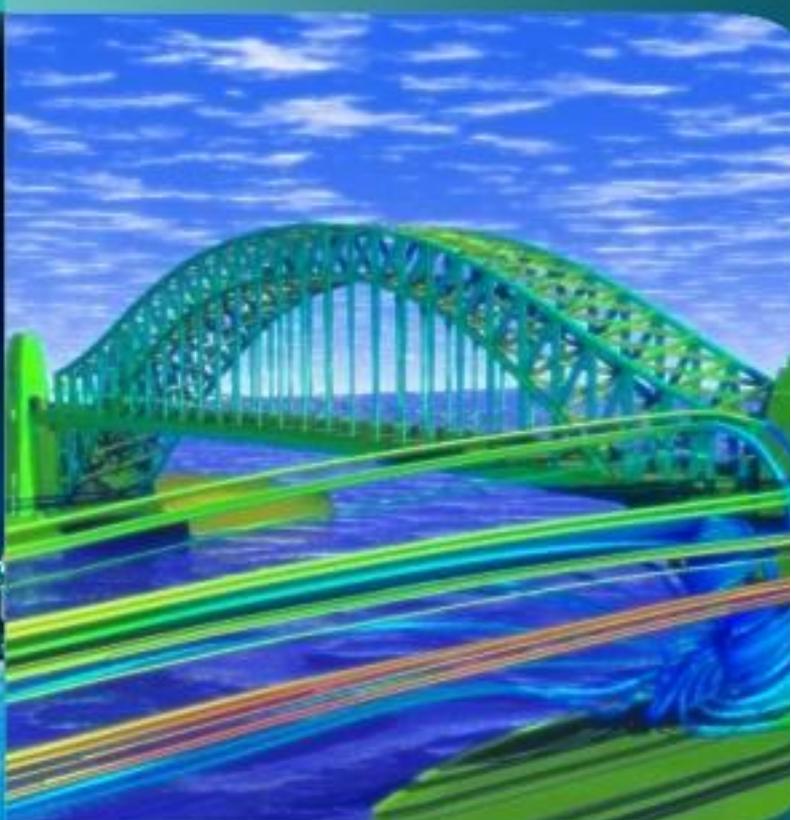




2010

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



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



**ESTADO PLANO DE TENSÃO -
CONCENTRAÇÃO DE
TENSÕES AO REDOR DE
ORIFÍCIOS**

ESTADO PLANO DE TENSÃO – CONCENTRAÇÃO DE TENSÕES AO REDOR DE ORIFÍCIOS – PARTE 2

INTRODUÇÃO

C) Placa com orifício circular:

O objetivo do exemplo é a determinação do regime de tensões a que está submetida uma placa fina com orifício circular. Segundo Timoshenko, em *Theory of Elasticity*, “a alta concentração de tensões encontrada no bordo de um orifício é de grande importância prática. Cita-se como exemplo orifícios em conveses de navios (e aviões). Quando o casco do navio é fletido, uma tração ou compressão se produz no convés, surgindo uma elevada concentração de tensões nos orifícios. Sob os ciclos de tensões produzidos pelas ondas, a fadiga do metal nas partes sobrecarregadas pode resultar em fissuras de fadiga”. O resultado teórico, apresentado por Timoshenko, pode ser comparado com os obtidos via MEF para diferentes malhas fazendo-se um estudo da convergência para os diferentes elementos disponíveis na Biblioteca de Elementos do programa.

PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS

- Modelo bidimensional utilizando-se estado plano de tensões;
 - Pode-se considerar a espessura unitária, obtendo-se para resultados tensões por unidade de espessura;

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

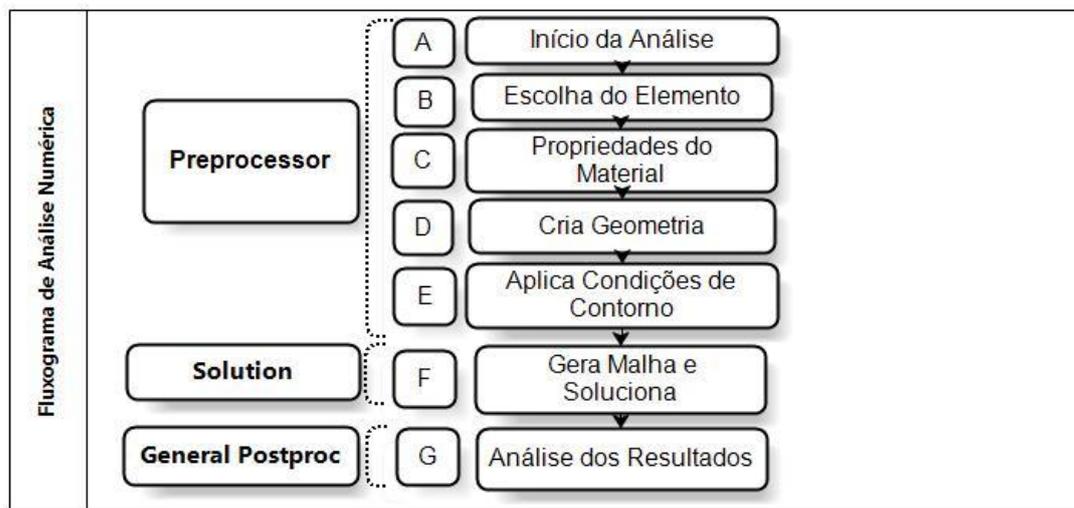
- E_X = Módulo de Elasticidade Longitudinal ou de Young: $E_{xx} = 3E10$ Pa;
- ν_{XY} = Coeficiente de Poisson: $\nu_{XY} = 0.3$

CARGA

- Pressão $p = -1000$ N/m (além disso, considerando-se medido por unidade de espessura).

RESOLUÇÃO

O procedimento de resolução pode ser demonstrado no seguinte fluxograma:



COMANDOS ANSYS®9.0ED

A) PRIMEIRO ESTUDO:

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: **“Concentracao de Tensoes – Exemplo 2 – Placa com orifício circular”**;
- ✓ 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: **“circular”**;
- ✓ 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.

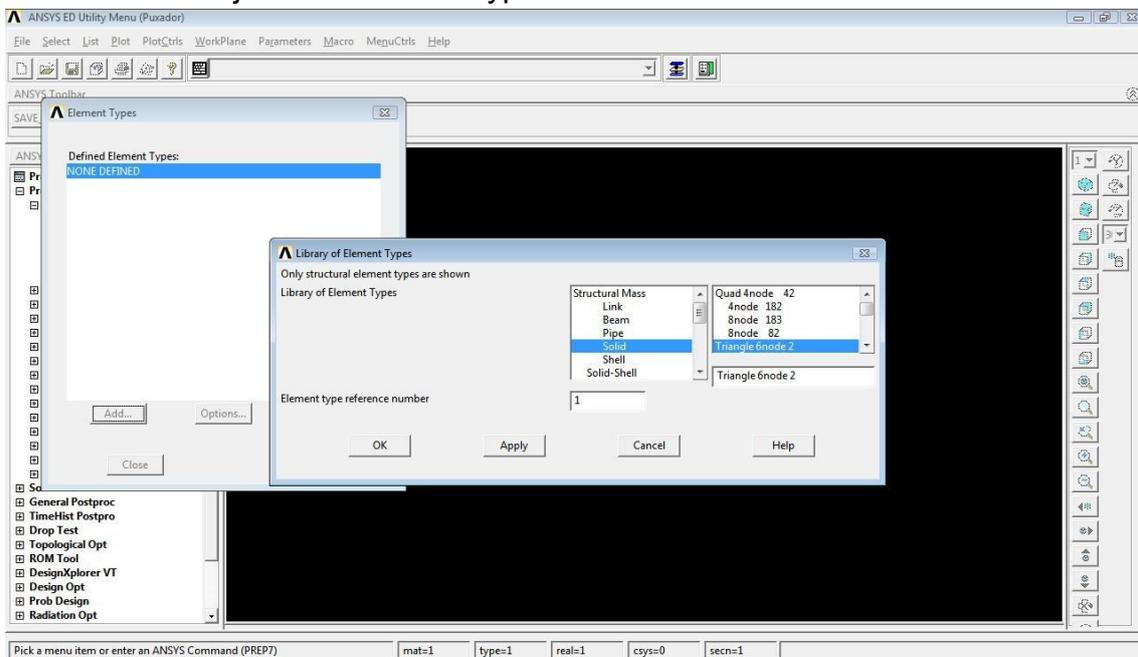
2. ENTRA NA FASE DE PRÉ-PROCESSAMENTO

- ✓ 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 SOLID**”, “**Triangle 6node 2**” e clicar em “OK”;
- ✓ Fechar a janela “Element Types”.



C

2.2. Define as propriedades do material:

- ✓ Dentro do “Preprocessor”, selecionar “Material Props”, “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 na lacuna PRXY o valor do Coeficiente de Poisson e clicar em “OK”:

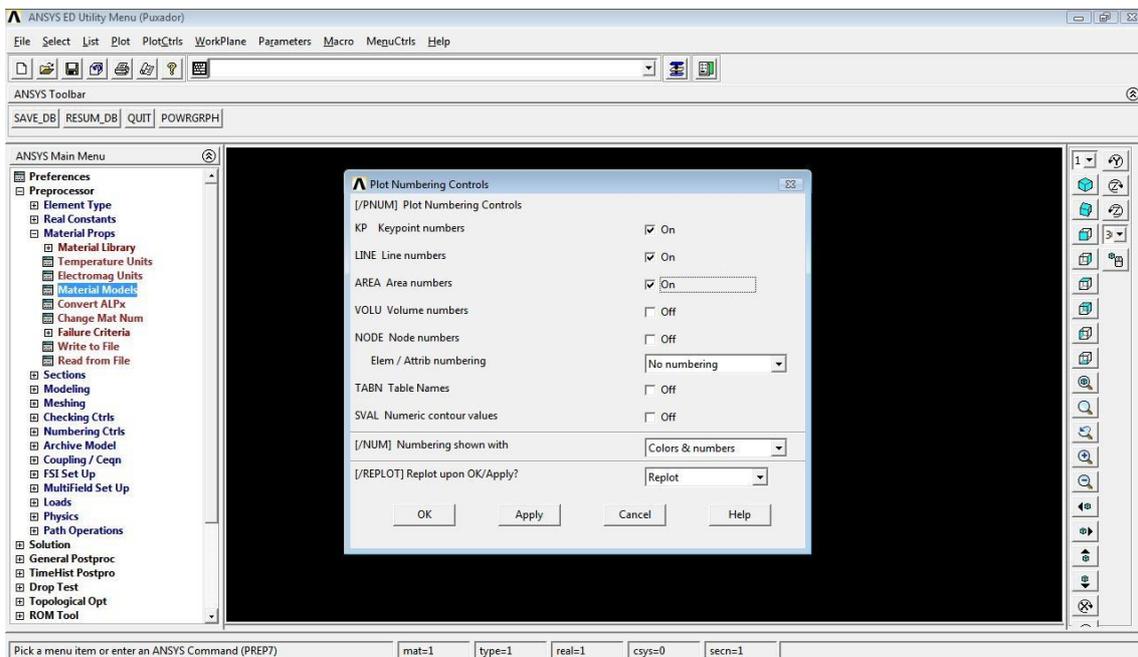
- EX = 3E10;
- PRXY = 0.3;
- ✓ Fechar a janela “Define Material Model Behavior”.

D

2.3. Cria o modelo geométrico:

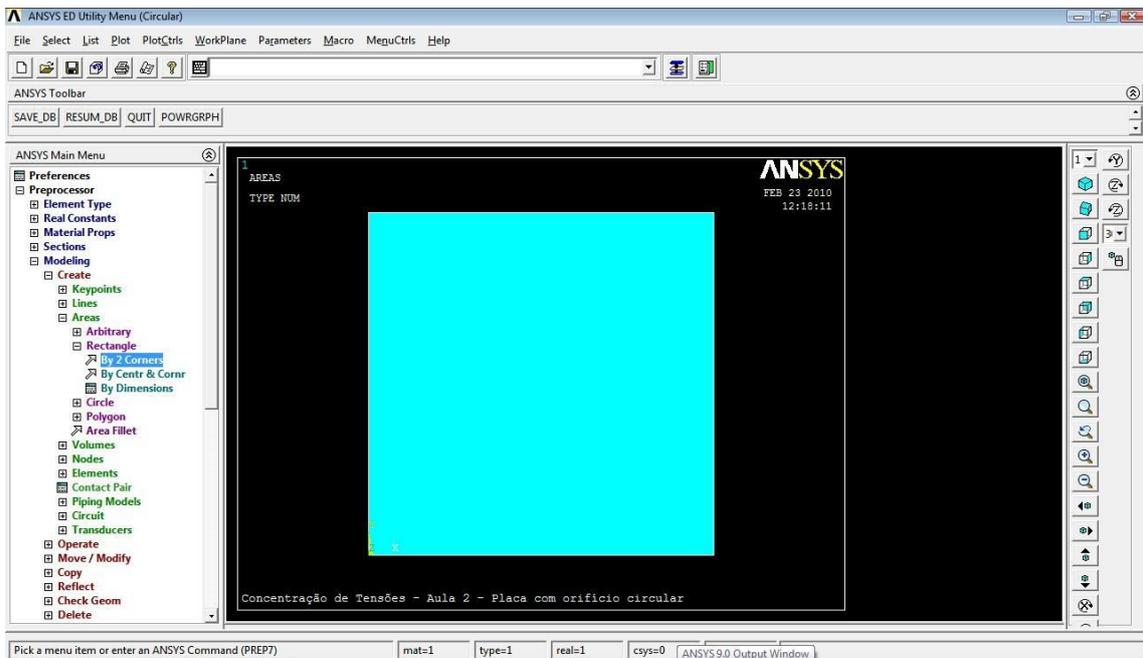
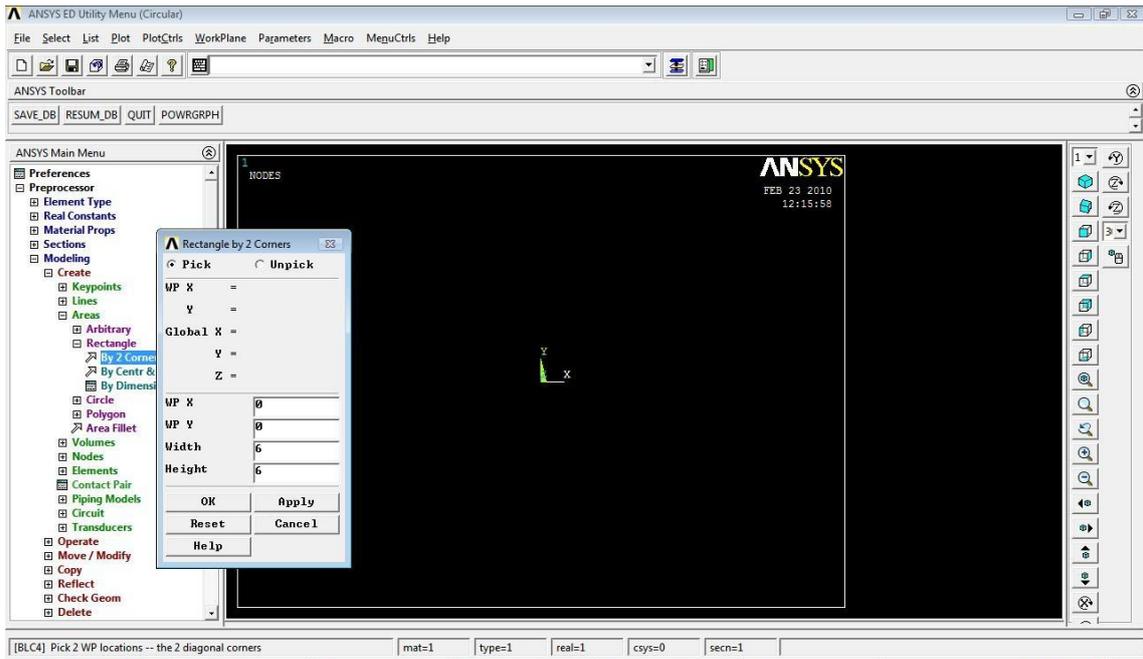
2.3.1. Numera área, lines e keypoints:

- ✓ No ANSYS Utility Menu clicar em “PlotCtrls” e acessar a opção “Numbering”;
- ✓ Na nova janela que aparecer, selecionar:
 - Keypoints ON
 - Lines ON
 - AREA ON
- ✓ Clicar em “OK”.

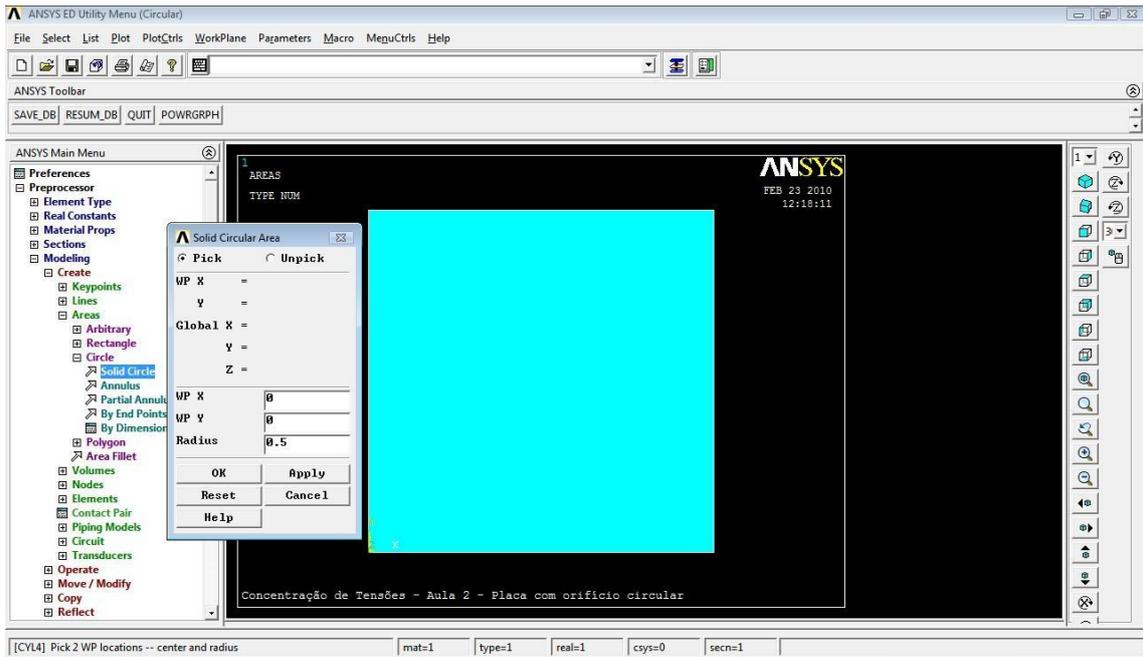


2.3.2. Cria o modelo geométrico:

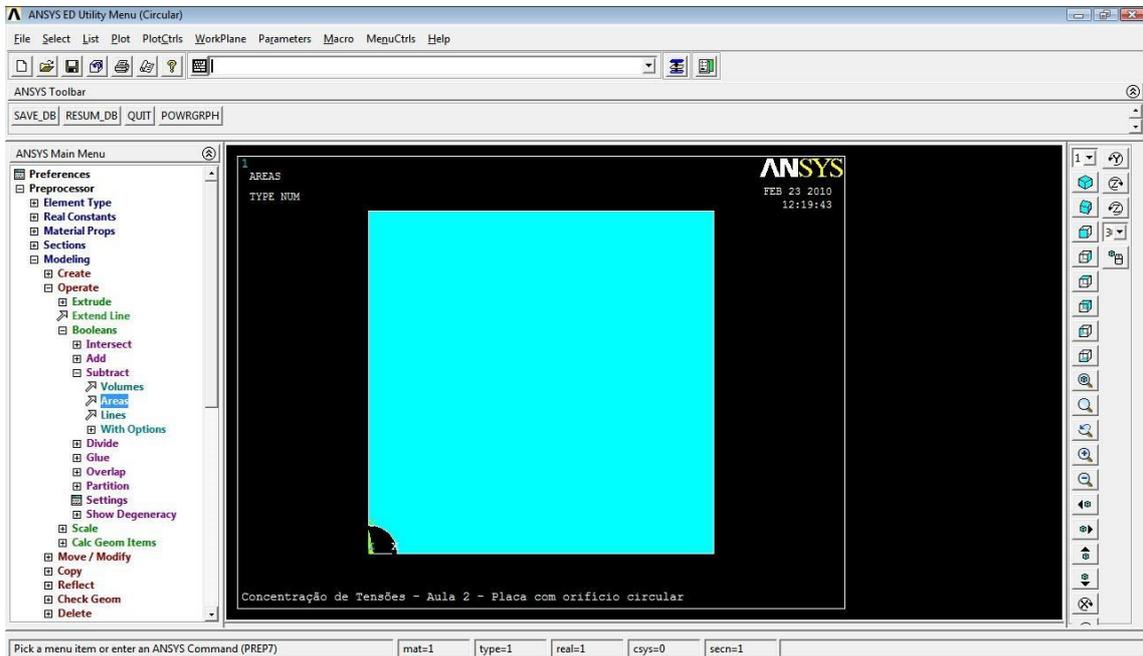
- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Modeling”, “Create”, “Rectangle”, “By 2 corners”;
- ✓ Na nova janela que abrir, inserir:
 - WPX = 0;
 - WPY = 0;
 - Width = 6;
 - Height = 6;
- ✓ Clicar em “OK”;



- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Modeling”, “Create”, “Circle”, “Solid Circle”;
- ✓ Na nova janela que abrir inserir:
 - WPX = 0;
 - WPY = 0;
 - Radius = 0.5;
- ✓ Clicar em “OK”;



- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Modeling”, “Operate”, “Booleans”, “Subtract”, “Areas”; (Subtrair área 2 da área 1)
- ✓ Na nova janela apontar a área 1 e clicar em “APPLY”;
- ✓ Apontar área 2 e clicar em “OK”;



E

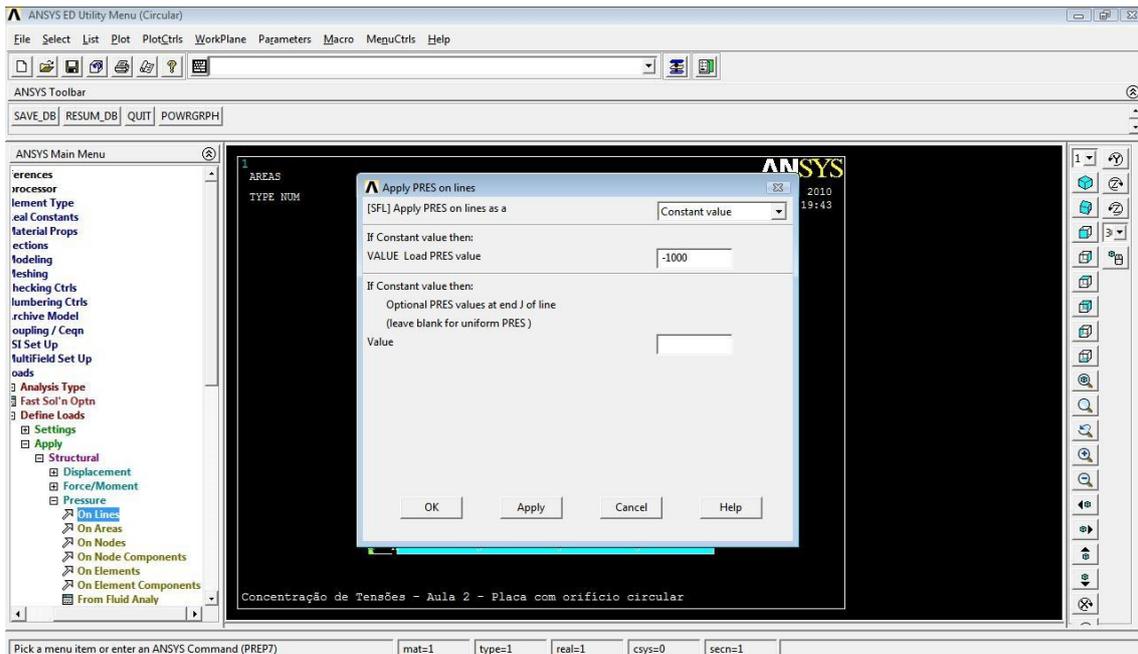
2.4. Aplicar as condições de contorno na modelagem sólida:

2.4.1. Fornece condição de contorno:

- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Loads”, “Define Loads”, “Apply”, “Structural”, “Displacement”, “Symmetry B.C.”, “On Lines”;
- ✓ Na nova janela que abrir apontar as linhas **9 e 10** e clicar em “OK”;

2.4.2. Aplicar as cargas:

- ✓ Dentro do “Preprocessor” selecionar “Loads”, “Define Loads”, “Apply”, “Structural”, “Pressure”, “On Lines.”;
- ✓ Apontar a linha **2** e clicar em “OK”;
- ✓ Na nova janela inserir o valor da carga a ser distribuída na linha:
 - VALUE **-1000**; (sinal negativo = pressão “saindo” do corpo)
- ✓ Clicar em “OK”;



2.4.3. Salvando dados no arquivo circular.db

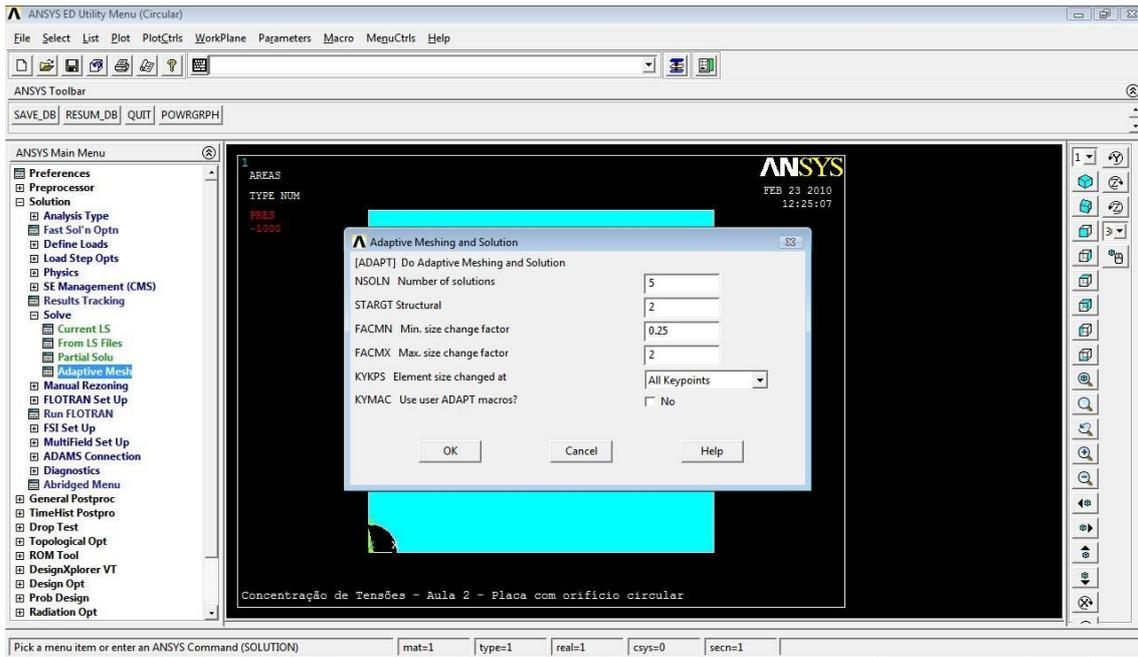
- ✓ No ANSYS Toolbar clicar em “SAVE_DB”.

F

3. SOLUTION

3.1. Gera a malha de elementos finitos e soluciona o exemplo:

- ✓ Dentro do “Solution” clicar em “Unabridge Menu”;
- ✓ Ainda dentro do “Solution”, selecionar “Solve”, “Adaptative Mesh”;
- ✓ Na janela “Adaptative Mesh and Solution”, inserir:
 - NSOLN **5**;
 - STARGT **2**;
 - FACMN **0.25**;
 - FACMX **2**;
- ✓ Clicar em “OK”

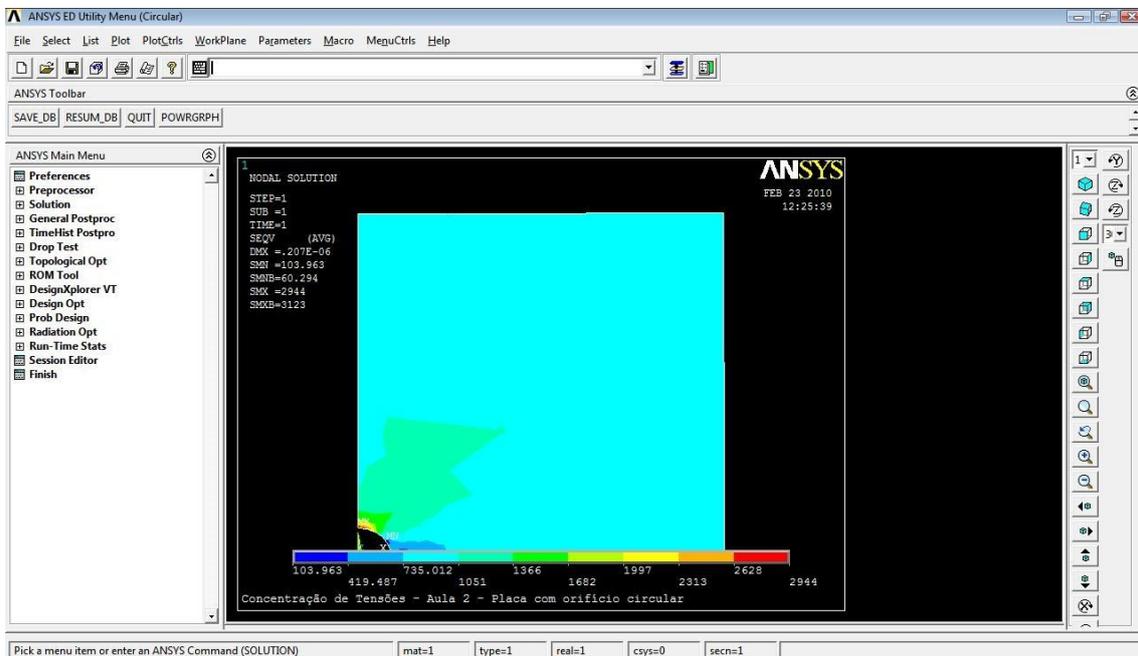


✓ O programa criará uma malha com 115 elementos e 268 nós.

G

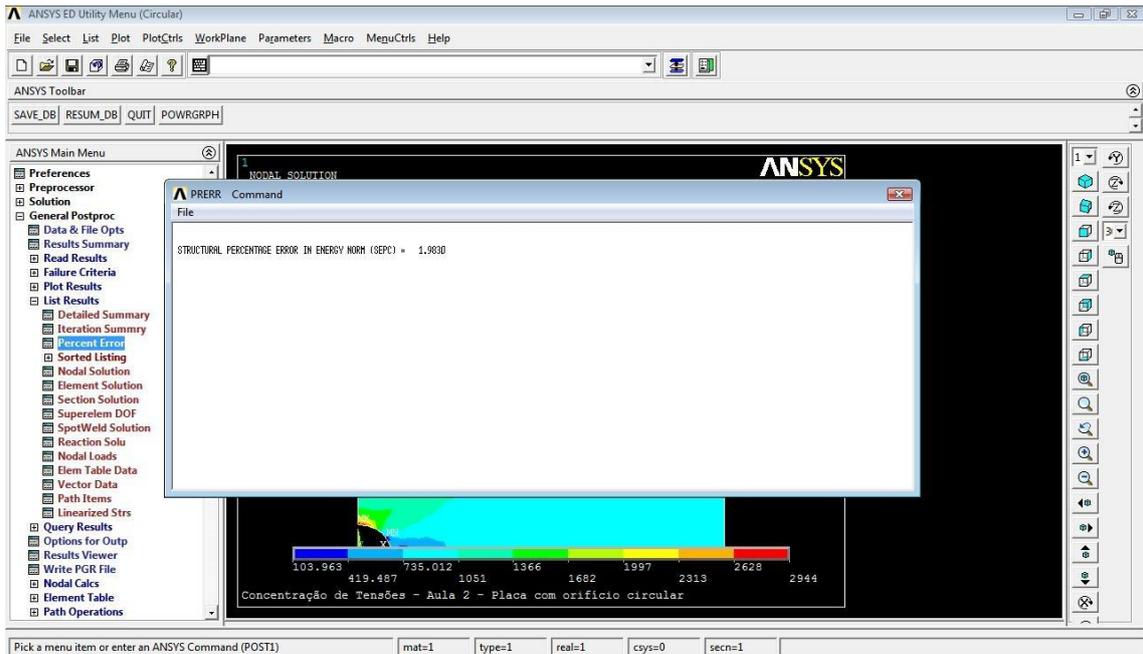
4. PÓS PROCESSAMENTO

4.1. Gera, lista e plota os resultados:

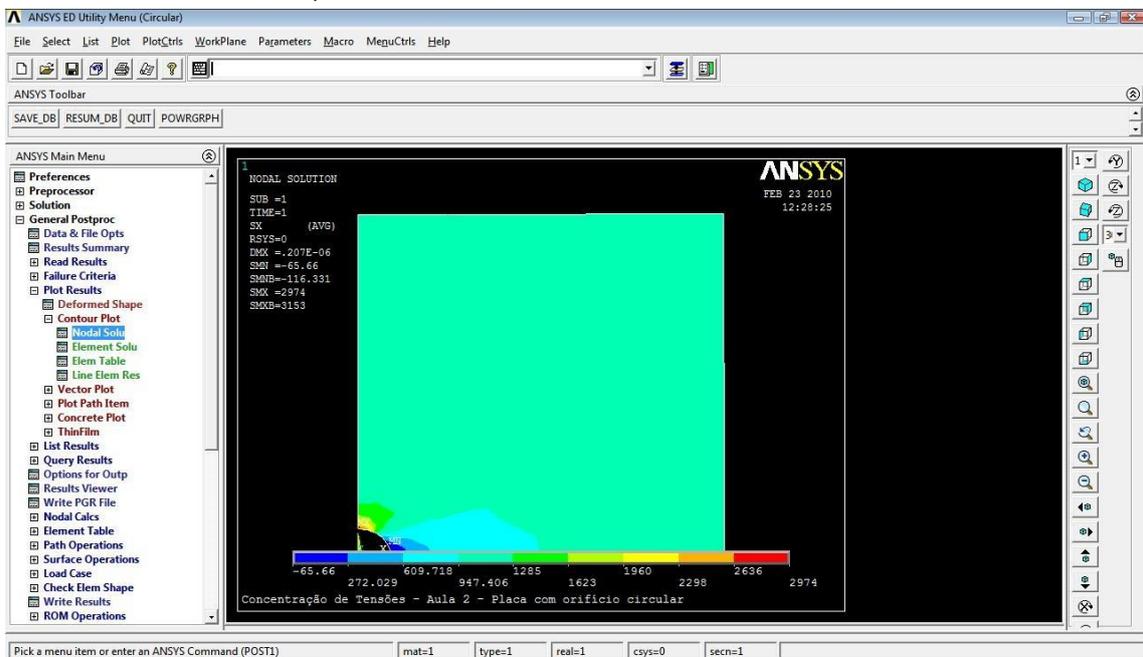


✓ $SEQV = 2944 \text{ Pa}$;

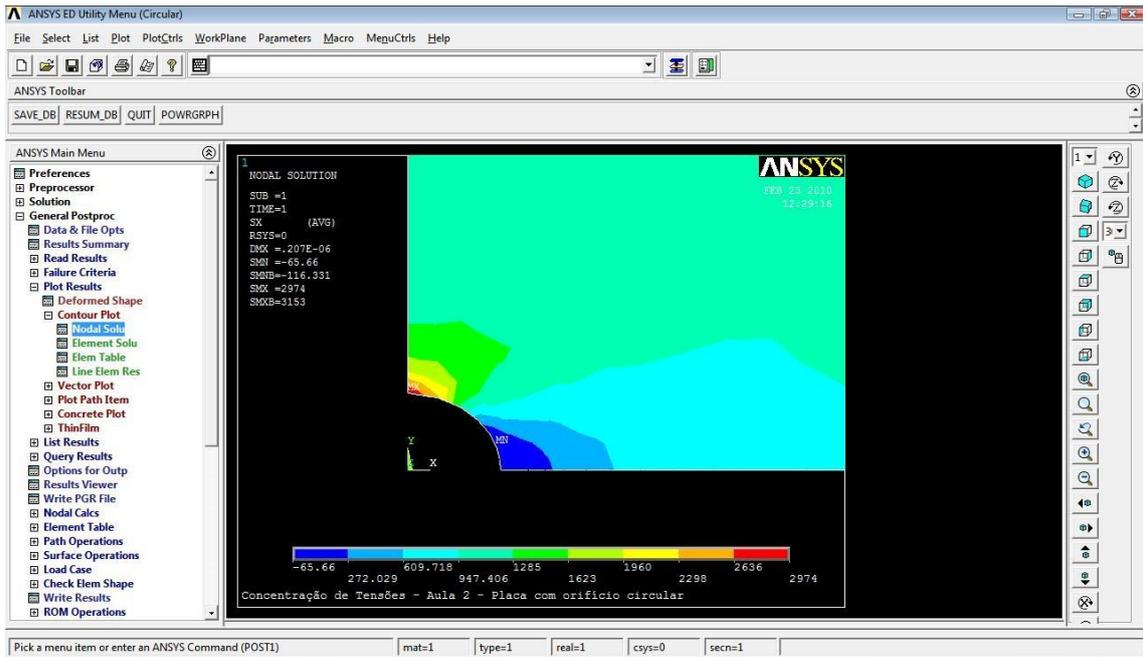
✓ No ANSYS Main Menu dentro do “General Postproc” clicar em “List Results”, “Percent Error” para listar a porcentagem de erro no valor da energia;



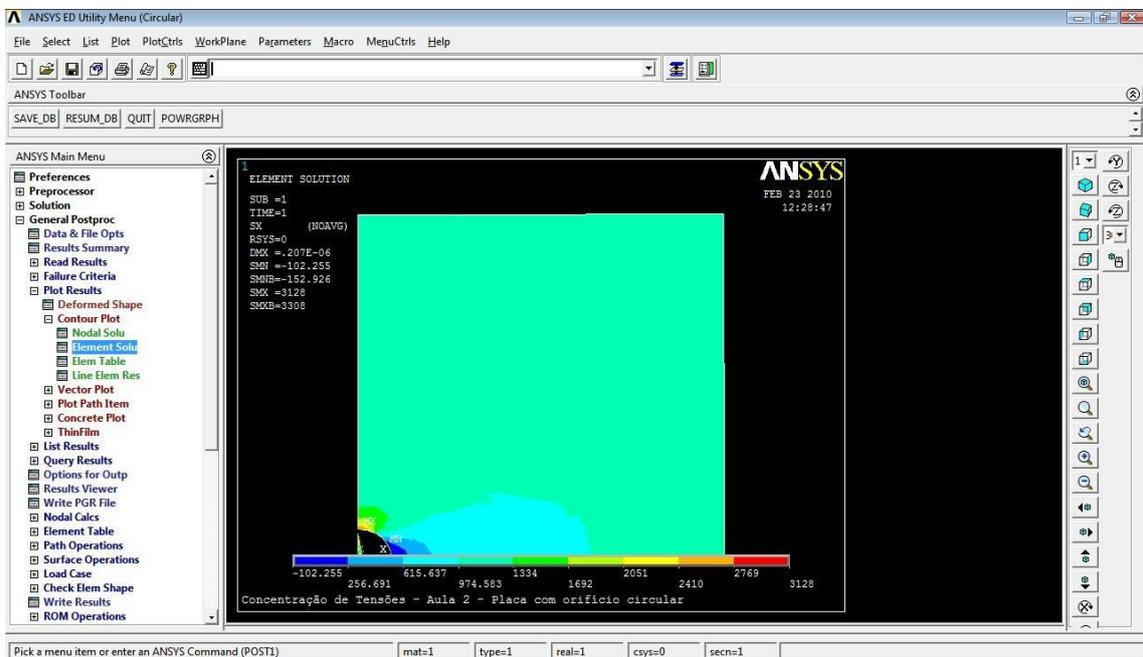
- ✓ Erro = 1.9830;
- ✓ No ANSYS Main Menu dentro do “General Postproc” clicar em “Plot Results”, “Contour Plot”, “Nodal Solu”;
- ✓ Na nova janela selecionar:
 - Stress;
 - **X – Component of Stress**
- ✓ Clicar em “OK”;



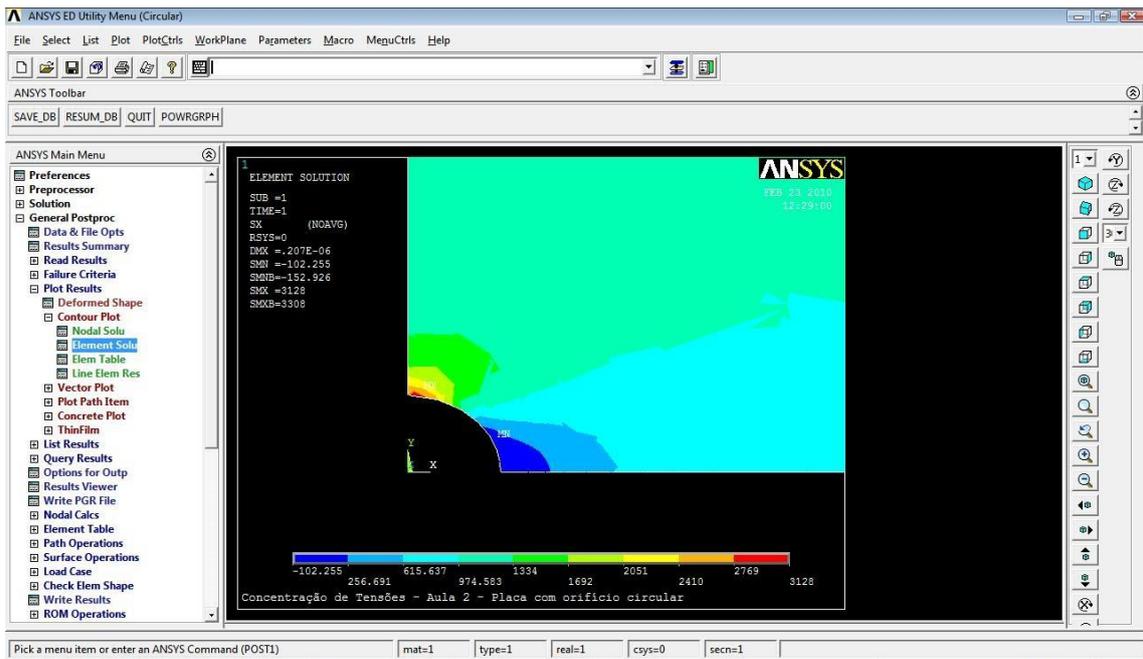
- ✓ Máxima SX = 2974 Pa.
- ✓ Dar um zoom na região da fissura para verificar a distribuição das tensões;



- ✓ No ANSYS Main Menu dentro do “General Postproc” clicar em “Plot Results”, “Contour Plot”, “Element Solu”;
- ✓ Na nova janela selecionar:
 - Stress;
 - **X – Component of Stress**
- ✓ Clicar em “OK”;



- ✓ Máxima SX = 3128 Pa
- ✓ Dar um zoom na região da fissura para verificar a distribuição das tensões;



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, seleccionar a opção “Save everything” e clicar em “OK”.