:
 - TYPE **1**
 - MAT **1**
 - REAL **1**
- ✓ Clicar em “OK”.



- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Modeling”, “Create”, “Elements”, “Auto Numbered”, “Thru Nodes”;
- ✓ Apontar os nós **1 e 2** e clicar em “OK”;
- ✓ (Observação: quando apontar o nó 2, o programa enviará a mensagem que existem 2 nós neste ponto. Escolher o nó 2);
- ✓
- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Modeling”, “Create”, “Elements”, “Auto Numbered”, “Thru Nodes”;
- ✓ Apontar os nós **3 e 4** e clicar em “OK”;
- ✓ (Observação: quando apontar o nó 3, o programa enviará a mensagem que existem 2 nós neste ponto. Para escolher o nó 3 apertar “NEXT”);
- ✓ (Observação: quando apontar o nó 4, o programa enviará a mensagem que existem 2 nós neste ponto. Escolher o nó 4);



- ✓ Para criar elementos de mola 3 e 4:
- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Modeling”, “Create”, “Elements”, “Element Attributes” para selecionar qual dos atributos definidos serão introduzidos nos elementos a serem criados:
- ✓ Na nova janela que abrir escolher:
 - TYPE 2
 - MAT 1
 - REAL 2
- ✓ Clicar em “OK”.

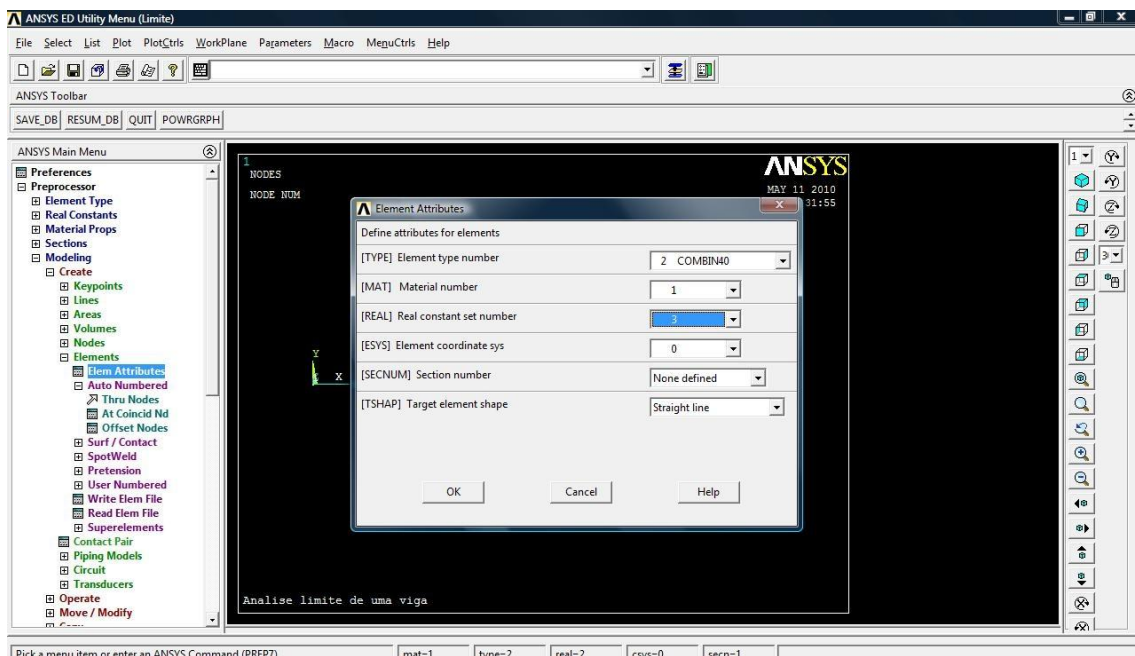


- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Modeling”, “Create”, “Elements”, “Auto Numbered”, “Thru Nodes”;

- ✓ Apontar os nós **2 e 3** e clicar em “OK”;
- ✓ (Observação: quando apontar o nó 2, o programa enviará a mensagem que existem 2 nós neste ponto. Escolher o nó 2);
- ✓ (Observação: quando apontar o nó 3, o programa enviará a mensagem que existem 2 nós neste ponto. Para escolher o nó 3 apertar “NEXT”);

- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Modeling”, “Create”, “Elements”, “Auto Numbered”, “Thru Nodes”;
- ✓ Apontar os nós **4 e 5** e clicar em “OK”;
- ✓ (Observação: quando apontar o nó 4, o programa enviará a mensagem que existem 2 nós neste ponto. Escolher o nó 4);
- ✓ (Observação: quando apontar o nó 5, o programa enviará a mensagem que existem 2 nós neste ponto. Para escolher o nó 5 apertar “NEXT”);

- ✓ Criar elementos de mola extras para garantir a estabilidade;
- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Modeling”, “Create”, “Elements”, “Elements Attributes” para selecionar qual dos atributos definidos serão introduzidos nos elementos a serem criados:
- ✓ Na nova janela que abrir escolher:
 - TYPE **2**
 - MAT **1**
 - REAL **3**
- ✓ Clicar em “OK”.



- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Modeling”, “Create”, “Elements”, “Auto Numbered”, “Thru Nodes”;
- ✓ Apontar os nós **2 e 3** e clicar em “OK”;

- ✓ (Observação: quando apontar o nó 2, o programa enviará a mensagem que existem 2 nós neste ponto. Escolher o nó 2);
- ✓ (Observação: quando apontar o nó 3, o programa enviará a mensagem que existem 2 nós neste ponto. Para escolher o nó 3 apertar “NEXT”);
- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Modeling”, “Create”, “Elements”, “Auto Numbered”, “Thru Nodes”;
- ✓ Apontar os nós **4 e 5** e clicar em “OK”;
- ✓ (Observação: quando apontar o nó 4, o programa enviará a mensagem que existem 2 nós neste ponto. Escolher o nó 4);
- ✓ (Observação: quando apontar o nó 5, o programa enviará a mensagem que existem 2 nós neste ponto. Para escolher o nó 5 apertar “NEXT”);

2.4.4. *Direção da visualização:*

- ✓ Para mudar a direção da visualização ir no “Utility Menu”, “PlotCtrls”, “View Settings”, “View Direction”;
- ✓ Na nova janela inserir:
 - [/VIEW] View direction:
 - XV, YV, ZV Coords of view point **0 -1 0**
 - [/VUP] Coord axis orientation **Z-Axis up**
- ✓ Clicar em “OK”;

2.4.5. *Salvando dados no arquivo Limite.db*

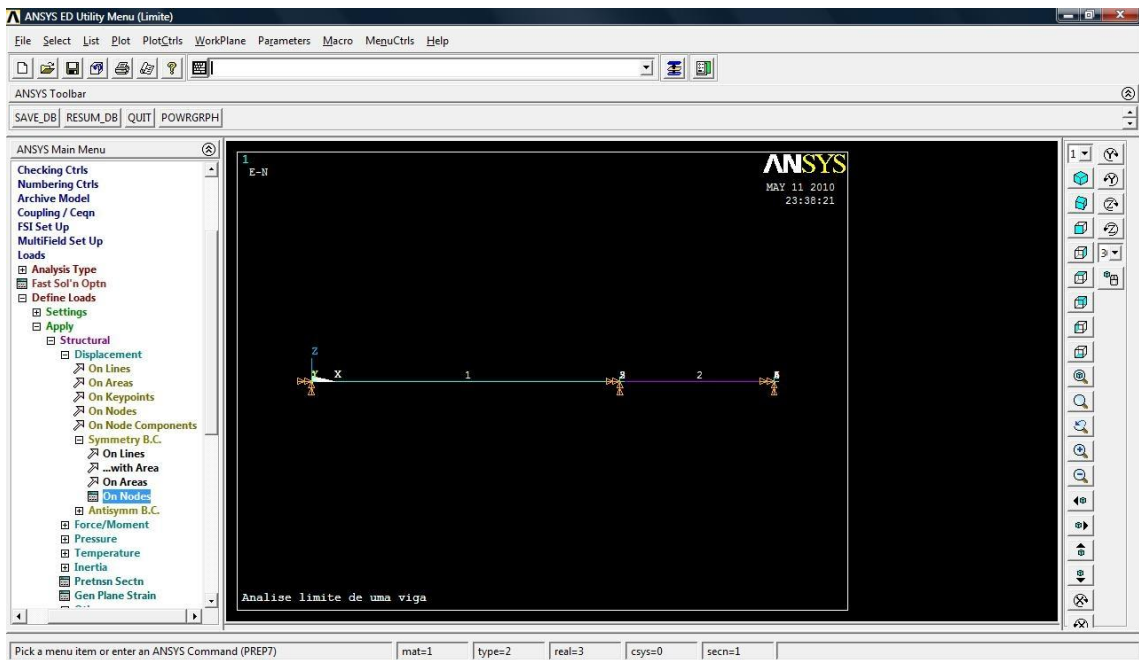
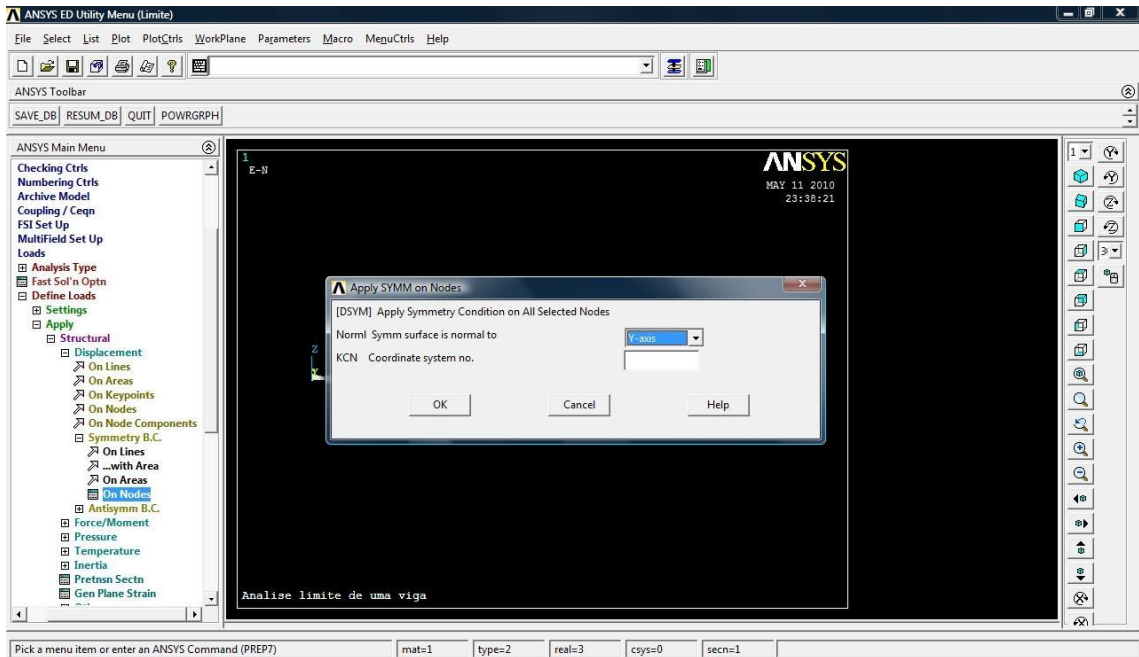
- ✓ No ANSYS Toolbar clicar em “SAVE_DB”.

F

2.5. **Aplicar as condições de contorno:**

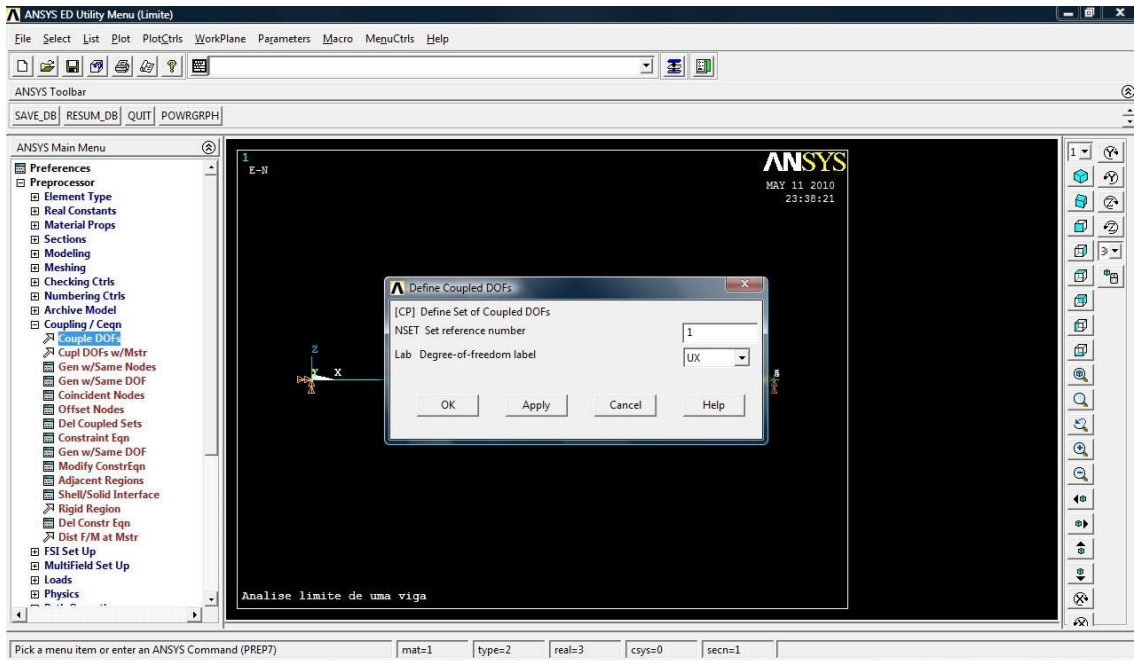
2.5.1. *Retira graus de liberdade fora do plano O_{xz} :*

- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Loads”, “Define Loads”, “Apply”, “Structural”, “Displacement”, “Symmetry B.C.”, “On Nodes”;
- ✓ Na nova janela que abrir selecionar:
 - DSYM Norml = **Y-Axis**;
- ✓ Clicar em “OK”;

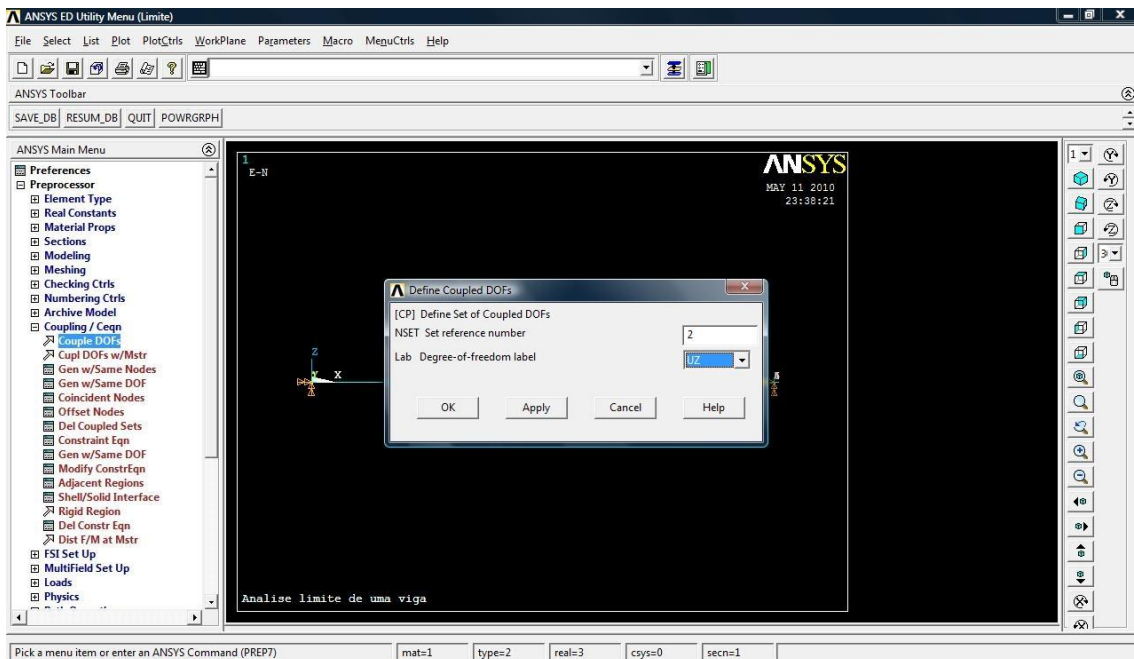


2.5.2. Acopla translações nas rótulas plásticas:

- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Coupling/Ceqn”, “Couple DOF’s”;
- ✓ Na nova janela, apontar os nós 2 e 3;
- ✓ Clicar em “OK”;
- ✓ Inserir:
 - NSET = 1
 - LAB = UX
- ✓ Clicar em “OK”;

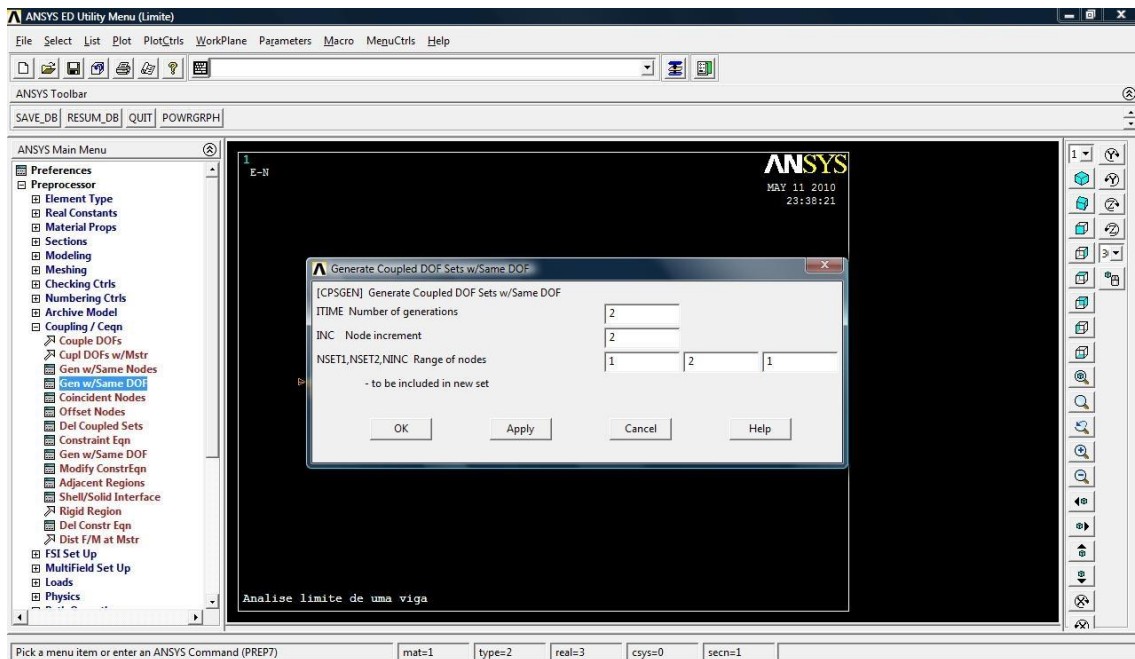


- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Coupling/Ceqn”, “Couple DOF’s”;
- ✓ Na nova janela, apontar os nós 2 e 3;
- ✓ Clicar em “OK”;
- ✓ Inserir:
 - NSET = 2
 - LAB = UZ
- ✓ Clicar em “OK”;

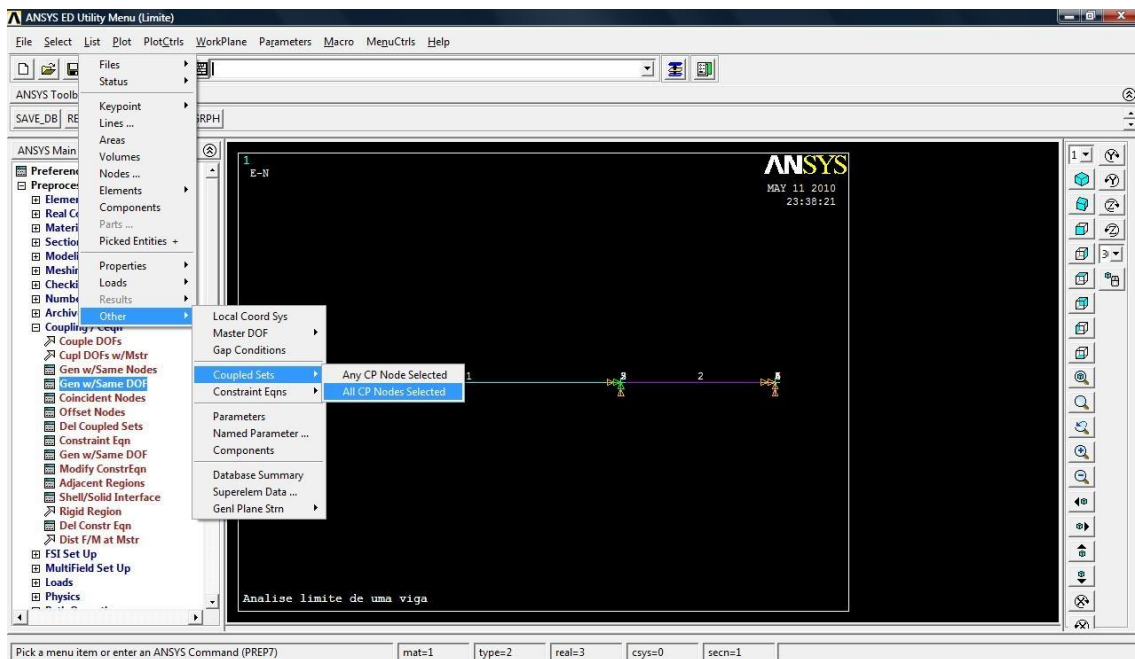


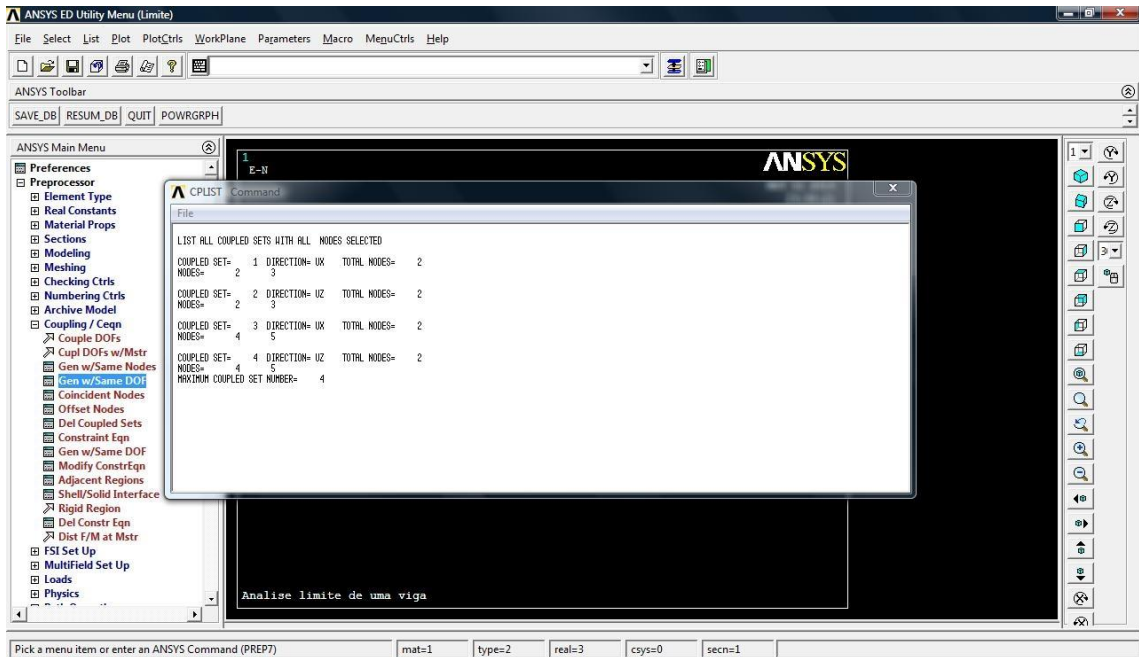
- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Coupling/Ceqn”, “Gen with same DOF”;
- ✓ Inserir:
 - ITIME = 2

- INC = 2
 - NSET1 = 1
 - NSET2 = 2
 - NSET3 = 1
- ✓ Clicar em “OK”;



- ✓ Para verificar a lista com os acoplamentos:
- ✓ No “ANSYS Utility Menu”, selecionar “List”, “Other”, “Coupled Sets”, “ALL CP node selected”;



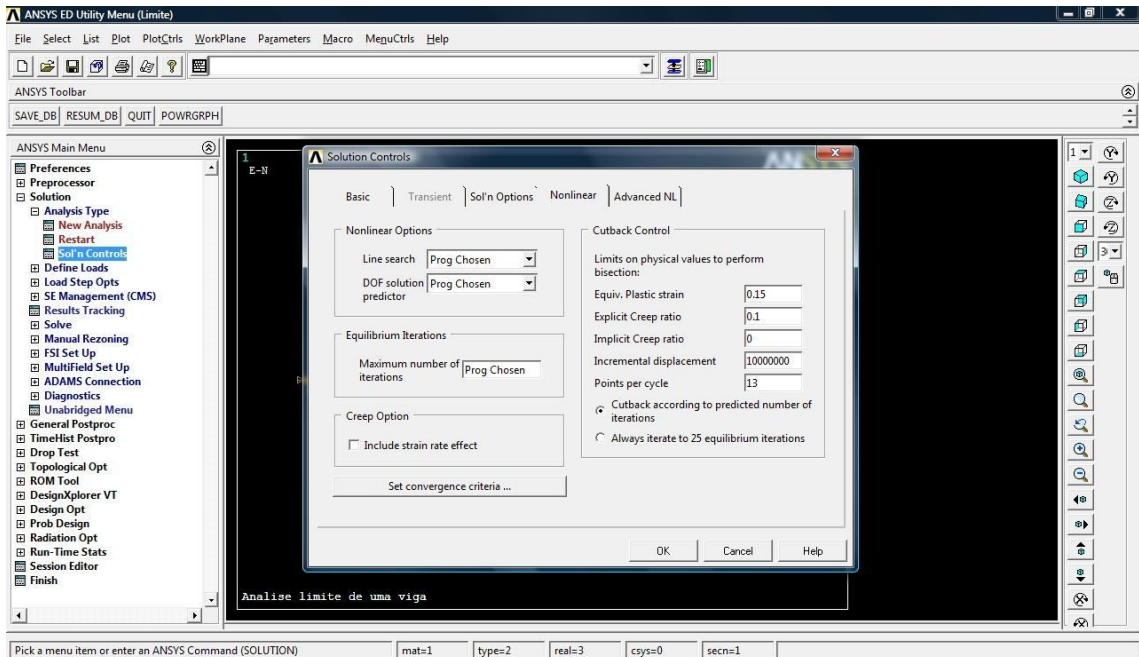


G

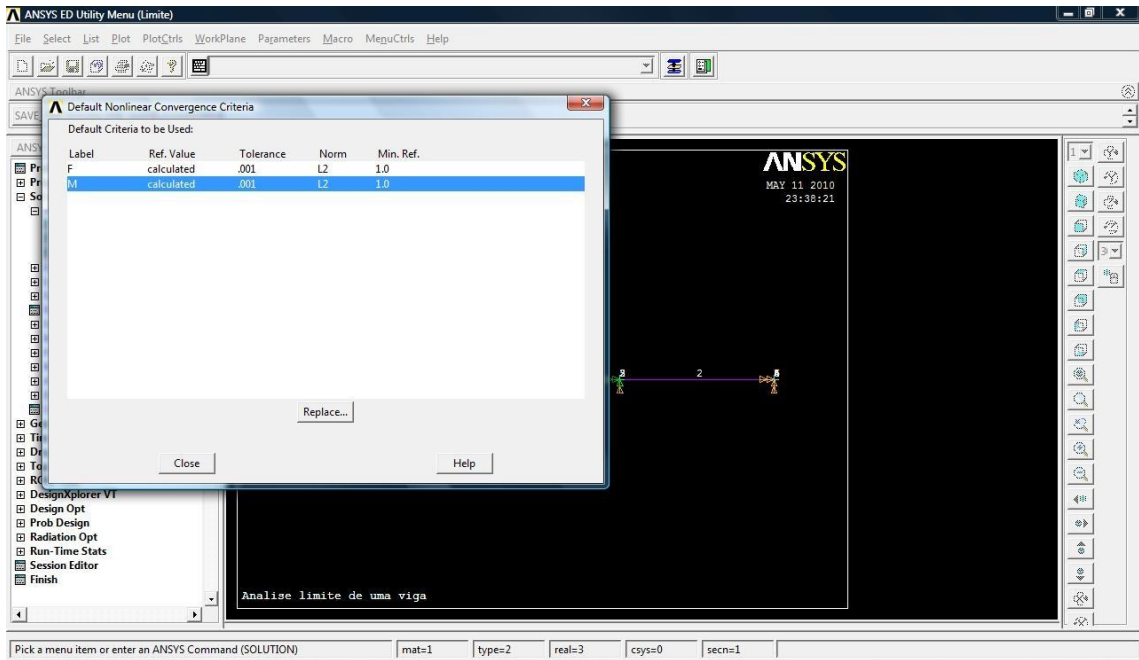
2.6. Entra na solução para executar a primeira análise elástica:

2.6.1. Fornece condição de contorno:

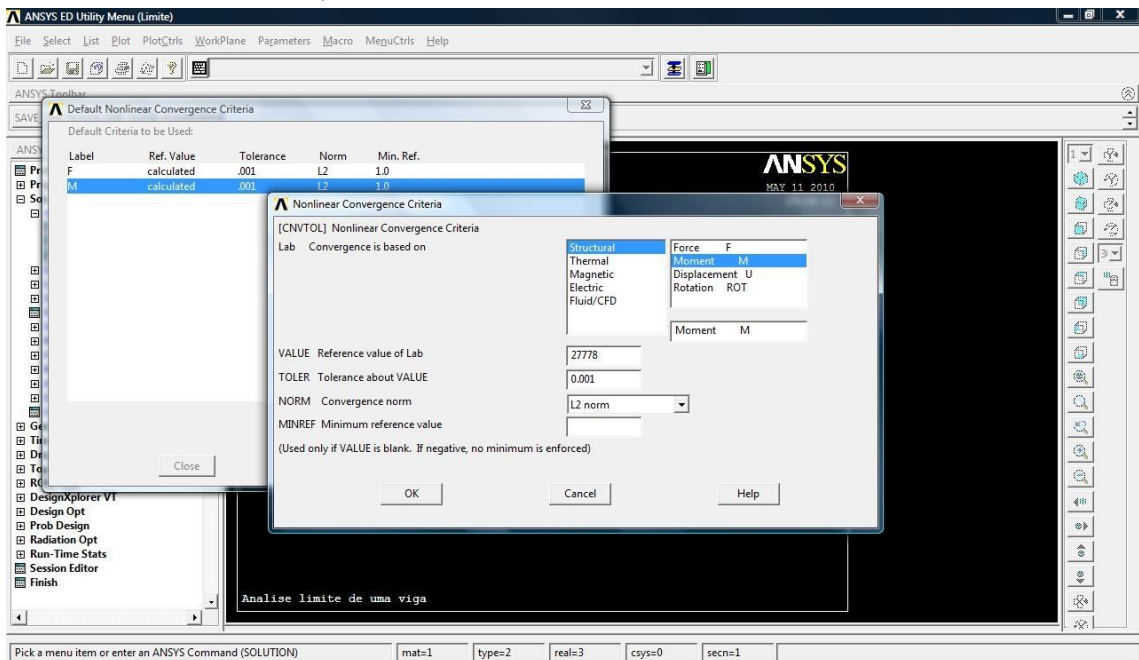
- ✓ Dentro do “Solution” clicar em “Analysis Type”, “Sol’n Controls”;
- ✓ Clicar em “Nonlinear”;
- ✓ Clicar em “Set convergence criteria...”



- ✓ Na nova janela, selecionar a linha referente ao M e clicar em “REPLACE”;

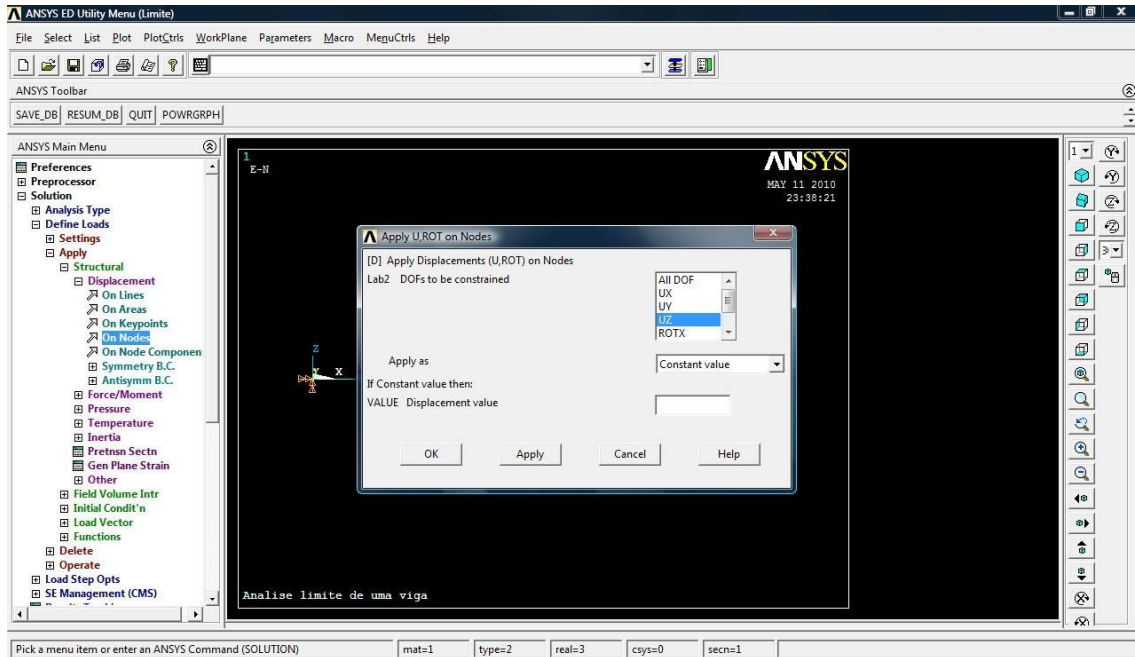


- ✓ Na nova janela, escolher:
 - Lab **Structural** **Moment M**
 - VALUE **27778**
 - TOLER **0.001**
- ✓ Clicar em “OK”;

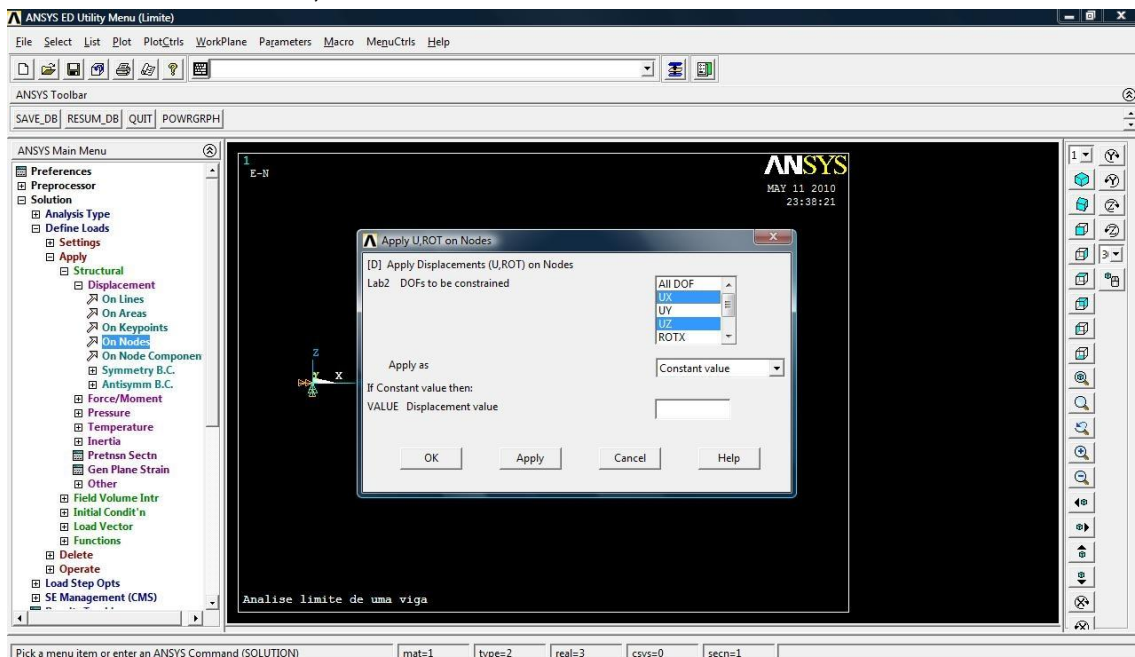


- ✓ Fechar a janelas;
- ✓ Dentro do “Solution” selecionar “Define Loads”, “Apply”, “Structural”, “Displacement”, “On Nodes”;
- ✓ Apontar o nó 1 e clicar em “APPLY”;
- ✓ Outra janela irá aparecer então selecionar no campo “DOFs to be constrained” a opção “UZ”;

✓ Clicar em “OK”;

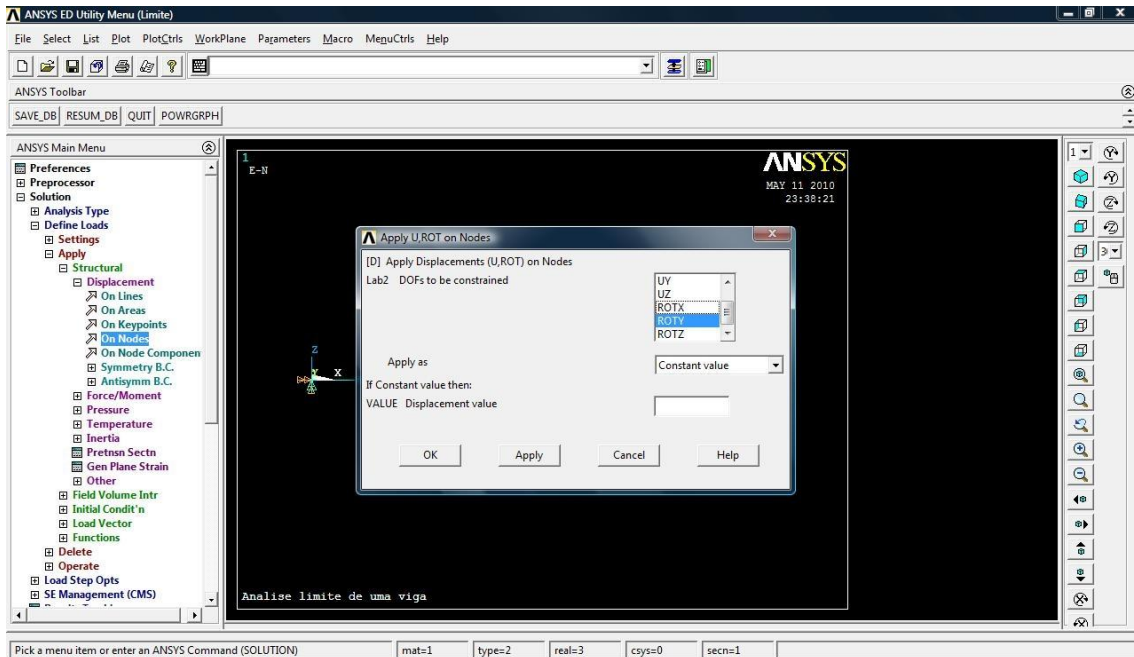


- ✓ Dentro do “Solution” selecionar “Define Loads”, “Apply”, “Structural”, “Displacement”, “On Nodes”;
- ✓ Apontar o nó 4 e clicar em “APPLY”;
- ✓ (verificar que tem 2 nós e aceitar o 4);
- ✓ Outra janela irá aparecer então selecionar no campo “DOFs to be constrained” a opção “UZ e UX”;
- ✓ Clicar em “OK”;



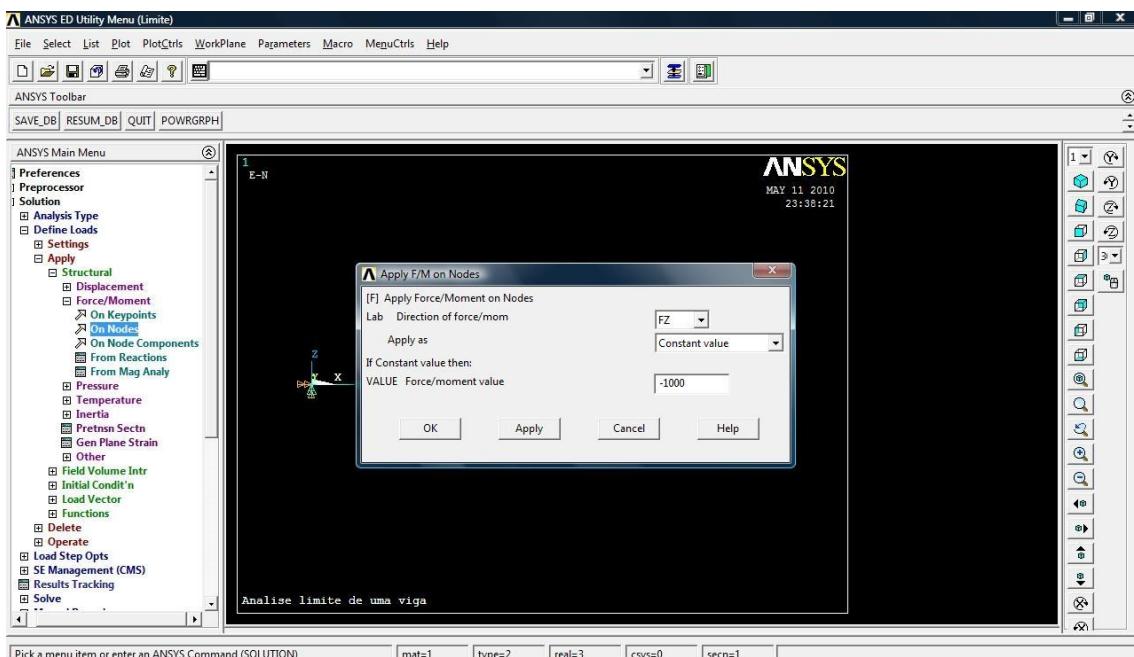
- ✓ Dentro do “Solution” selecionar “Define Loads”, “Apply”, “Structural”, “Displacement”, “On Nodes”;
- ✓ Apontar o nó 5 e clicar em “APPLY”;
- ✓ (verificar que tem 2 nós e aceitar o 5);

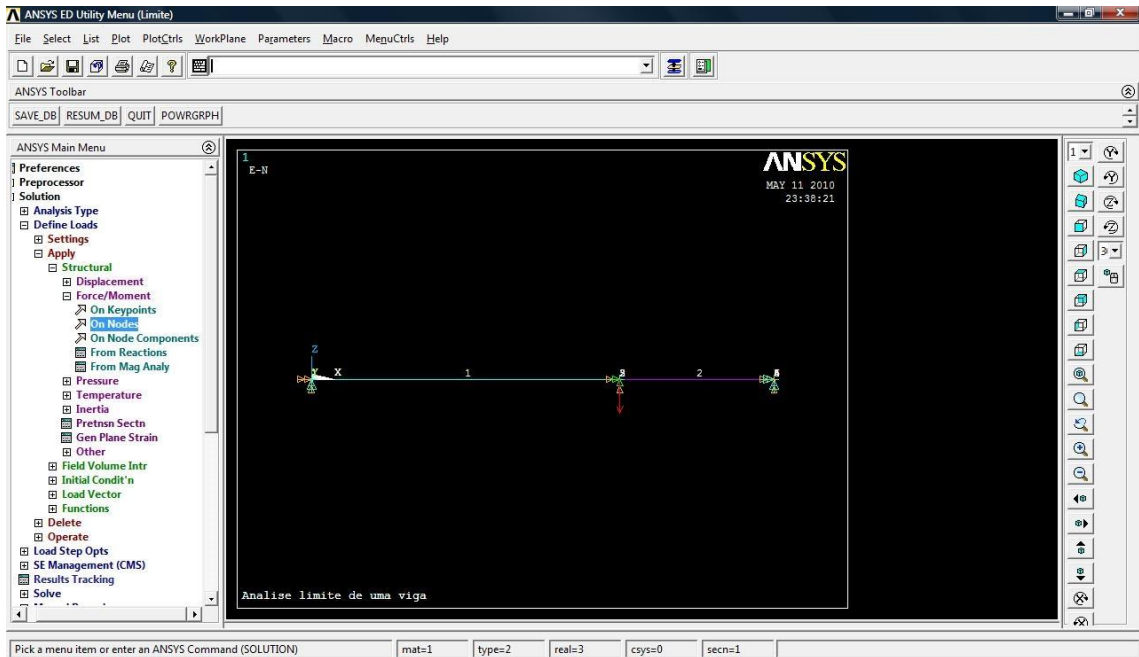
- ✓ Outra janela irá aparecer então selecionar no campo “DOFs to be constrained” a opção “**ROTY**”;
- ✓ Clicar em “OK”;



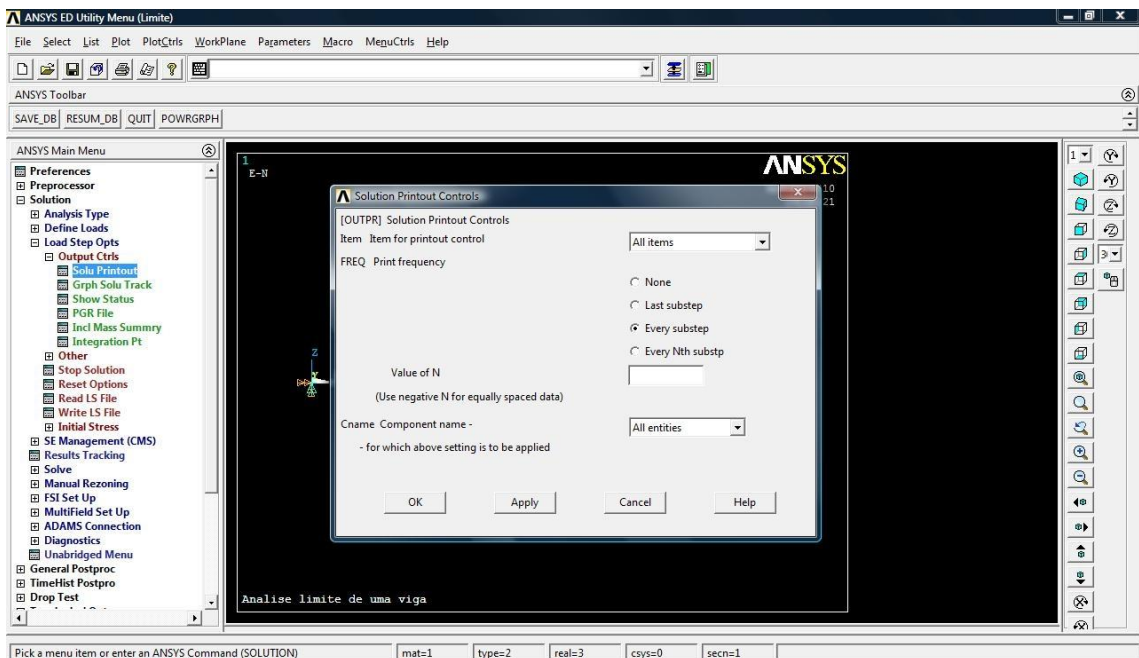
2.6.2. Aplicar as cargas:

- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Loads”, “Define Loads”, “Apply”, “Structural”, “Force/Moment”, “On Nodes”;
- ✓ Apontar o nó 2 e clicar em “OK”;
- ✓ Na nova janela inserir:
 - Direction of força/mom **FZ**
 - VALUE Force/moment value **-1000**
- ✓ Clicar em “OK”.





- ✓ Dentro do “Solution” selecionar “Load Step Options”, “OutputCtrls”, “Solu Printout”;
- ✓ Na nova janela, selecionar:
 - OUTPR **All Items**
 - Freq **Every Substep**
- ✓ Clicar em “OK”;



2.6.3. Salvando dados no arquivo Limite.db

- ✓ No ANSYS Toolbar clicar em “SAVE_DB”.

H

3. SOLUÇÃO

- ✓ No ANSYS Main Menu dentro do “Solution” clicar em “Solve”, “Current LS”;
- ✓ Clicar em “OK”.
- ✓ Na janela “Information: Solution is done” clicar em “CLOSE”.
- ✓ Desprezar os “Warnings”;

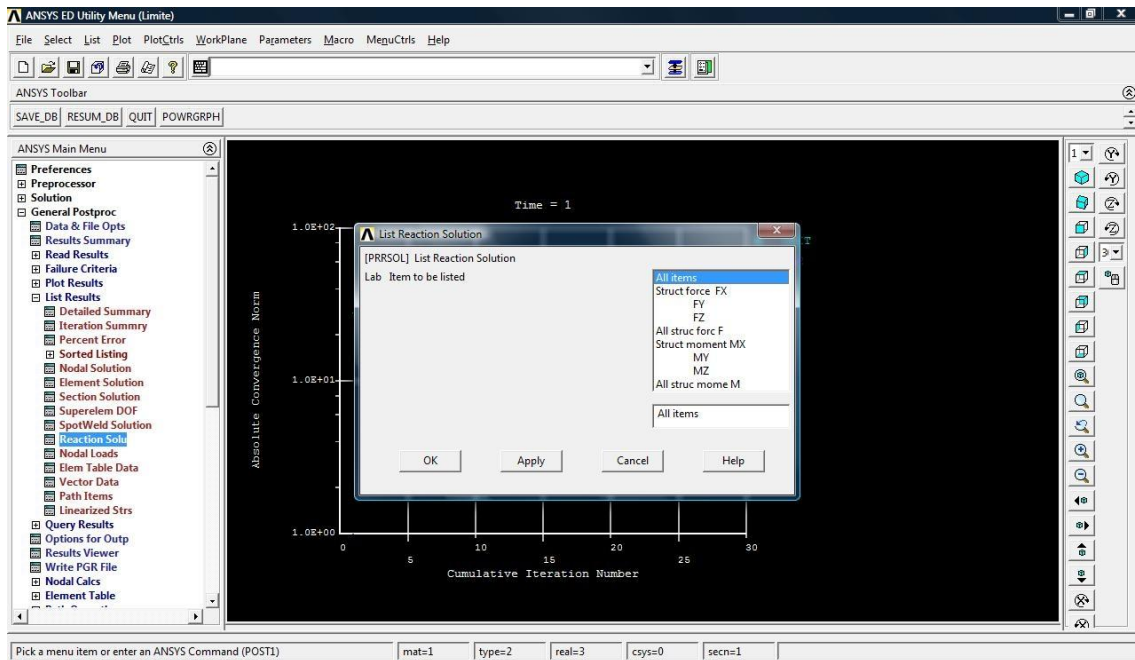
- ✓ No ANSYS Toolbar clicar em “SAVE_DB” para salvar os dados mais a solução no arquivo.

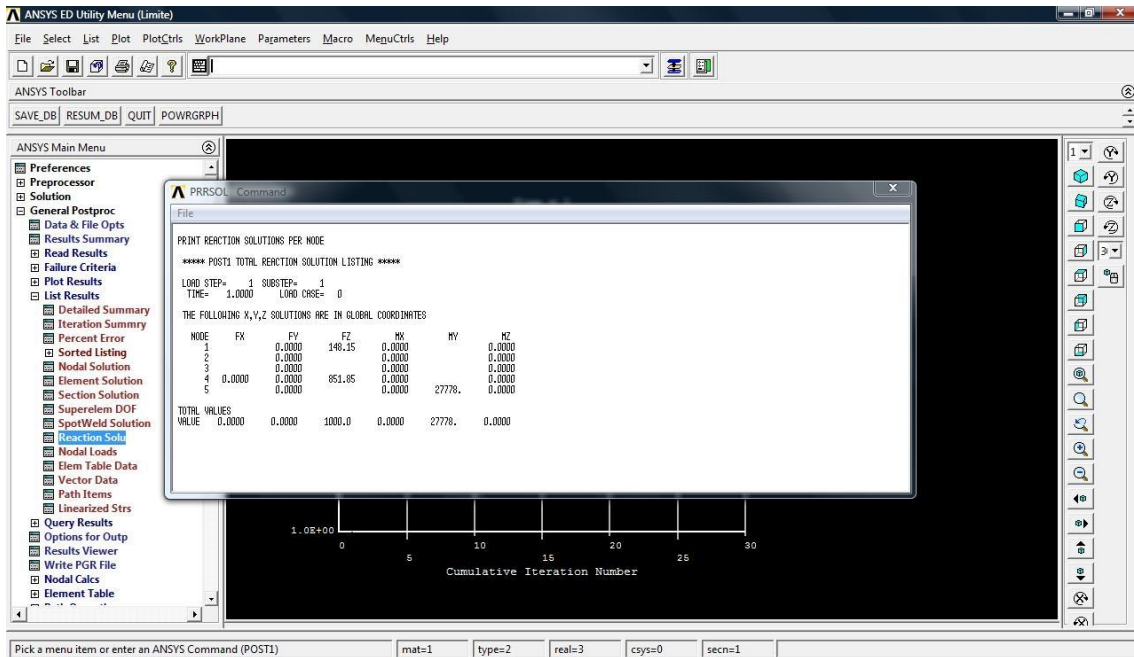
I

4. PÓS PROCESSAMENTO

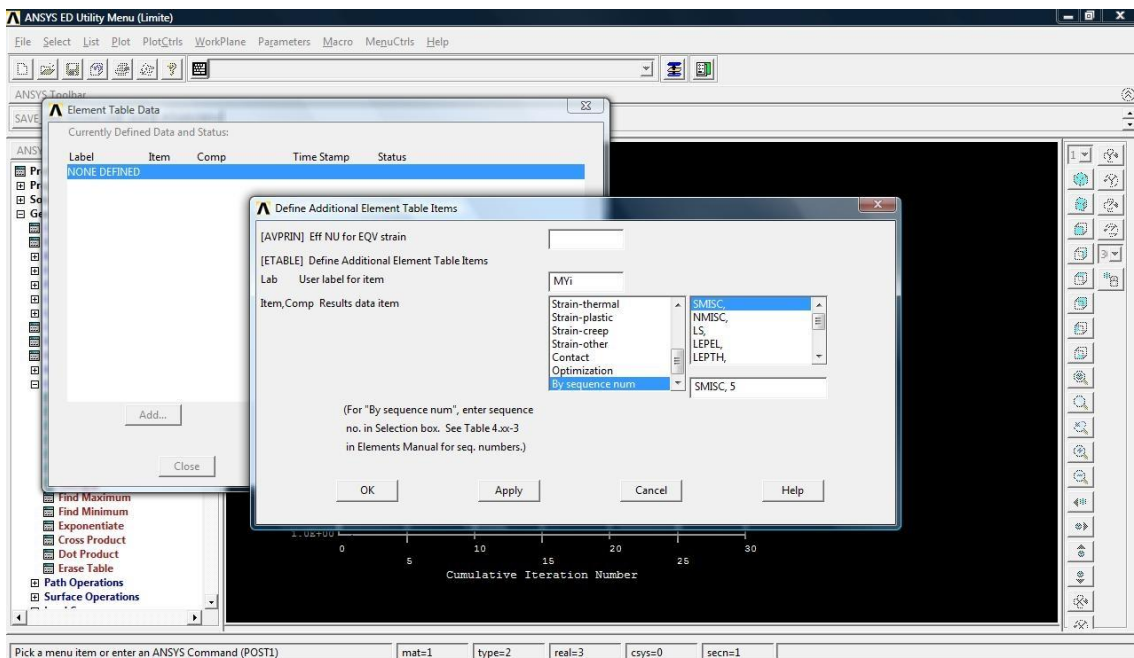
4.1. Gera, lista e plota os resultados:

- ✓ No ANSYS Main Menu dentro do “General Postproc” clicar em “List Results”, “Reaction Solution” para listar as reações nodais;
- ✓ Inserir na janela que abrir:
 - Lab Item to be listed All Items
- ✓ Clicar em “OK”;





- ✓ No ANSYS Main Menu dentro do “General Postproc” clicar em “Element Table”, “Define Table”, “Add”;
- ✓ Na nova janela, definir (momentos fletores em Z):
 - LAB **MYi**
 - Item, comp **By sequence number** **SMISC**
SMISC,5
- ✓ Clicar em “OK”.



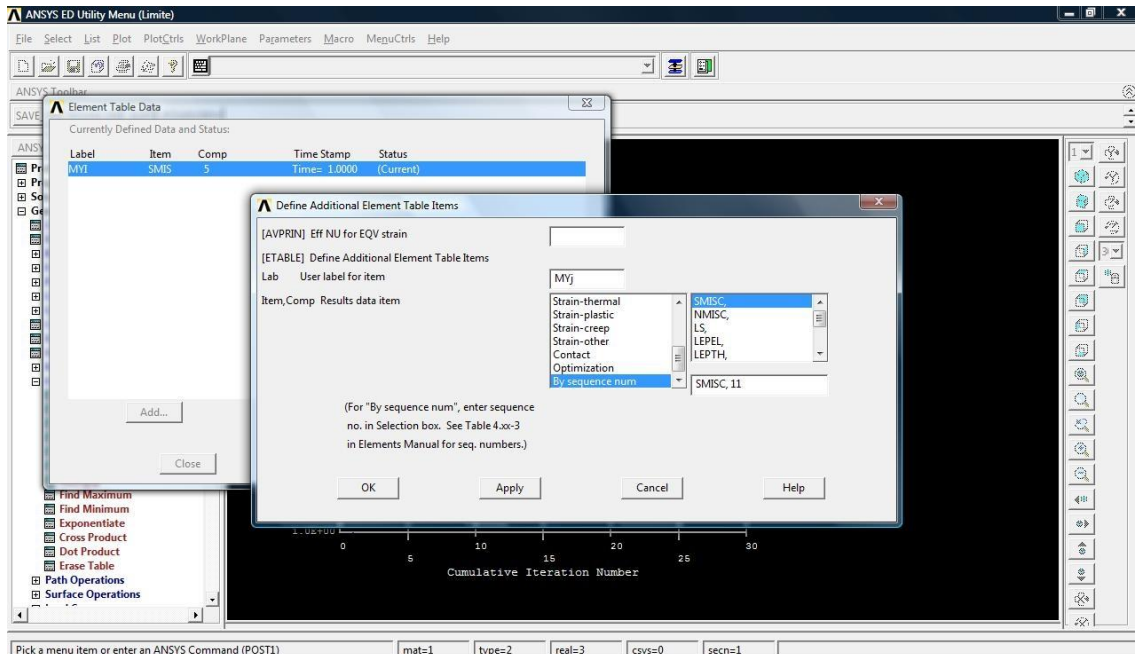
- ✓ Na janela “Element Table Data”, clicar em “Add” e definir (momentos fletores em Z):
 - LAB **MYj**

- Item, comp

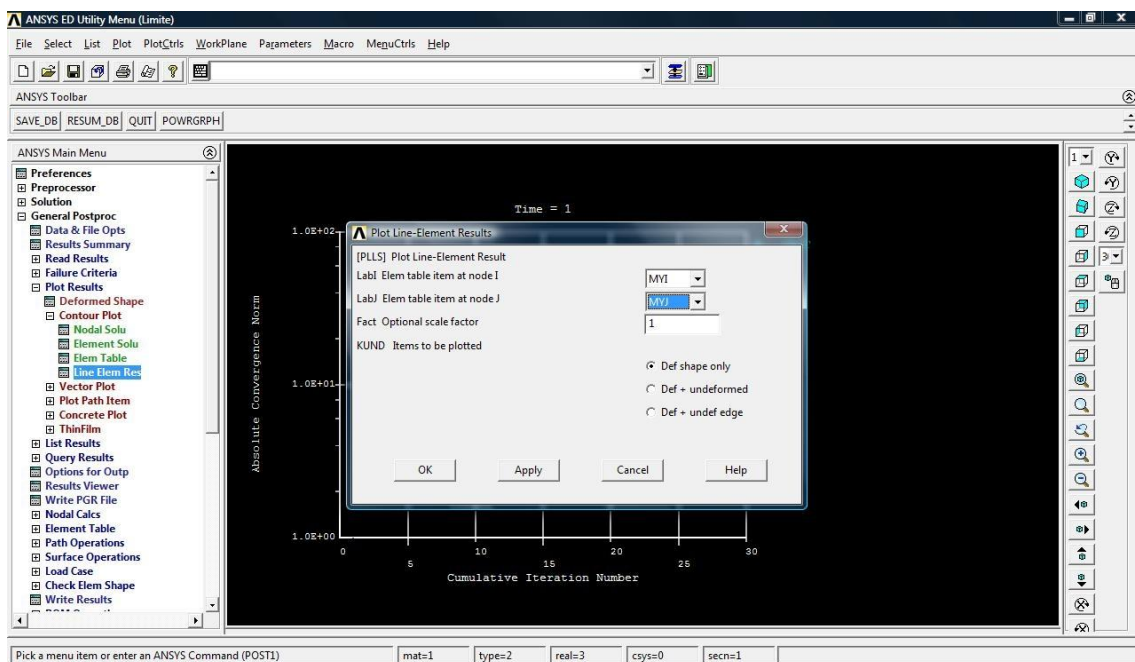
By sequence number

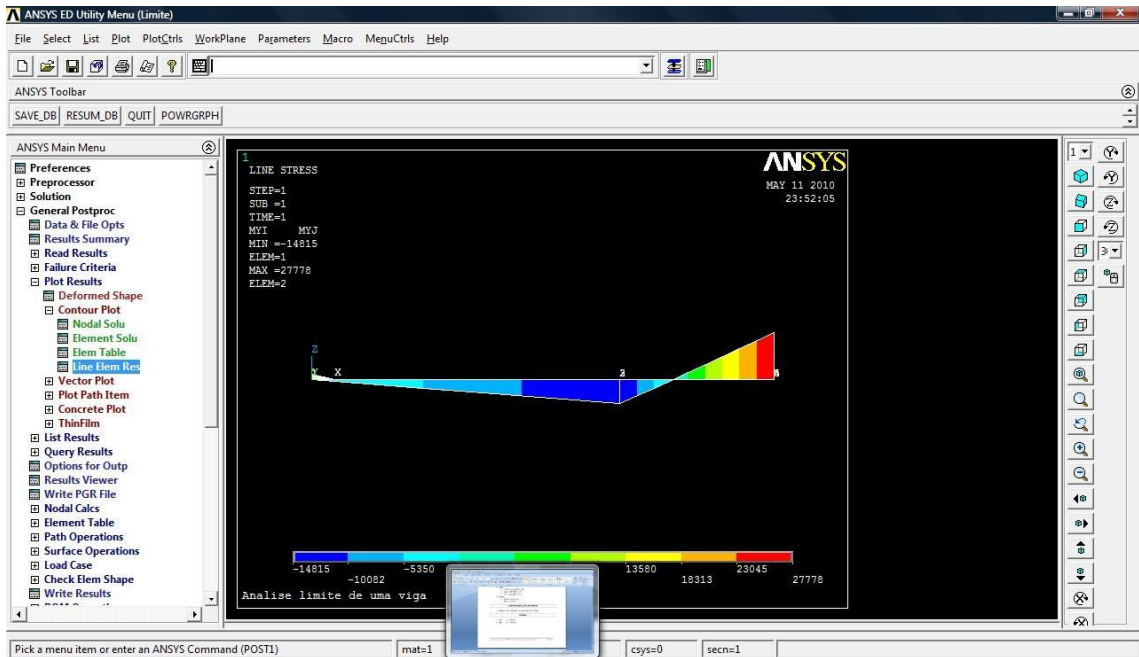
SMISC
SMISC,11

✓ Clicar em “OK”.



- ✓ No ANSYS Main Menu dentro do “General Postproc” clicar em “Plot Results”, “Contour Plot”, “Line Elem Res ”;
- ✓ Na nova janela selecionar:
 - LABI **MFi**
 - LABJ **MFj**
- ✓ Clicar em “OK”;



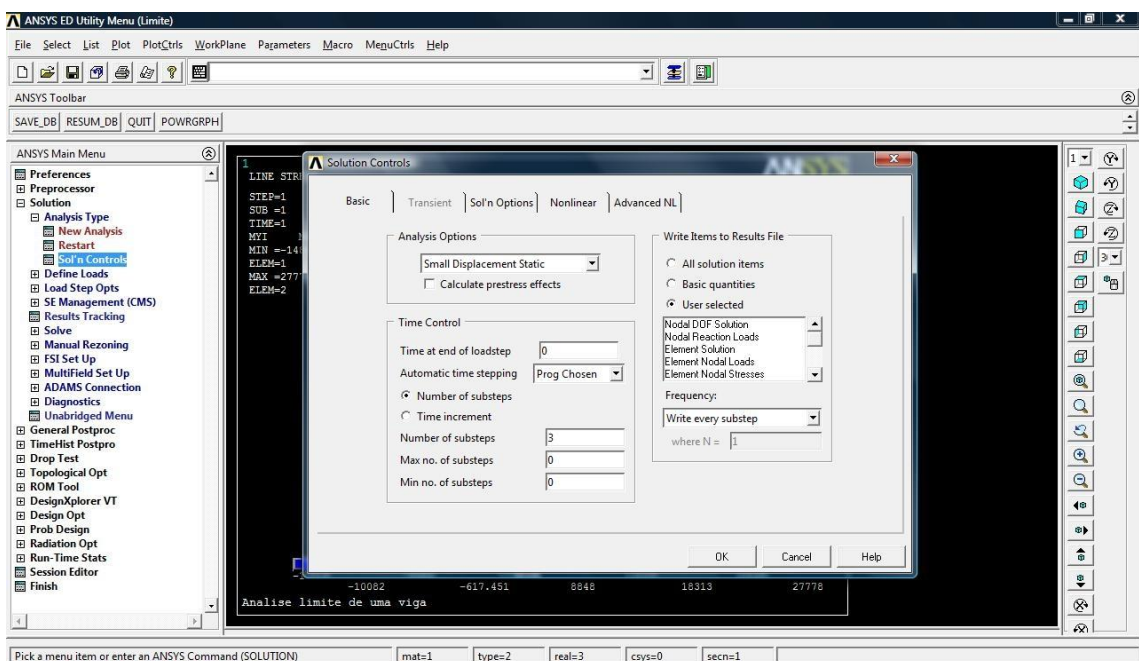


J

5.1. Entra na solução para executar a segunda análise elasto-plástica:

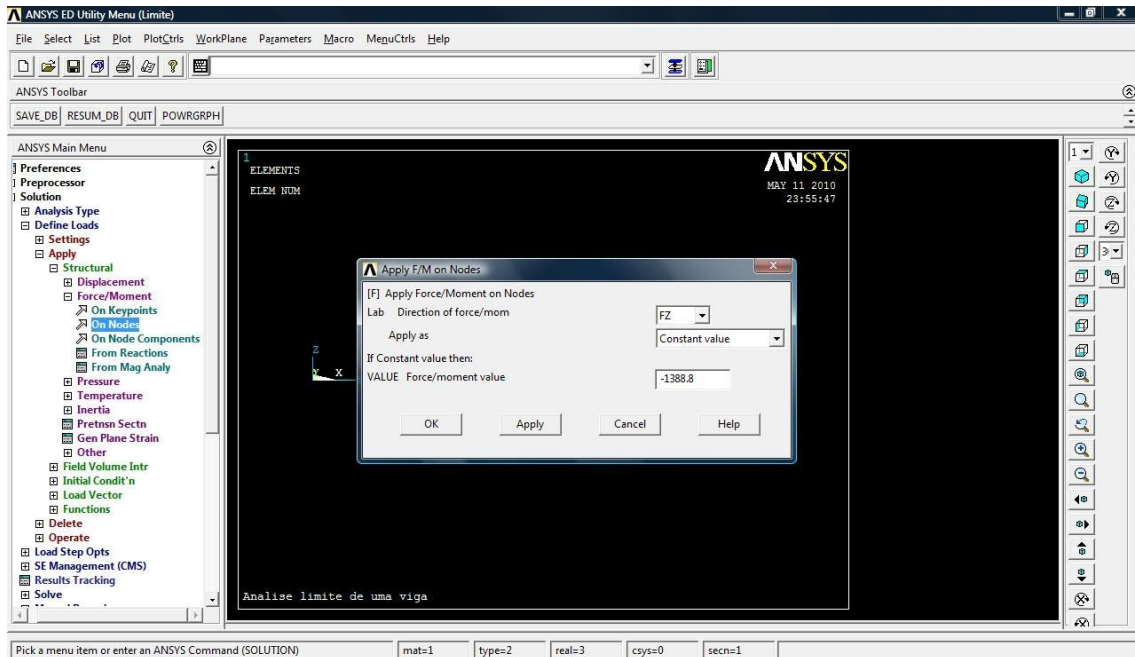
5.1.1. Fornece condição de contorno:

- ✓ Dentro do “Solution” clicar em “Analysis Type”, „Sol’n Controls”;
- ✓ Clicar em “Basic”;
- ✓ Inserir:
 - Number of Substeps = 3;
- ✓ Clicar em “OK”;



5.1.2. Aplicar as cargas:

- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Loads”, “Define Loads”, “Apply”, “Structural”, “Force/Moment”, “On Nodes”;
- ✓ Apontar o nó 2 e clicar em “OK”;
- ✓ (verificar que tem 2 nós e aceitar o 2);
- ✓ Na nova janela inserir:
 - Direction of força/mom **FZ**
- ✓ VALUE Force/moment value **-1388.8**
- ✓ Clicar em “OK”.



5.1.3. Salvando dados no arquivo Limite.db

- ✓ No ANSYS Toolbar clicar em “SAVE_DB”.

K

6. SOLUÇÃO

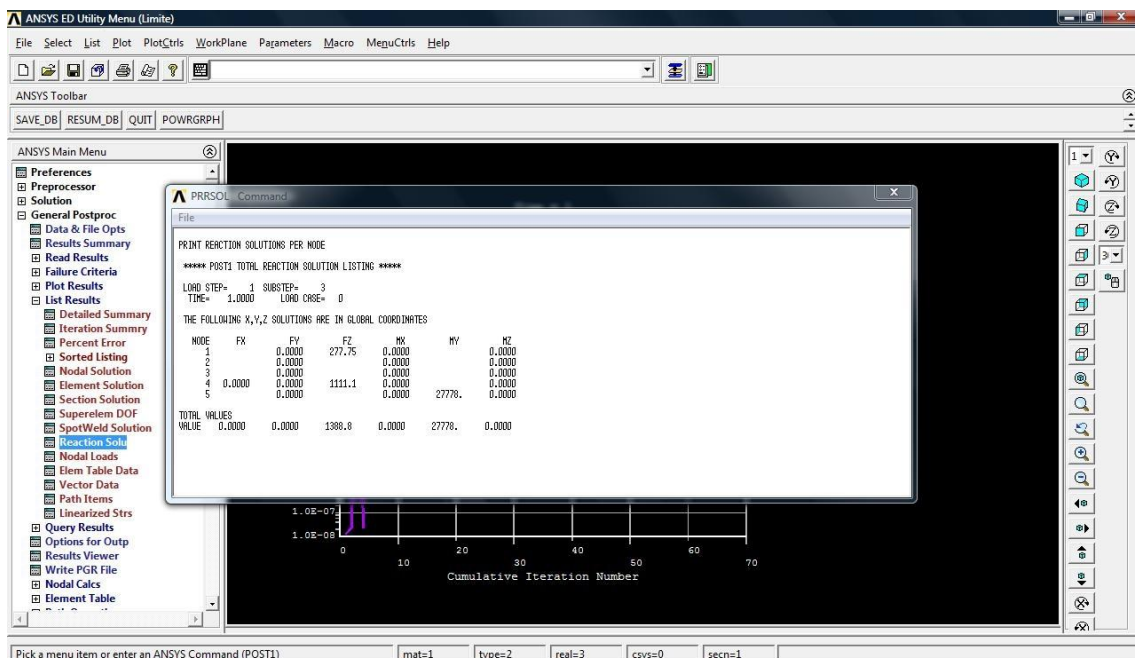
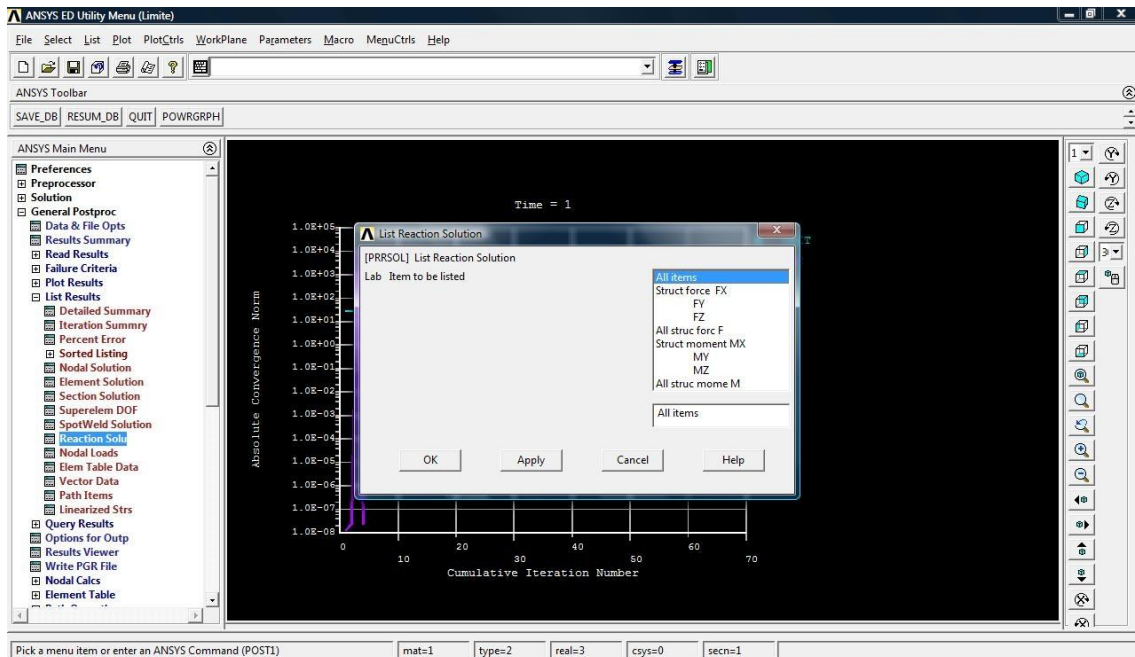
- ✓ No ANSYS Main Menu dentro do “Solution” clicar em “Solve”, “Current LS”;
- ✓ Clicar em “OK”.
- ✓ Na janela “Information: Solution is done” clicar em “CLOSE”.
- ✓ Desprezar os “Warnings”;
- ✓ No ANSYS Toolbar clicar em “SAVE_DB” para salvar os dados mais a solução no arquivo.

L

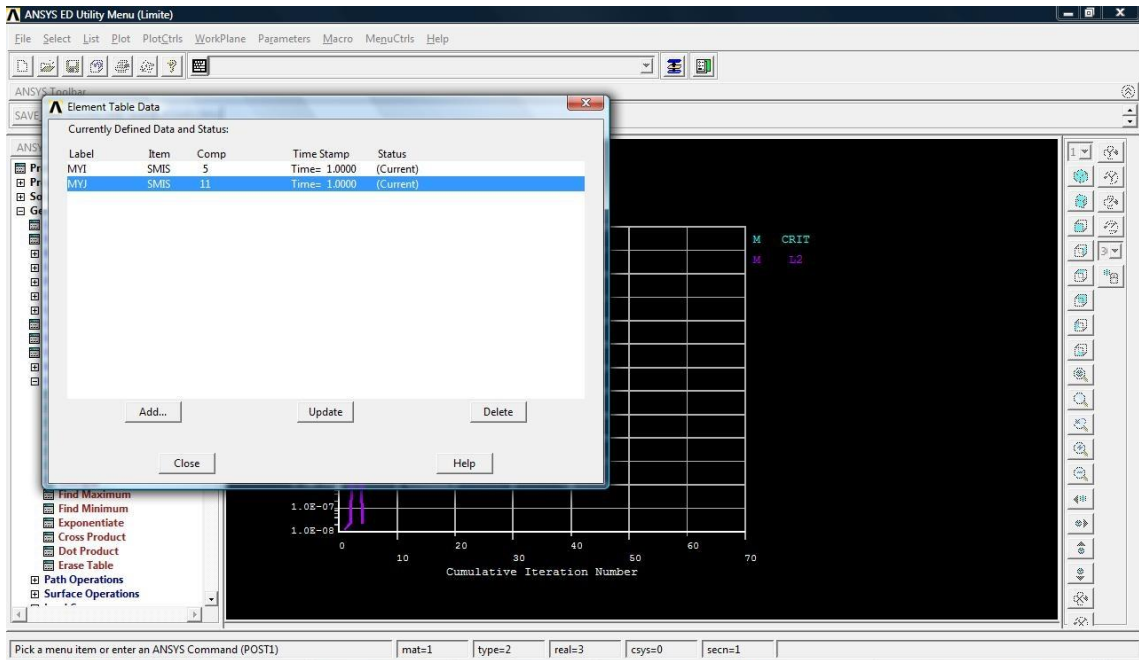
7. PÓS PROCESSAMENTO

7.1. Gera, lista e plota os resultados:

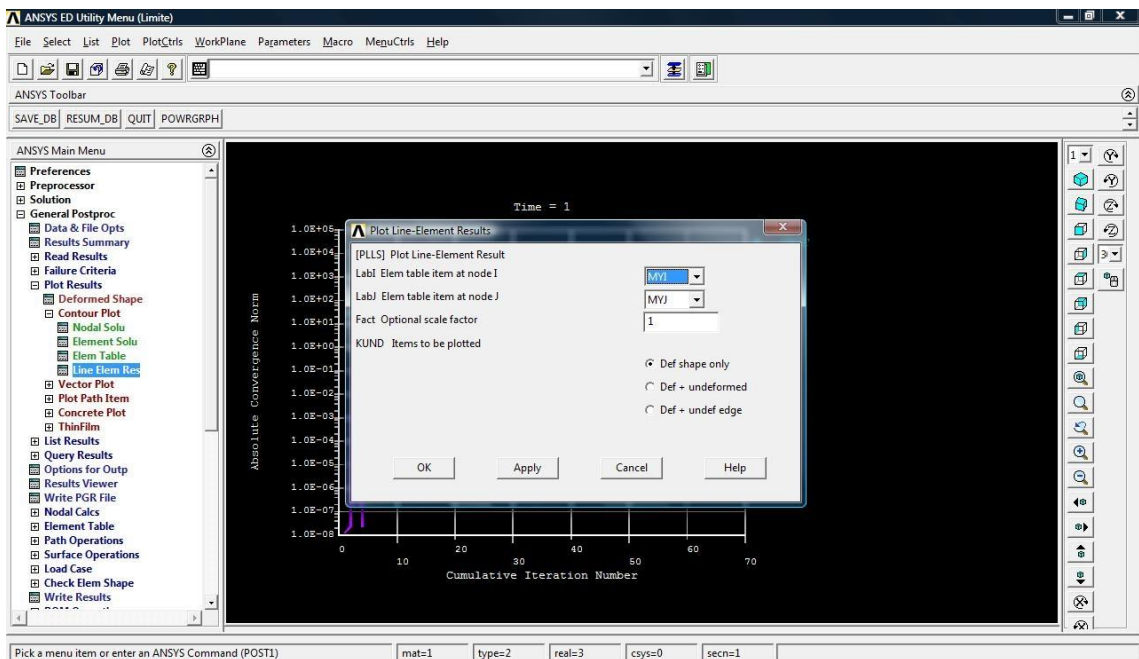
- ✓ No ANSYS Main Menu dentro do “General Postproc” clicar em “List Results”, “Reaction Solution” para listar as reações nodais;
- ✓ Inserir na janela que abrir:
 - Lab All Items
- ✓ Clicar em “OK”;

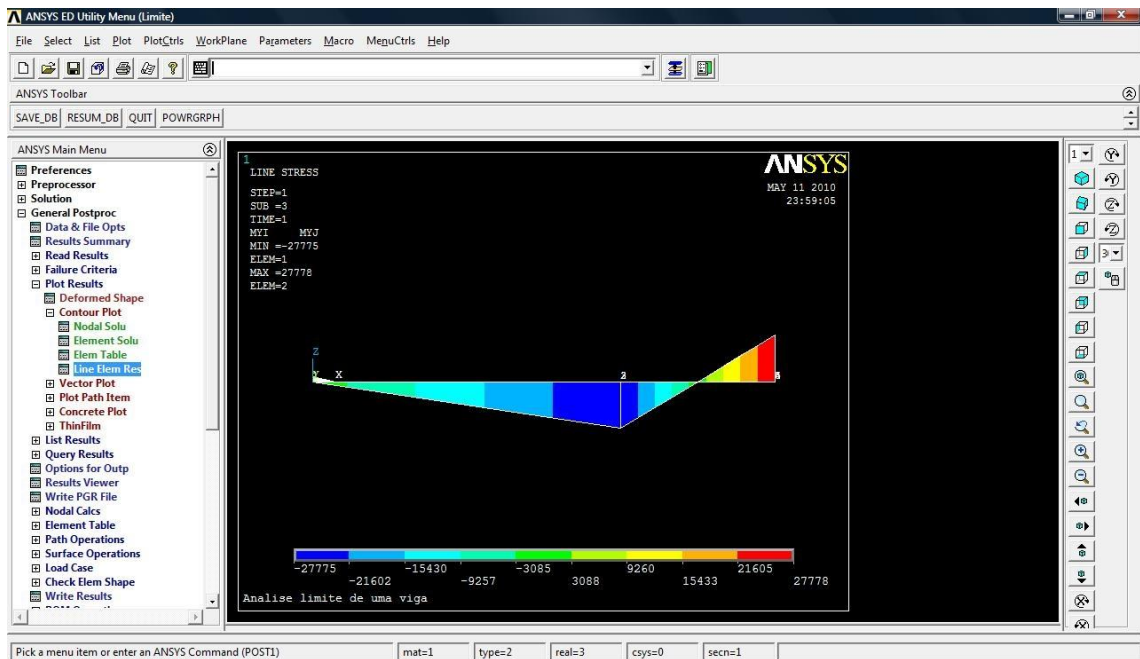


- ✓ No ANSYS Main Menu dentro do “General Postproc” clicar em “Element Table”, “Define Table”, “Update”;
- ✓ Clicar em “Close”.



- ✓ No ANSYS Main Menu dentro do “General Postproc” clicar em “Plot Results”, “Contour Plot”, “Line Elem Res ”;
- ✓ Na nova janela selecionar:
 - LABI **MFi**
 - LABJ **MFj**
- ✓ Clicar em “OK”;





5. SALVANDO ARQUIVOS E SAINDO DO PROGRAMA:

- ✓ No ANSYS Tollbar, clicar em “SAVE_DB” para salvar no Data Base;
- ✓ Ainda no ANSYS Toolbar, clicar em “QUIT”;
- ✓ Na nova janela, selecionar a opção “Save everything” e clicar em “OK”.

RESULTADOS

RESULTADOS NÃO CONSIDERANDO A EXISTÊNCIA DA RÓTULA PLÁSTICA

REAÇÕES NODAIS E MOMENTOS						
NÓ	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	0.00	205.75	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	1183.1	0.00	38578	0.00

