



TUTORIAL ANSYS

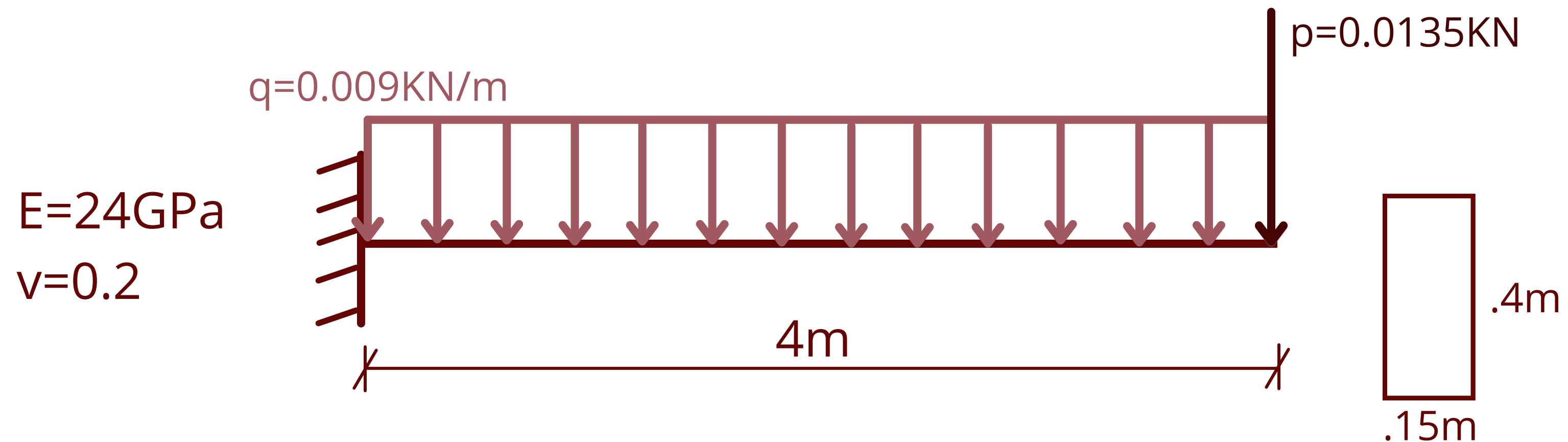
VIGA ENGASTADA UTILIZANDO O ELEMENTO BEAM 189



Lóren Ferreira da Cruz
Orientador: Eduardo Couto

EXEMPLO

Neste exemplo, vamos encontrar a deflexão máxima (flecha) de uma viga em balanço. Seu coeficiente de Poisson (ν) é de 0.2 e seu módulo de elasticidade (E) é de 24GPa.

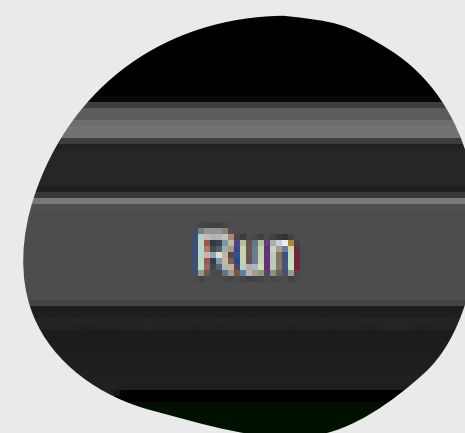
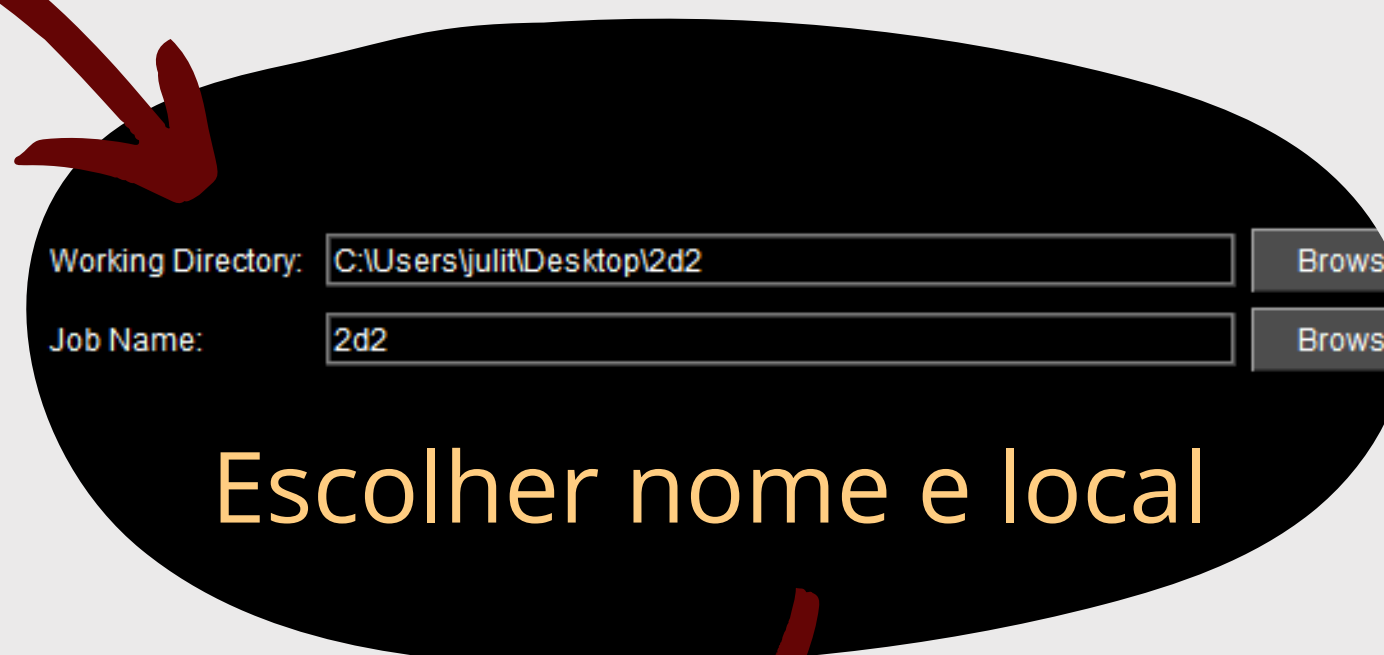


INICIANDO O ANSYS

Esta tela aparece ao inicializar o programa, nela escolhe-se o local onde o arquivo será armazenado e seu nome.

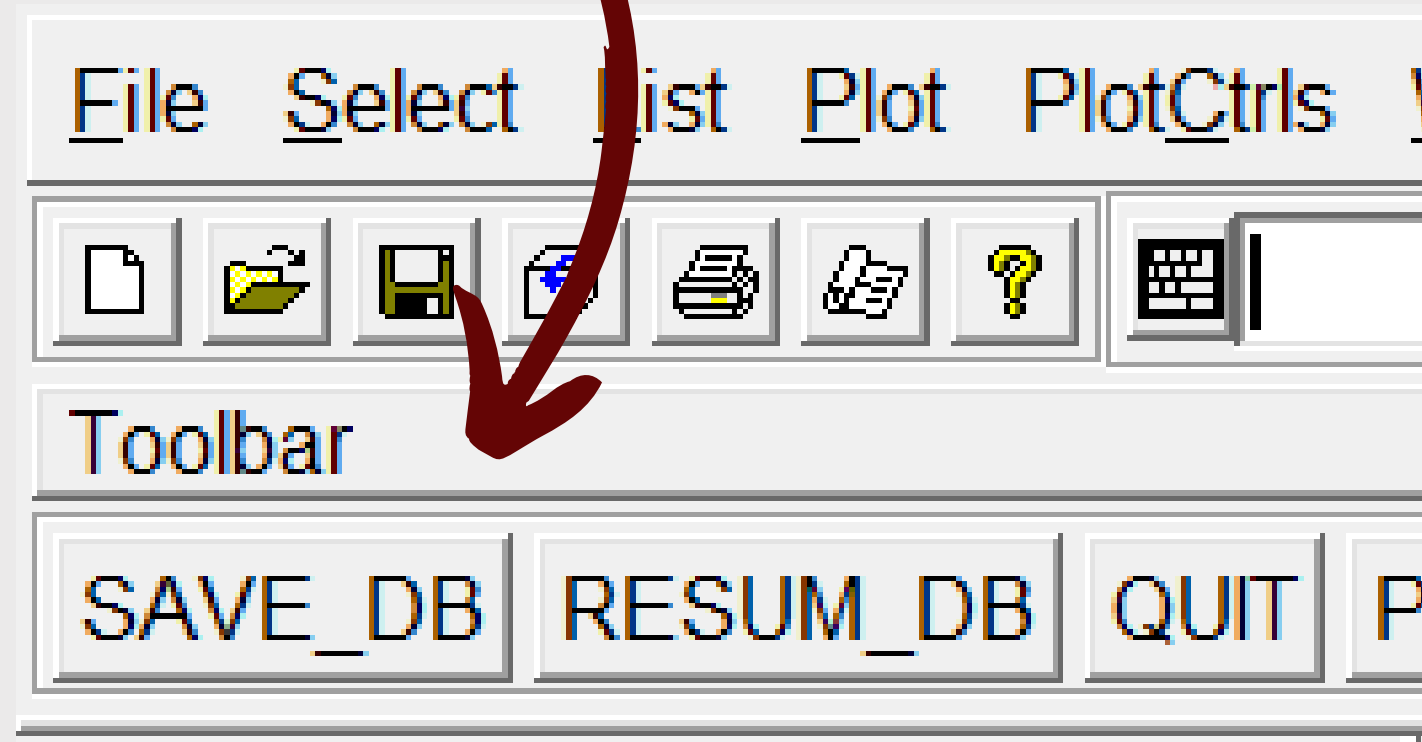
Sempre utilize pastas reservadas apenas para o arquivo!

Colocou algo errado? Não se preocupe, será possível alterar estes dados posteriormente!



SALVAR

A qualquer momento é possível salvar o arquivo, basta clicar em **SAVE DB.**

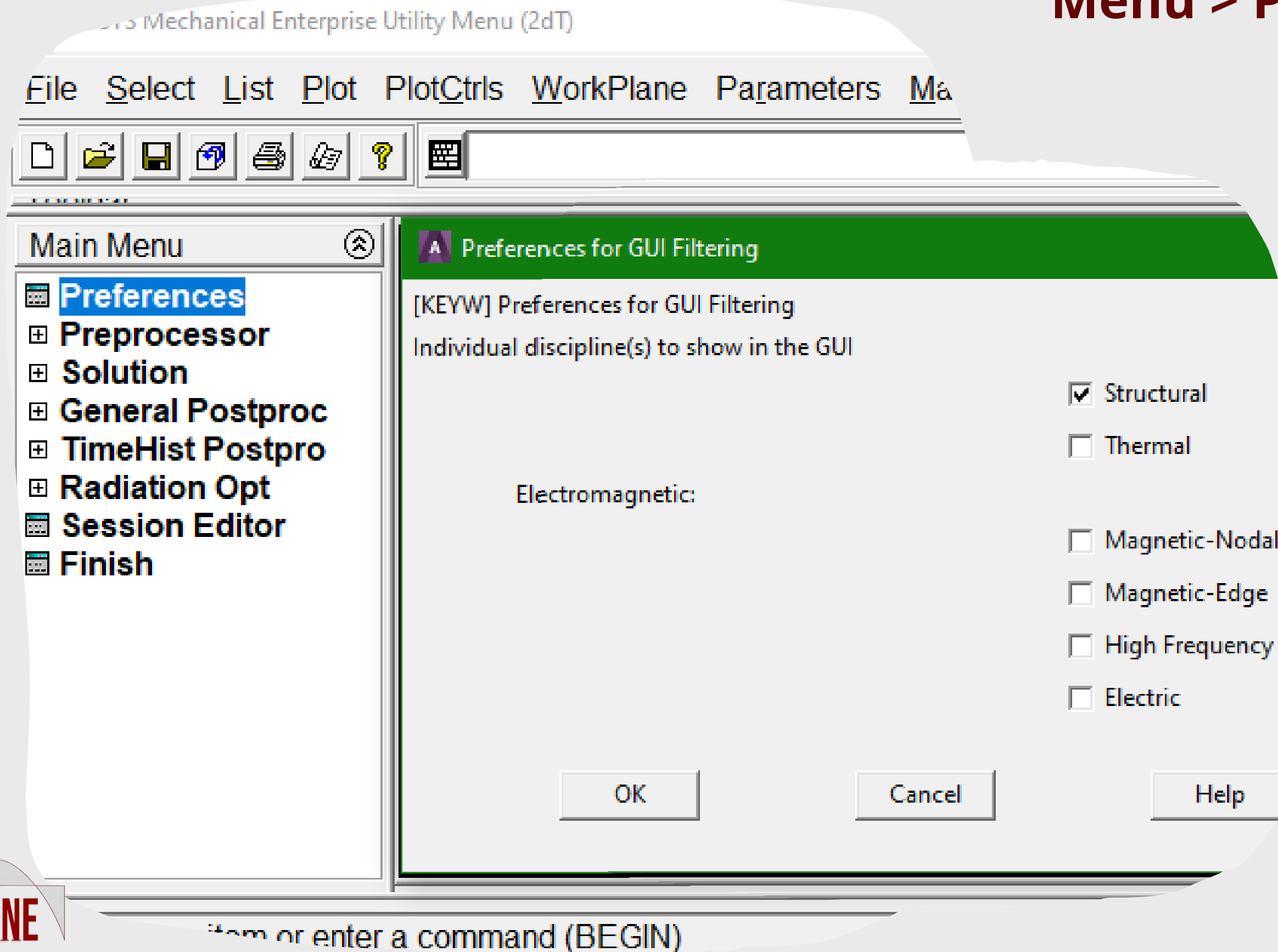


Lembre-se de fazer isto com frequência!

Para alterar o nome ou local do arquivo, basta clicar em "file", no menu de utilidades e escolher o que deseja alterar, definindo assim um novo nome ou local.

PREFERÊNCIAS

Menu > Preferences



No **menu**, clique em "preferences", a janela ao lado abrirá. Selecione a caixinha ao lado da opção "Structural" e em seguida pressione "OK"

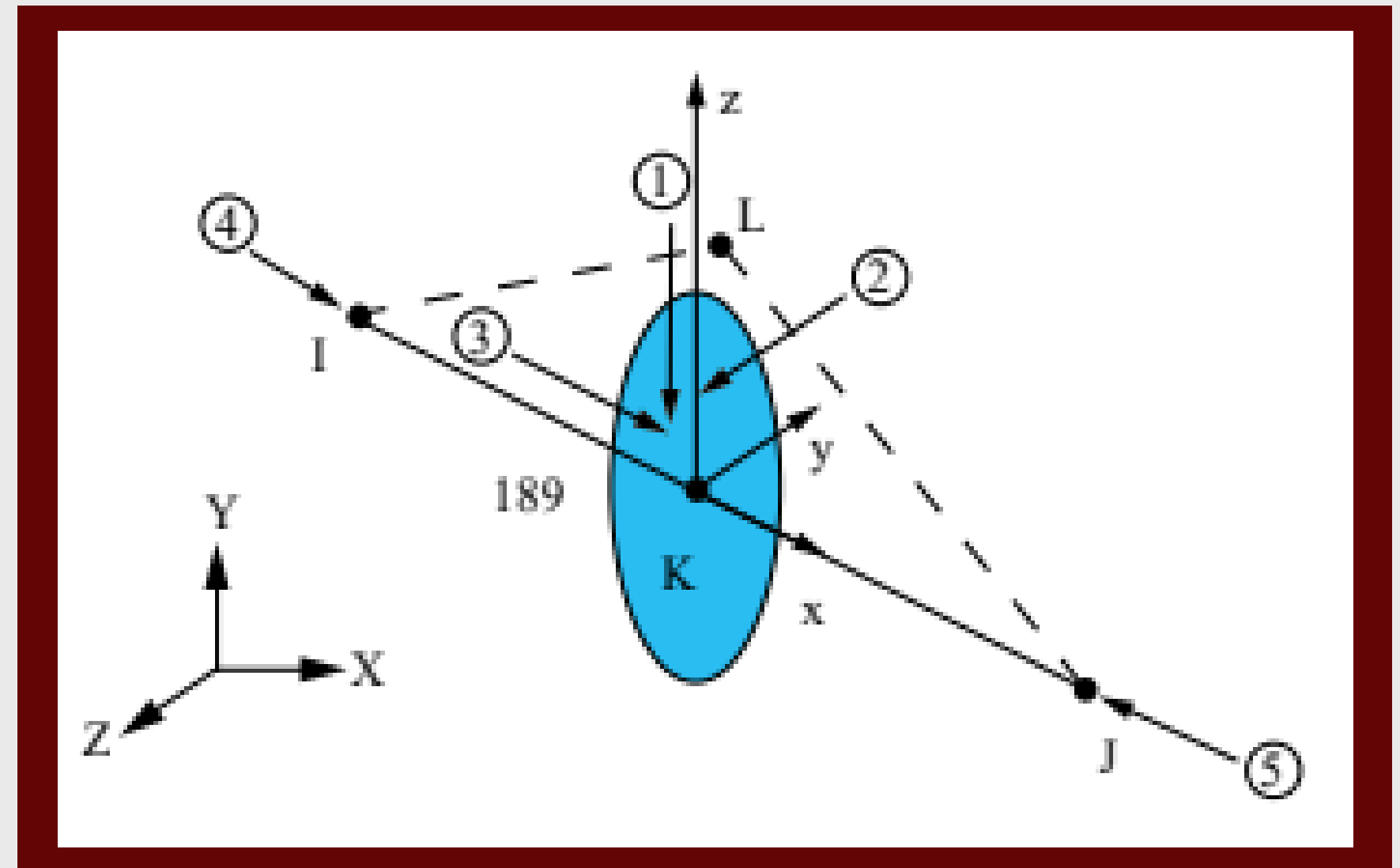


PRÉ-PROCESSAMENTO

DEFININDO O TIPO DE ELEMENTO:

Neste exemplo, utilizaremos o elemento **BEAM 189**, este elemento possui seis graus de liberdade em cada nó: translações nas direções **x,y** e **z**, e rotações em torno das direções **x,y** e **z**.

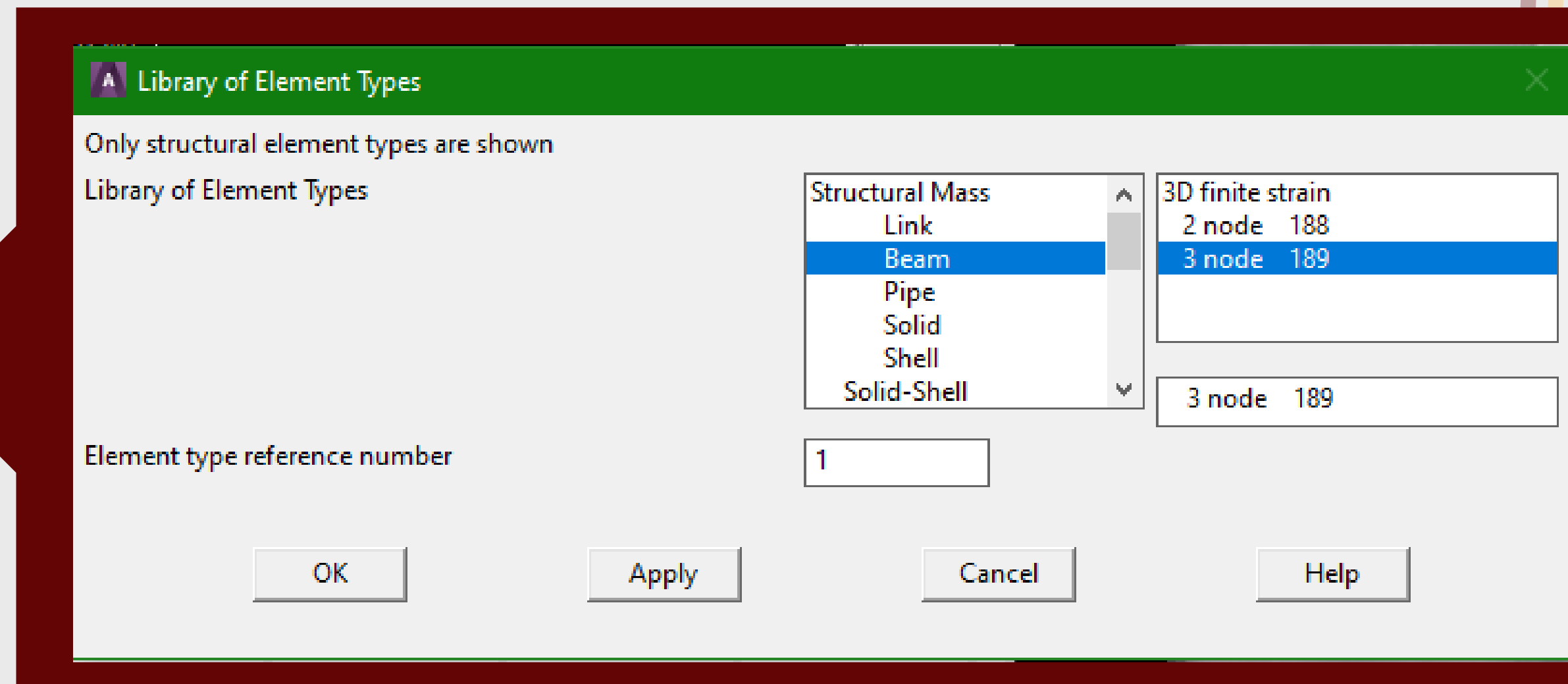
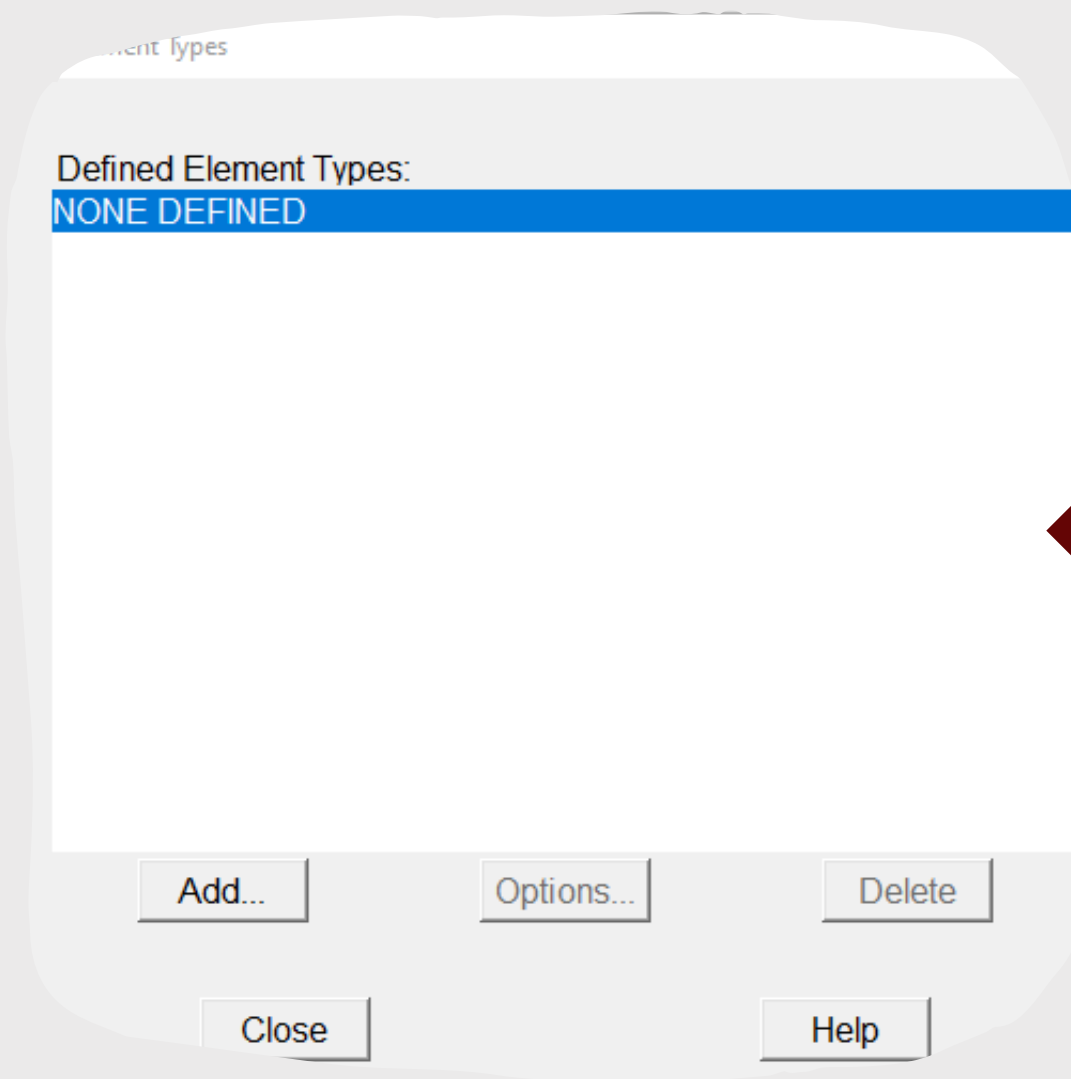
O **BEAM 189** é adequado para analisar estruturas de vigas delgadas a moderadamente grossas/grossas.



PRÉ-PROCESSAMENTO

Em seguida, acesse:

Menu > Preprocessor > Element Type



Para finalizar, pressione "OK".

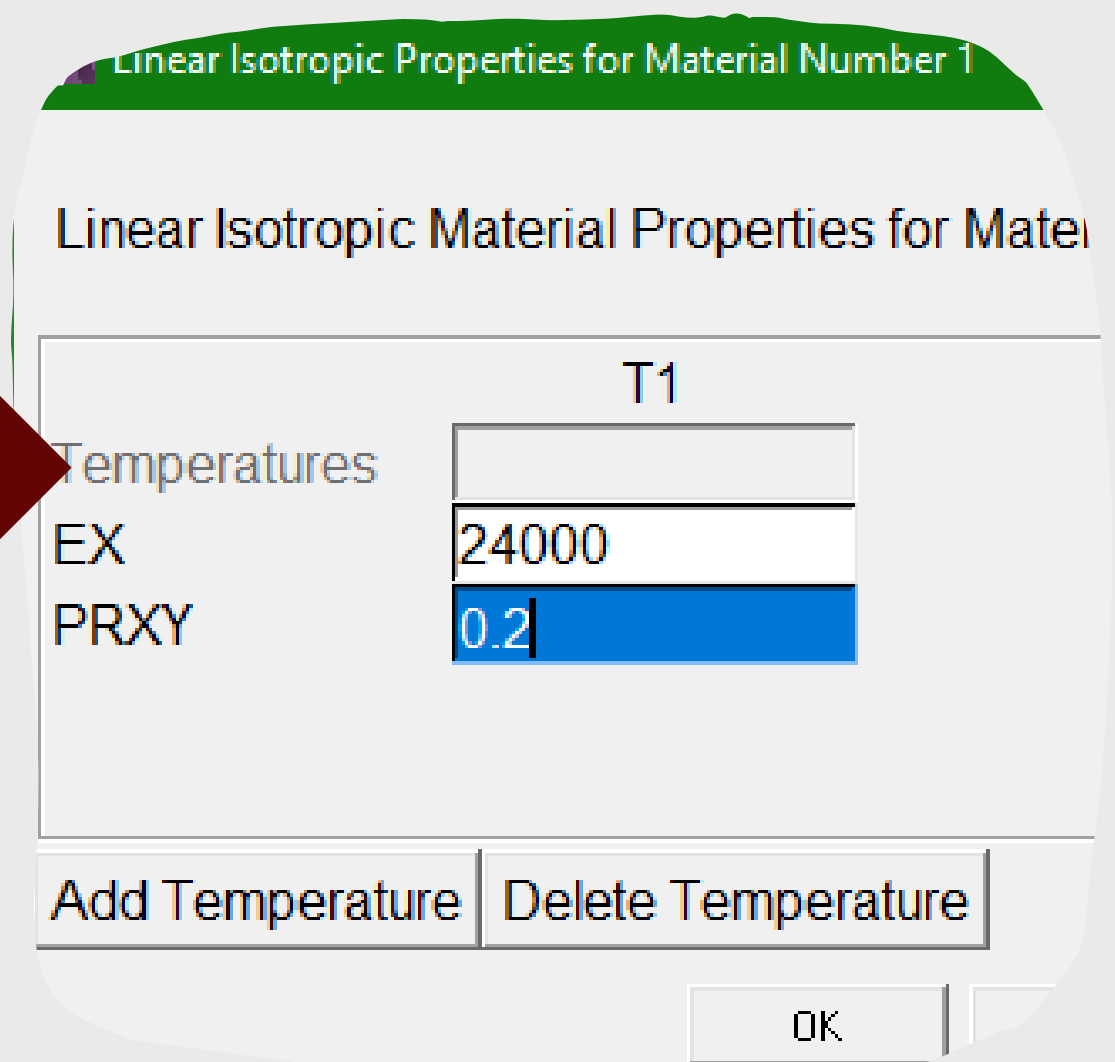
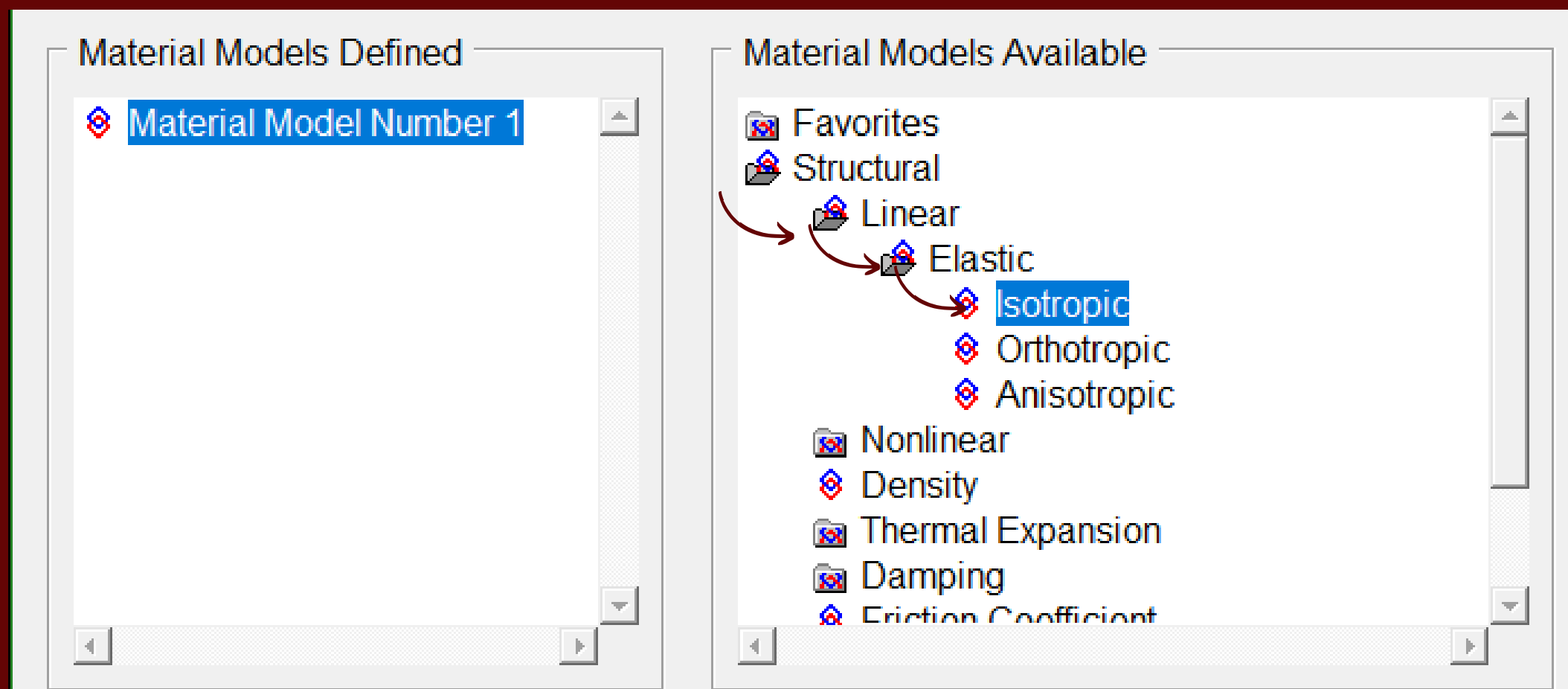
PRÉ-PROCESSAMENTO

Para definir o módulo de elasticidade "EX" e Coef. de Poison "PRXY", acesse:

Menu > Preprocessor > Material Props > Material Models

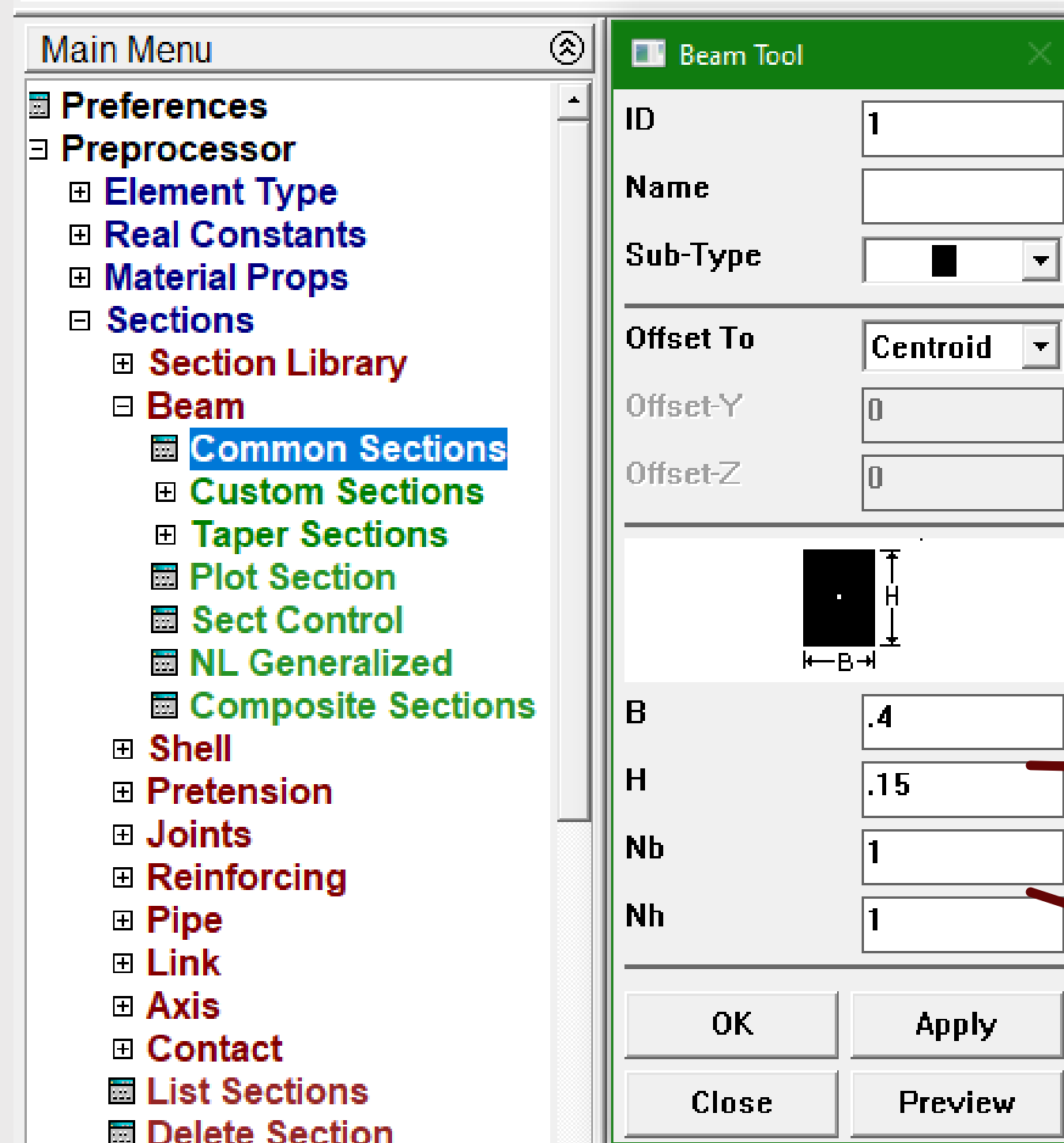
ATENÇÃO:

O programa não define unidades, cuidado para sempre colocar os valores dentro do sistema desejado!



PRÉ-PROCESSAMENTO

Menu > Preprocessor > Modeling > Sections > Beam > Custom Sections



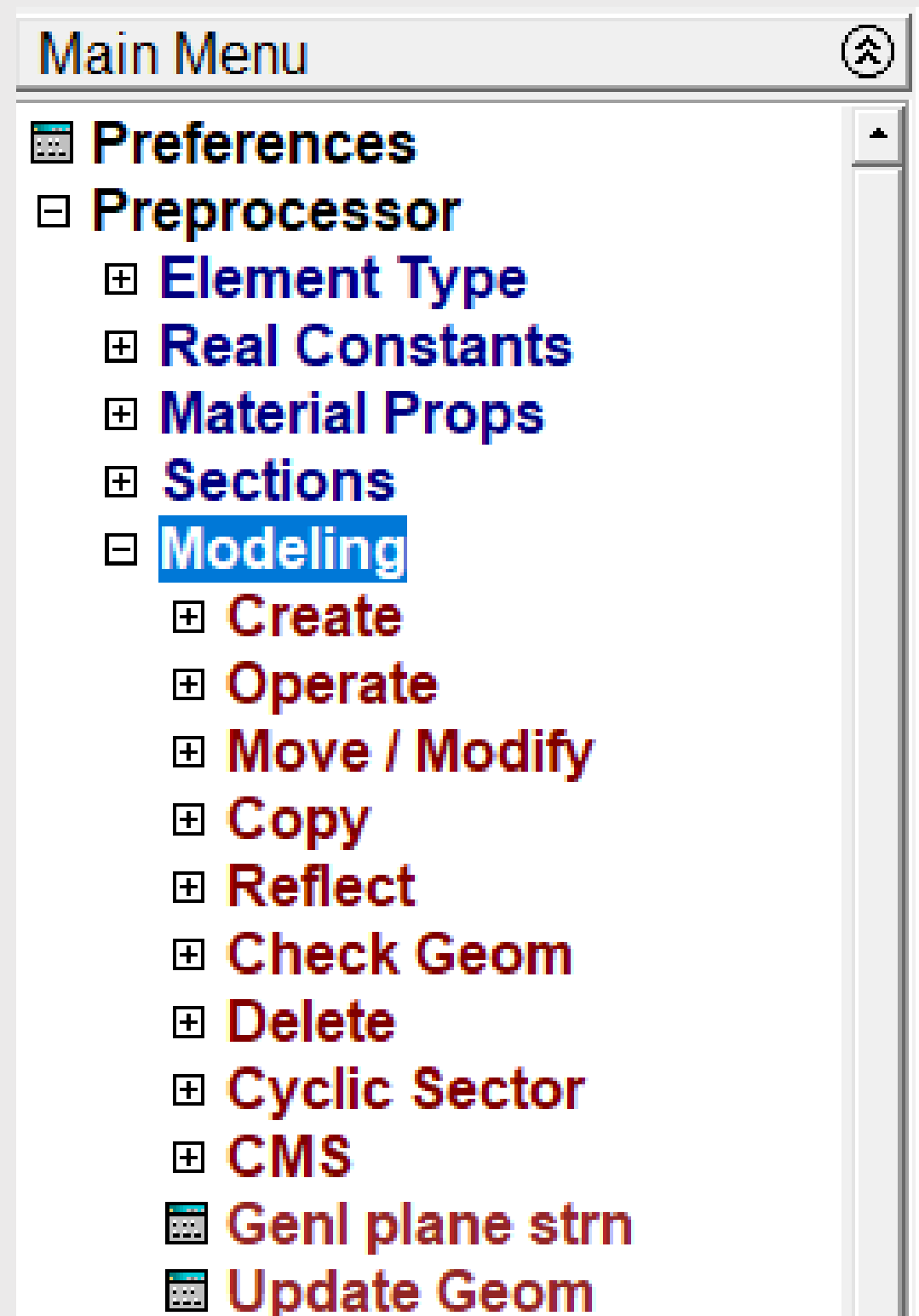
Aqui definimos a seção da viga, neste caso utilizaremos 40cm e 15cm, como estamos utilizando o SI, devemos converter para metro! O separador decimal utilizado no software é o ponto.

Dimensões da seção

Número divisões da seção

PRÉ-PROCESSAMENTO

Menu > Preprocessor > Modeling



A opção modeling, no "main menu", é muito versátil. Com suas opções pode-se criar itens (**create**), move-los (**move/modify**), copiá-los (**copy**), excluí-los (**delete**) e muito mais!

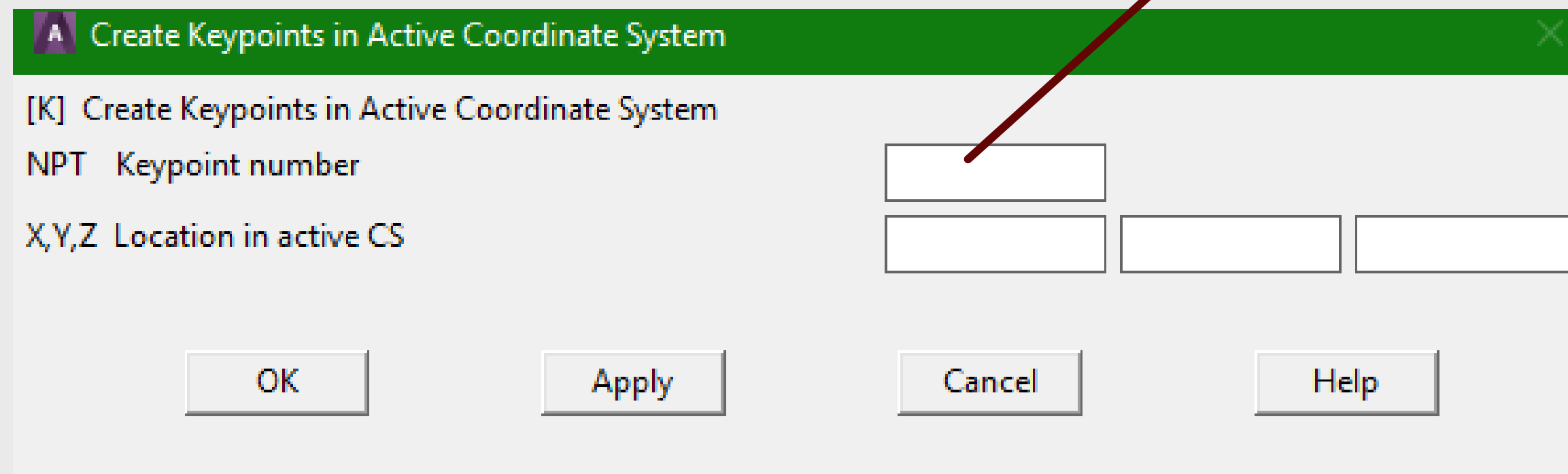
Estes itens podem ser pontos, linhas, áreas, volumes, nós, etc. Para este exemplo, os passos a seguir permitirão a modelagem da situação.

PRÉ-PROCESSAMENTO

Para definir perfeitamente a posição de nossa viga, adicionamos pontos, ou "keypoints"

Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS

Deixando este campo em branco, a numeração será automática!



A Create Keypoints in Active Coordinate System

[K] Create Keypoints in Active Coordinate System

NPT Keypoint number

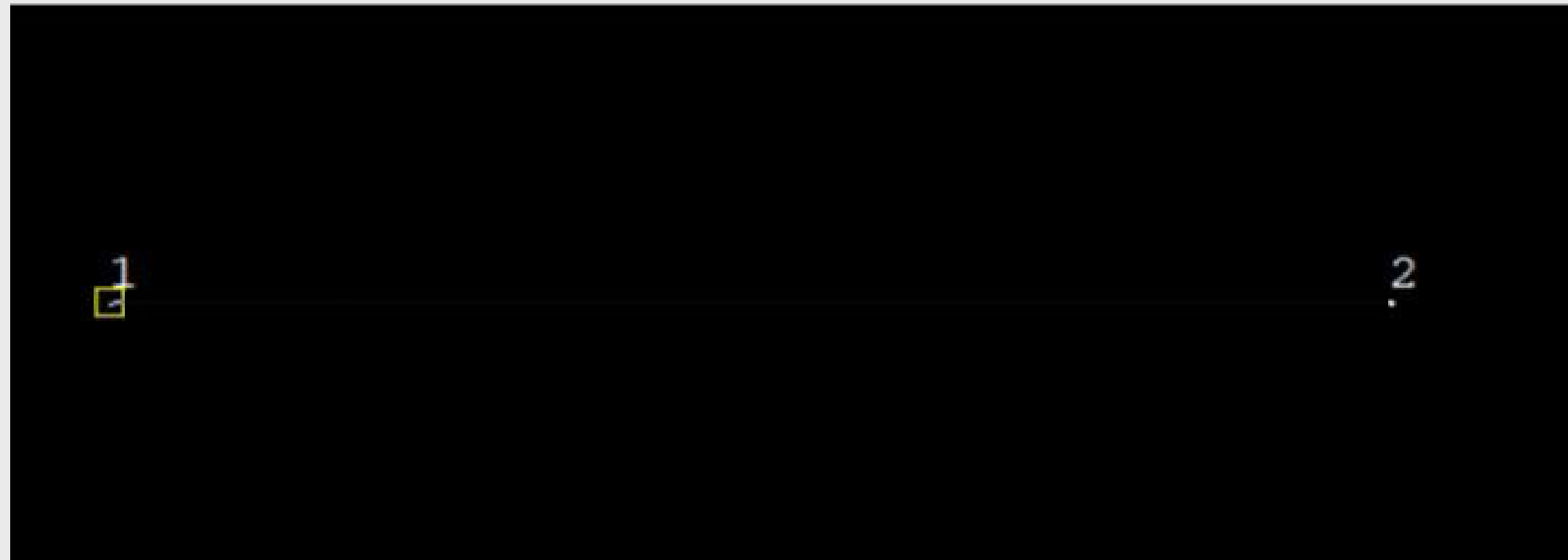
X,Y,Z Location in active CS

OK Apply Cancel Help

Nesta tela, coloque as coordenadas dos pontos desejados. Caso seja zero, o campo pode ser deixado em branco.

PRÉ-PROCESSAMENTO

Neste caso, será feito um ponto com as coordenadas 0,0,0 e outro 4,0,0.
Ficará assim:



PRÉ-PROCESSAMENTO

Menu > Preprocessor > Modeling >
Create > Lines > Straight Line

Em seguida, vamos ligar estes pontos com a ferramenta linha.

Element Size on Picked Lines

Pick Unpick

Single Box

Polygon Circle

Loop

Count = 0

Maximum = 1

Minimum = 1

Line No. =

List of Items

Min, Max, Inc

OK Apply

Reset Cancel

Pick All Help

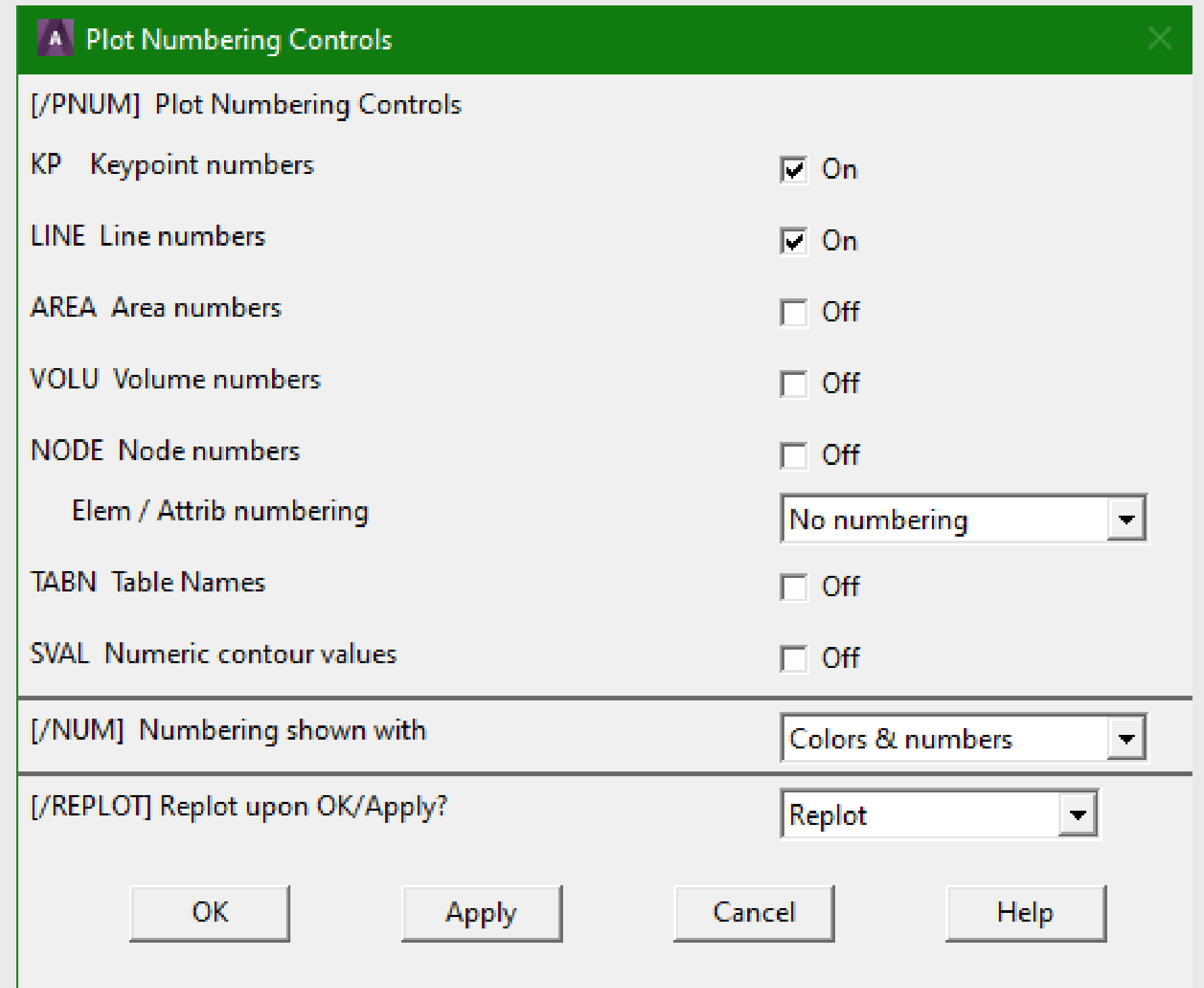
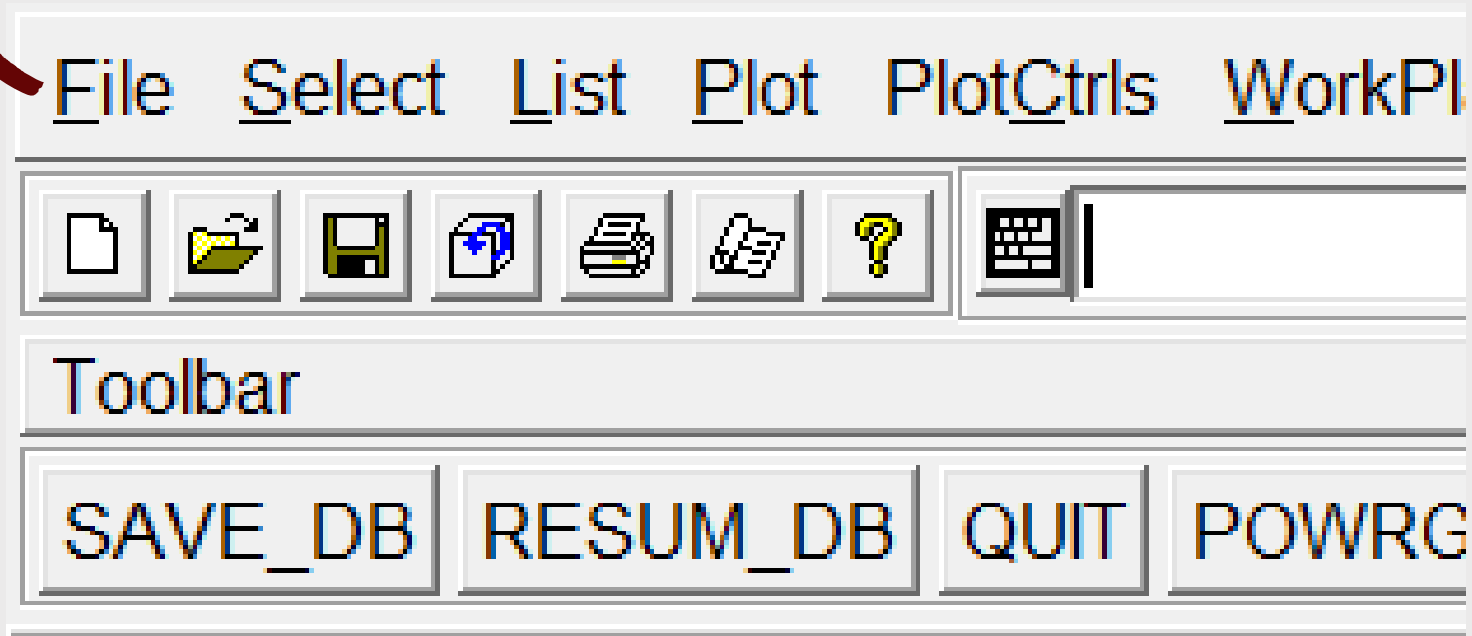
Este menu de seleção abrirá, então basta selecionar os pontos que deseja ligar com as linhas e clicar em ok.



DICA

Para visualizar linhas:

Utility Menu > PlotCtrls > Numbering
Utility Menu > Plot > Lines



GERAR MALHA

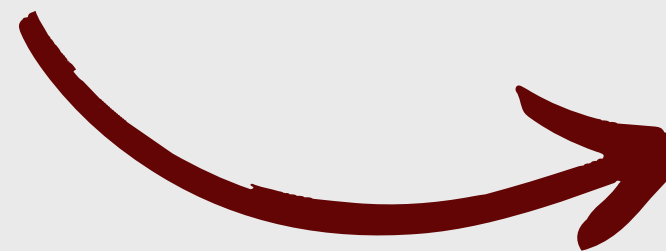
Esta etapa é muito importante, pois iremos realizar a discretização do domínio computacional, ou seja, gerar a malha.

É bastante importante selecionar uma malha que gere um resultado satisfatório. Quanto menos elementos a malha possuir, menor será o tempo de processamento. Portanto, será posteriormente explicado como realizar um **teste de independência de malha**, que garante um resultado bom com um número mínimo de elementos.

GERAR MALHA

Menu > Preprocessor > Meshing >
Size Cntrls > Manual Size > Picked Lines

Selecione as linhas que terão o mesmo tamanho/número de divisões e clique em "OK". Neste caso temos apenas uma linha.



Element Size on Picked Lines

Pick Unpick

Single Box

Polygon Circle

Loop

Count = 0

Maximum = 1

Minimum = 1

Line No. =

List of Items

Min, Max, Inc

OK Apply

Reset Cancel

Pick All Help

GERAR MALHA

Esta janela será aberta:

A Element Sizes on Picked Lines

[LESIZE] Element sizes on picked lines

SIZE Element edge length

NDIV No. of element divisions

(NDIV is used only if SIZE is blank or zero)

KYNDIV SIZE,NDIV can be changed Yes

SPACE Spacing ratio

ANGSIZ Division arc (degrees)

(use ANGSIZ only if number of divisions (NDIV) and element edge length (SIZE) are blank or zero)

Clear attached areas and volumes No

OK Apply Cancel Help

Escolher o tamanho que cada elemento terá

ou

Escolher o número de elementos em que a linha será dividida.

Para começar, tentaremos apenas um elemento.

GERAR MALHA

Para finalizar esta etapa:

Element Size on Picked Lines

Pick Unpick

Single Box

Polygon Circle

Loop

Count = 0

Maximum = 1

Minimum = 1

Line No. =

List of Items

Min, Max, Inc

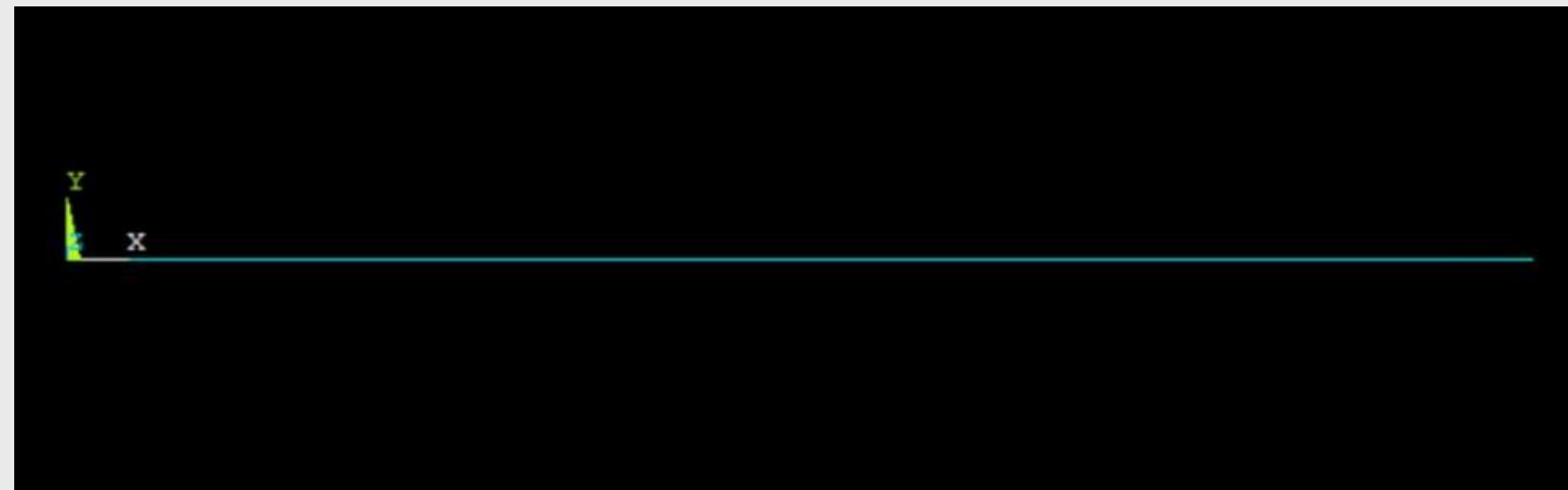
OK Apply

Reset Cancel

Pick All Help

Menu > Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines

Clique em "Pick All" e pronto, podemos ir para a solução!



Salve o arquivo!

SOLUÇÃO

Antes de solucionar, de fato, precisamos adicionar os apoios e as cargas!

Menu > Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints

O menu de seleção abrirá, então selecionamos o(s) ponto(s) onde desejamos colocar apoios de mesmo tipo e clicamos em "OK". Neste caso, selecionaremos o primeiro nó.

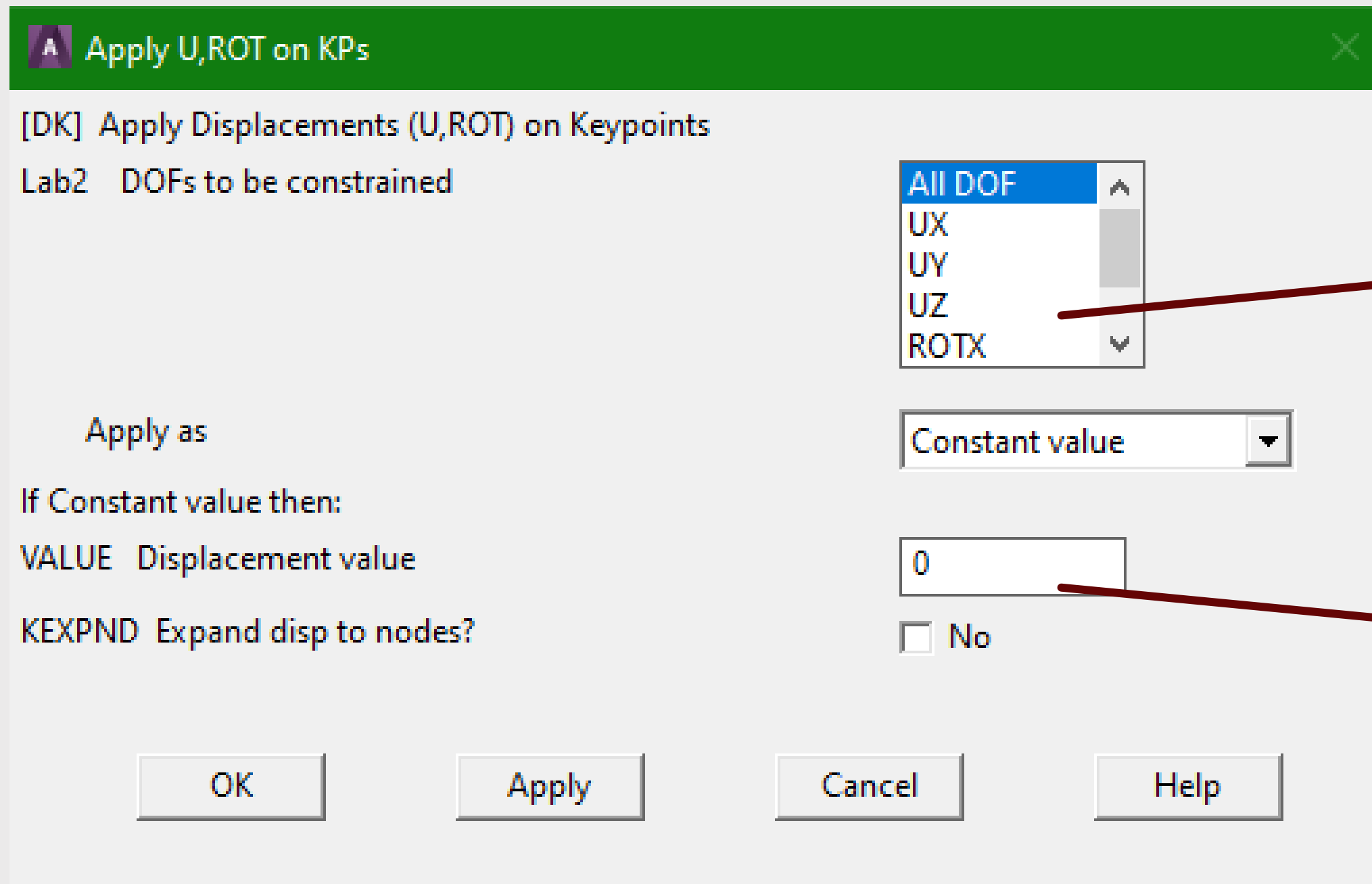
Devido a ser uma viga engastada, todos os graus de liberdade deste nó devem ser igualados a zero.

SOLUÇÃO

DOF ----> Degree of Freedom



DGL ----> Grau de Liberdade



Aqui escolhemos os graus de liberdade a serem restringidos.

Preenchemos com zero.

Por fim, clique em "OK"

SOLUÇÃO

Menu > Solution > Define Loads > Apply > Structural > Force/Moment > On Keypoints

Agora vamos adicionar as cargas pontuais:

No menu de seleção selecionamos o(s) ponto(s) onde desejamos colocar a carga pontual e pressionamos "OK".

[FK] Apply Force/Moment on Keypoints

Lab Direction of force/mom

Apply as

If Constant value then:

VALUE Force/moment value

Selecione a direção da força ou momento.

Colocar o valor. Neste caso, negativo é para baixo.

finalize clicando em "OK"

SOLUÇÃO

Finalmente, adicionaremos as carregamentos distribuídos:

**Menu > Solution > Define Loads > Apply >
Structural > Pressure > On Beams**

No menu de seleção selecionamos a(s) viga(s) onde desejamos colocar as cargas concentradas e pressionamos "OK". Atenção: quando possuímos diversos elementos, devemos selecionar todos os que receberão carregamentos.

SOLUÇÃO

Definir este valor para 2 aplicará o carregamento no plano XY.

A Apply PRES on Beams

[SFBEAM] Apply Pressure (PRES) on Beam Elements

LKEY Load key

VALI Pressure value at node I

VALJ Pressure value at node J

(leave blank for uniform pressure)

Optional offsets for pressure load

IOFFST Offset from I node

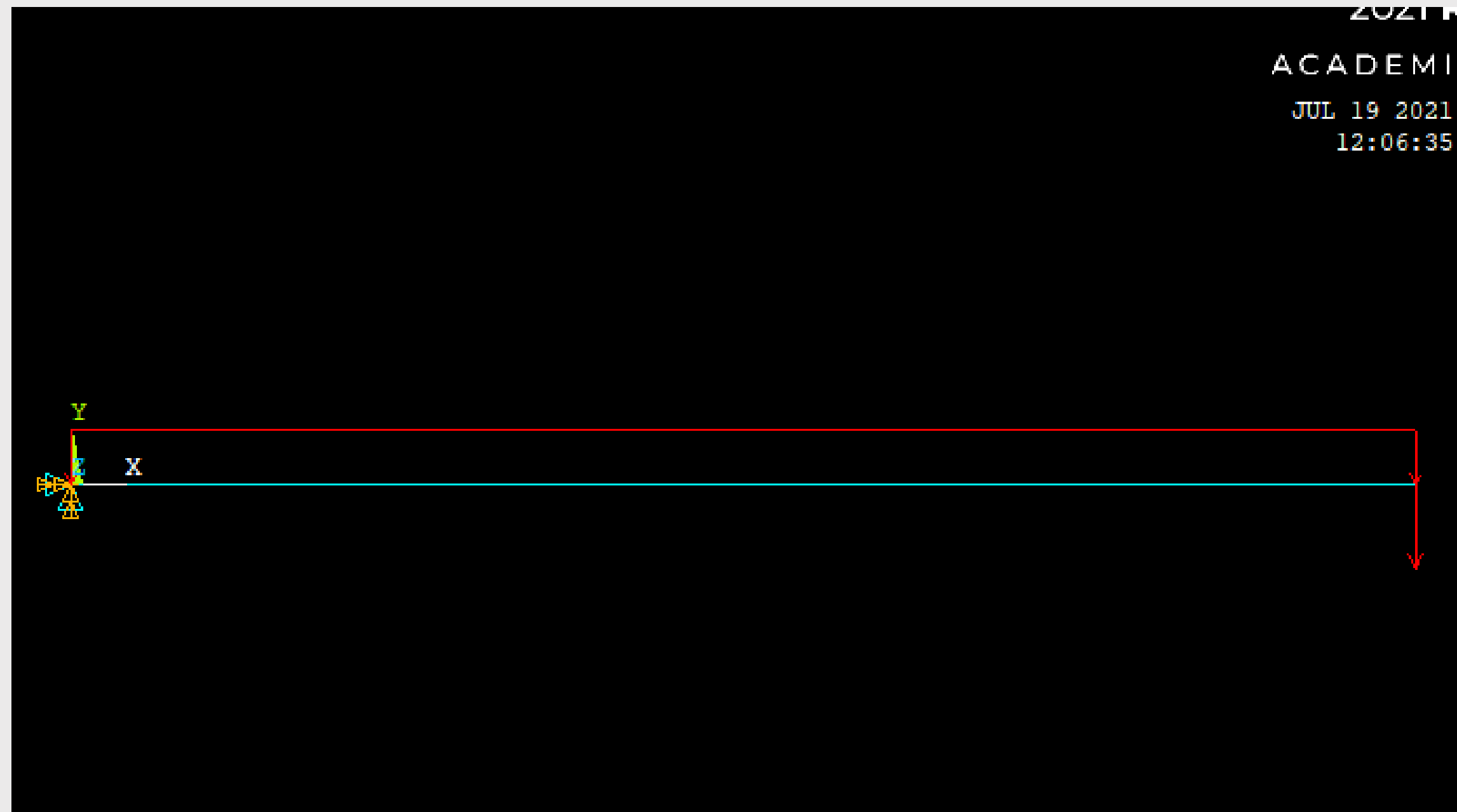
JOFFST Offset from J node

LENRAT Load offset in terms of

O valor da pressão aplicada é positivo quando apontar para baixo.

SOLUÇÃO

Deveremos obter o seguinte resultado:

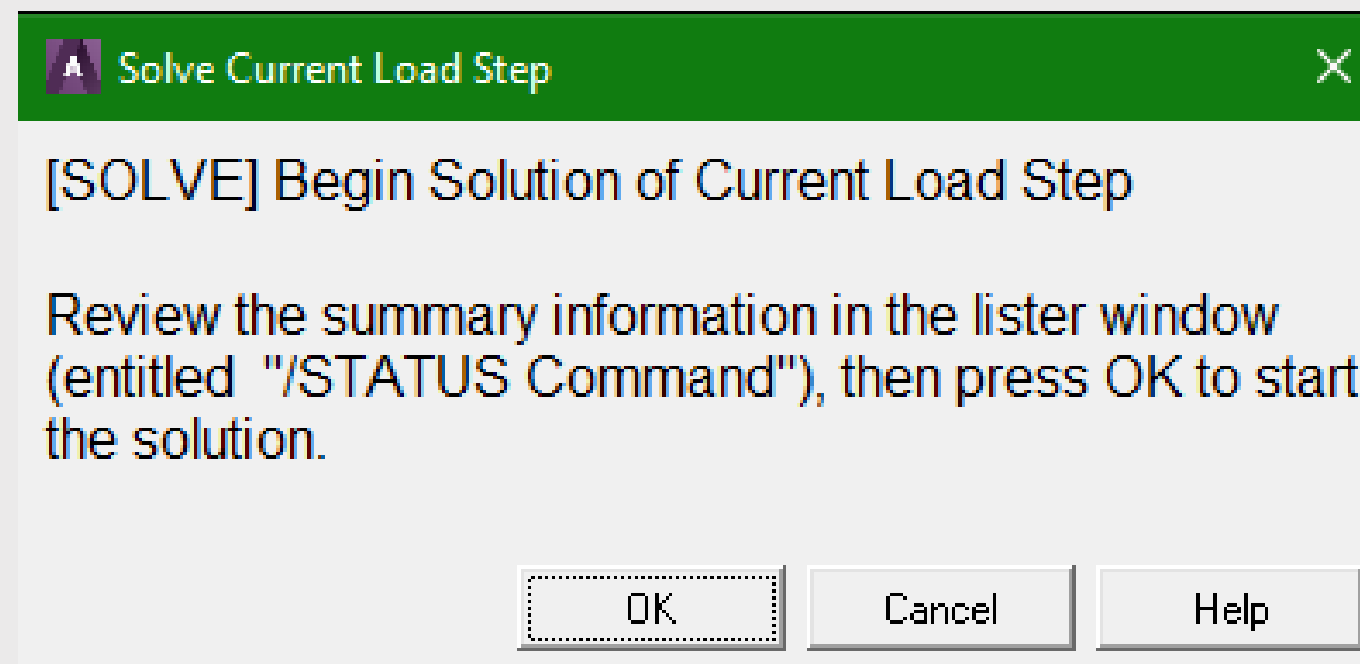
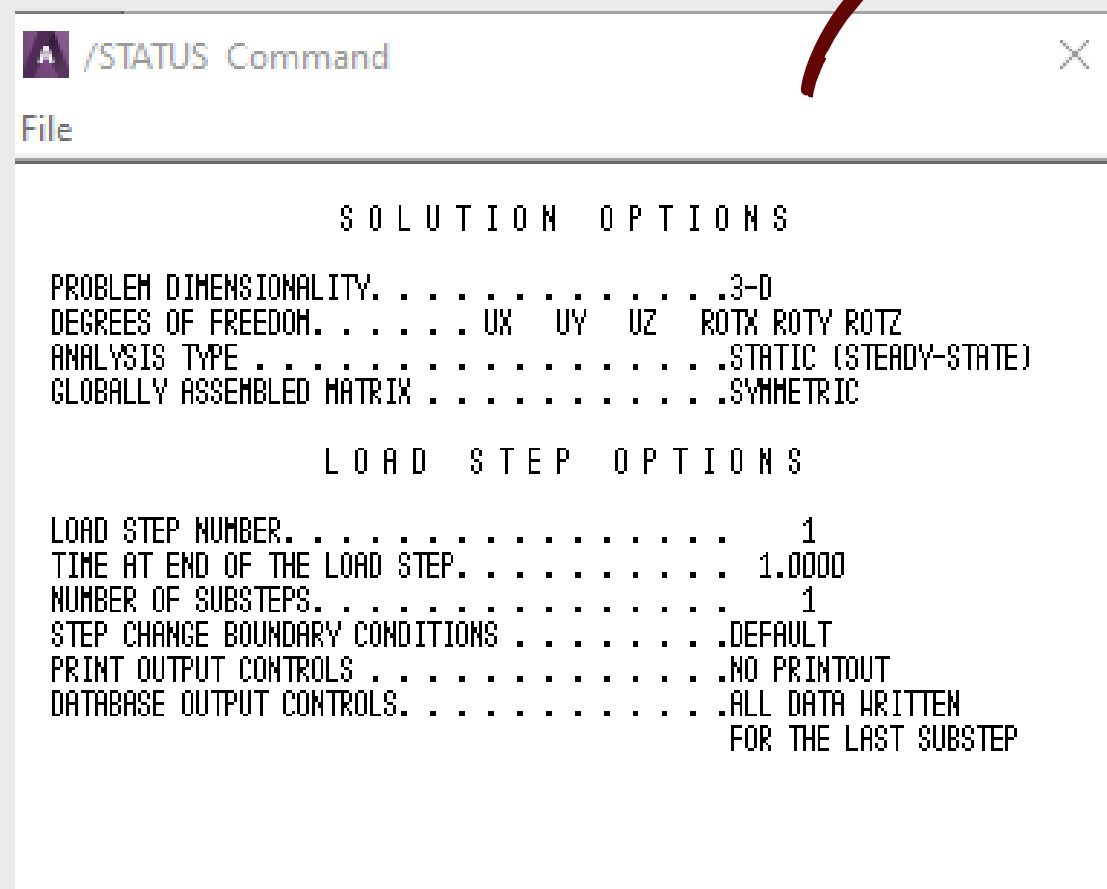


Salve o arquivo!

SOLUÇÃO

Após aplicar todos os apoios e carregamentos, podemos resolver o problema numérico:

Menu > Solution > Solve > Current LS



Clique em "OK".

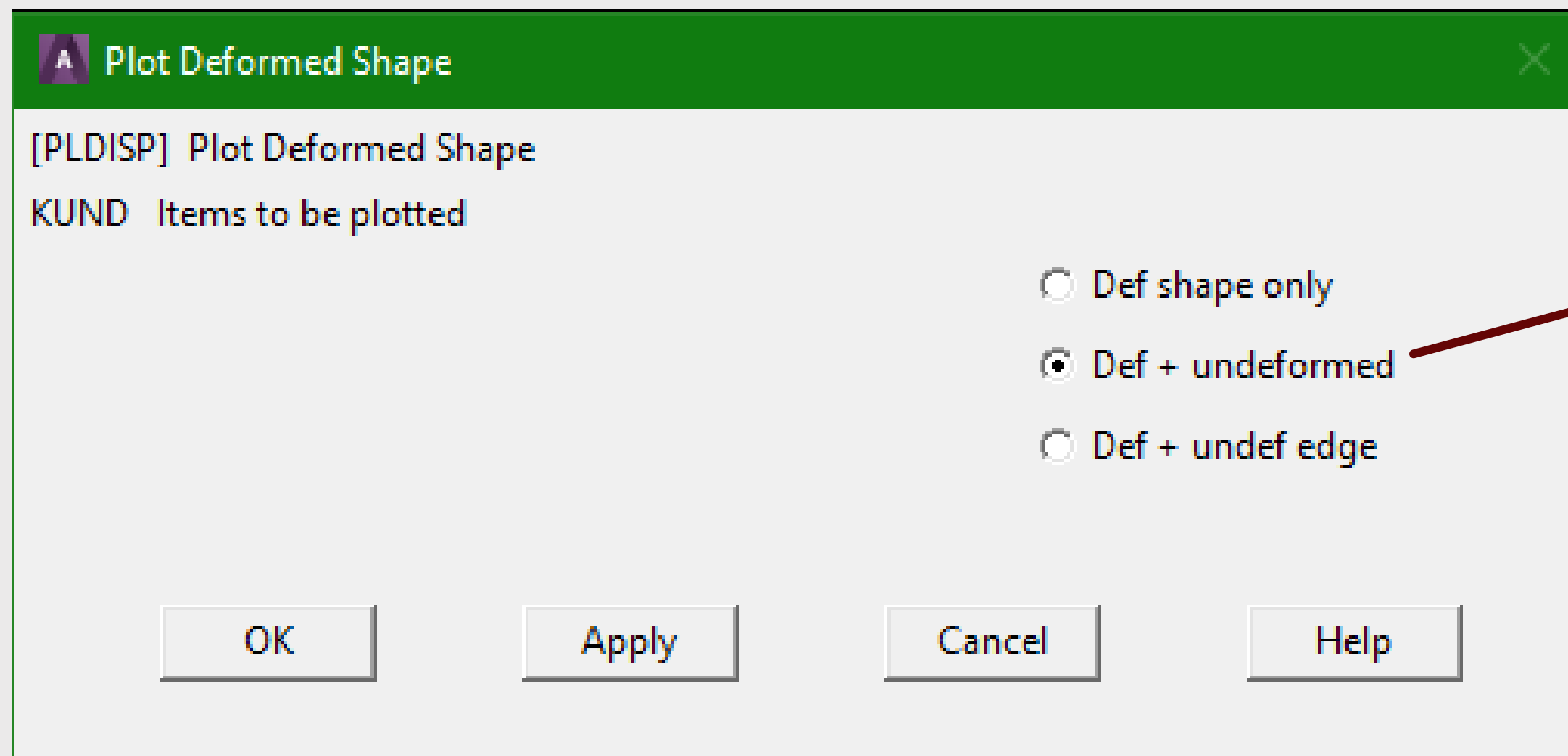


Se não houverem erros, a seguinte janela abrirá, clique em "close".

PÓS PROCESSAMENTO

Para encontrarmos a flecha máxima:

Menu > General Postproc > Plot Results > Deformed Shape

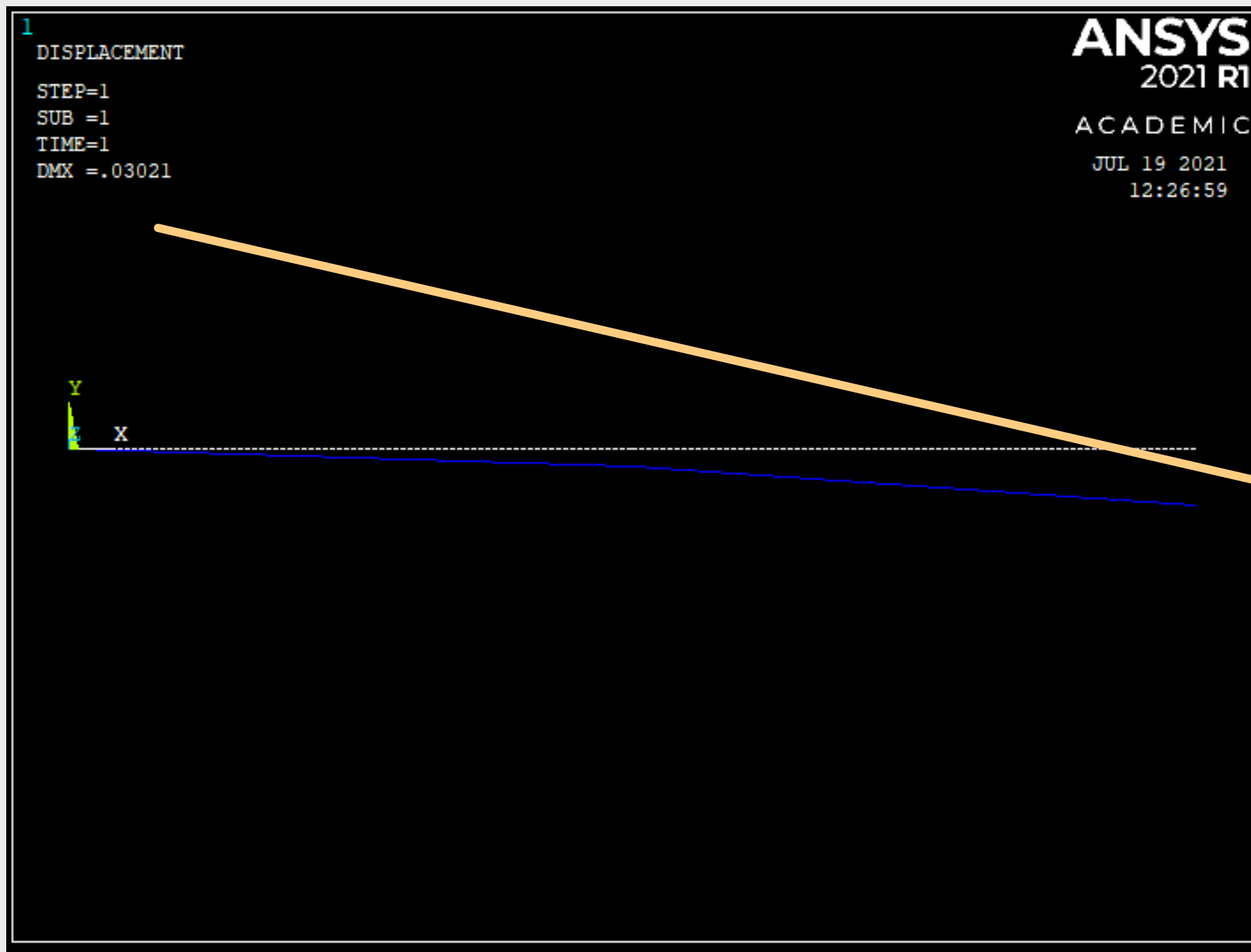


Selecione esta opção.

Por fim, clique em "OK"

PÓS PROCESSAMENTO

Obteremos este resultado:



DISPLACEMENT

STEP=1

SUB =1

TIME=1

DMX =.03021

Aqui está nossa
flecha máxima.

TESTE DE INDEPENDÊNCIA DE MALHA

Para verificar a qualidade da malha, vamos repetir estes passos para 2, 5 e 50 elementos. Vamos considerar uma malha satisfatória quando o erro percentual entre ela e a próxima é inferior a 1%.

Não é necessário fazer todo o processo novamente, vamos voltar para a parte do meshing.

Menu > Meshing > Clear > Lines

Selecione todas as linhas e clique em ok. Em seguida repita os passos de maneira a possuir uma malha com 2, 5 e 50 elementos.

TESTE DE INDEPENDÊNCIA DE MALHA

Estes foram os resultados obtidos:

| Beam 189 | | |
|-----------------|---------------|-----------------|
| Nº Elem. | flecha | Erro (%) |
| 1 | 0,03021 | 0 |
| 2 | 0,03021 | 0 |
| 5 | 0,03021 | 0 |
| 50 | 0,03021 | ##### |

Como não houve diferença entre as malhas, a mais indicada é a de um elemento.