

Disciplina INSTRUMENTAÇÃO

Profs. Larissa Driemeier, Marcílio Alves e Rafael Moura

MODELAGEM NUMÉRICA DO IMPACTO AXIAL EM TUBOS

Nesta experiência, objetiva-se desenvolver a análise completa do impacto de uma massa contra um tubo. O tubo é de seção transversal circular e o impacto, a baixa velocidade, é na direção do comprimento do tubo.

A análise será realizada através do método dos elementos finitos, conforme implementado no programa ABAQUS, cuja versão estudante deve ser utilizada. Esta versão é limitada a 1000 nós, suficiente para o que se propõe.

Esta modelagem de impacto requer vários parâmetros. Estes são os adotados no Experimento de Impacto em Tubos. Assim, obtenha as informações de geometria e de contorno do experimento de seus colegas ou seu anterior. Estas informações não são suficientes pois o comportamento do material do qual o tubo é feito precisa ser conhecido. Para tanto, executaremos um ensaio de tração em um corpo de prova de seção retangular que se espera ter comportamento aproximado ao do material do tubo.

Teste de Tração

O teste de tração é fundamental para se obter a curva tensão-deformação do material. Ele será executado na máquina Instron mostrada na Figura 1, com capacidade de 5 toneladas. Observe que no menu *Material* é requerido as informações de módulo elástico, coeficiente de Poisson, densidade e pares de tensão-deformação.

Para simplificar o procedimento experimental, somente mediremos a curva tensão-deformação de sorte que adote $E=70\text{GPa}$, $\nu=0,3$ e $\rho=2800\text{ kg/m}^3$.

Os pares tensão-deformação podem ser obtidos do teste a ser feito. Para tanto, meças as dimensões iniciais do corpo de prova e as introduza no software da máquina Instron. Siga as instruções dadas e posicione o corpo de prova na máquina. Certifique-se que os parâmetros do teste estejam corretos, prestando atenção para que a velocidade do teste seja de 0,5 mm/mim, a taxa de aquisição de uma amostra por segundo e de que os dados principais medidos sejam escritos no arquivo .raw

Realize os testes e observe o fenômeno de localização, a curva tensão-deformação e seus pontos de escoamento, tensão última e de falha.

Finalizado o teste, escreva os dados em seu pen-drive e os transfira para seu computador. Plote no excel ou similar a curva força-deslocamento e curva tensão de engenharia, s , versus deformação de engenharia, e .



Figura 1: Máquina Instron 3369 para testes de tração, compressão e flexão.

Note que, por razões que fogem ao escopo desta experiência mas ligadas aos fundamentos da Mecânica dos Sólidos, os software de elementos finitos, como o Abaqus, requerem pares de tensão e deformação verdadeiras, isto é, baseadas na área corrente e não na área inicial do corpo de prova. Aplique então as equações

$$\sigma = s (1+e) \quad e \quad \epsilon = \ln(1+e)$$

para transformar o pares s e e e os introduza no Abaqus. Note que são necessários poucos pares de pontos, digamos uns 20 a 50, que representem bem toda a extensão da curva tensão-deformação medida.

Para mais informações visite <http://www.impactbook.org/> e estude as seções 7.1 e 7.2. Sobre os efeitos da taxa de deformação estude a seção 7.6.

Modelagem no Abaqus

Para esta parte da experiência é necessário acessar a versão Student do ABAQUS e criar o modelo do mesmo tubo que foi testado na experiência de Impacto em Tubos.

Obtenha o corpo de prova para o experimento de caracterização do material e tome suas medidas. Depois [ou antes], realize o experimento de tração na máquina Instron e obtenha os resultados gravando-os em um PenDrive.

Um tutorial de como gerar um modelo completo, mas para um tubo quadrado, está detalhado em <https://youtu.be/AXD-qSellc> Este tutorial aplica a velocidade na massa de impacto através de condição de contorno inicial, no menu LOAD. No entanto, preste atenção ao fato de que se deseja aqui, como no experimento Impacto em Tubos, se aplicar uma velocidade inicial e a mecânica do problema resulta num decréscimo da velocidade da massa de impacto, até que ela pare. Para tanto, não crie essa condição inicial no menu LOAD e sim use o menu PRE-DEFINED FIELD, criando um campo de velocidade associado ao RP e na fase INITIAL.

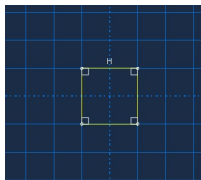
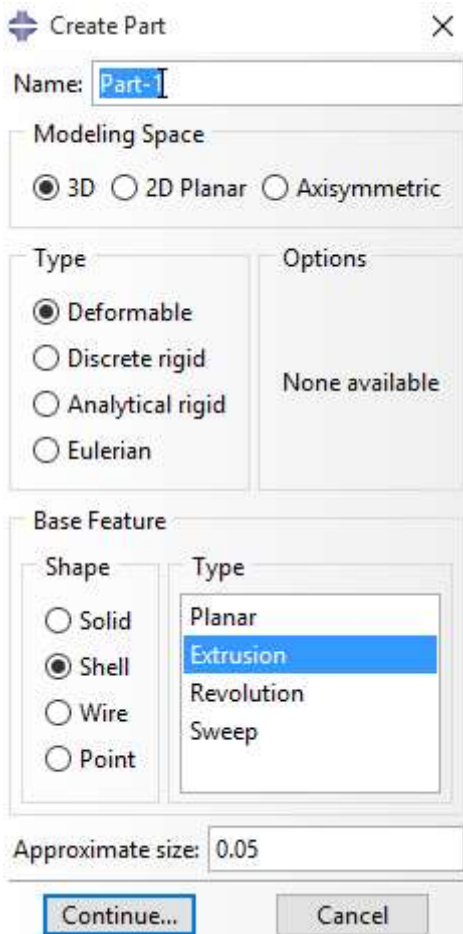
Resultados para o relatório

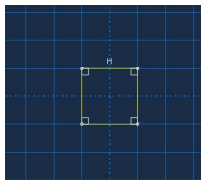

Para o relatório, apresente os seguintes itens:

1. Modelo no ABAQUS: para tanto, apresente uma figura da tela do Abaqus com o tubo deformado.
2. Obtenha a força de reação na base apoio do tubo.
3. Obtenha a desaceleração da massa de impacto, multiplique pela massa e compare esta força com a do item 2.
4. Compare a força média do evento calculadas pelo Abaqus e teoricamente [equação 26 da apostila de impacto].
5. Como em 4 mas para a força de pico [equação 28 da apostila de impacto]

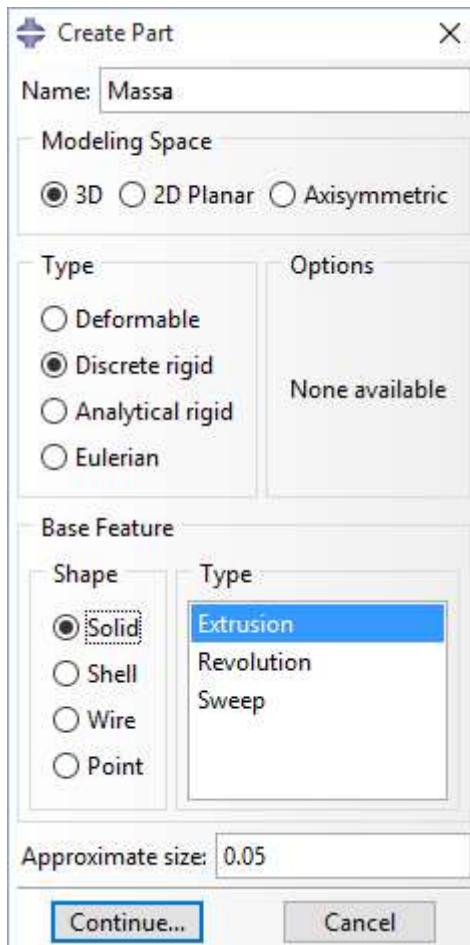
Apêndice: Tutorial para geração do modelo no ABAQUS [tubos quadrados]


No menu Parts crie uma Part e a nomeie Tubo:



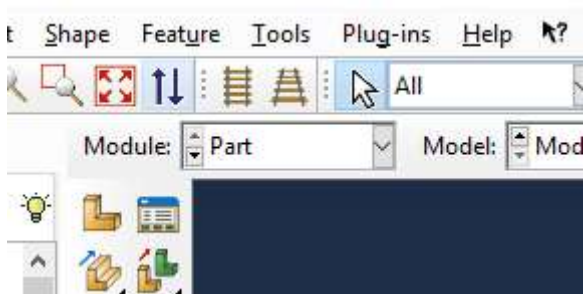
Crie um retângulo qualquer  e depois use a ferramenta  para dar as dimensões da seção transversal de seu tubo. Responda ao menu sobre a profundidade de extrusão, ie a altura do tubo.

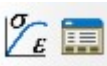
Crie agora uma Part 2, que será a massa de impacto de nome Massa. Opte por dimensões um pouco maiores que a da seção transversal do tubo e use a altura da massa igual ao seus lados. Veja as outras opções abaixo.




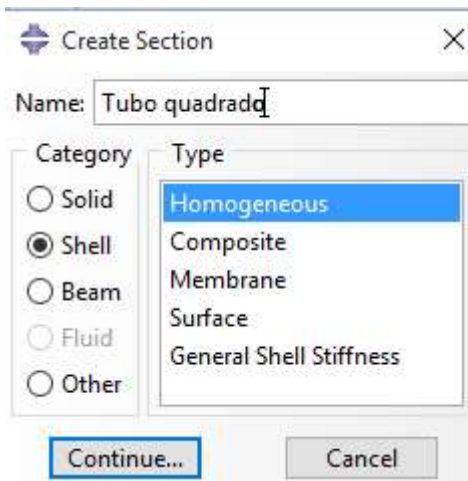
Use também  para criar uma casca a partir deste sólido.


Clique aqui, em Part. Vamos seguir este menu linha a linha.



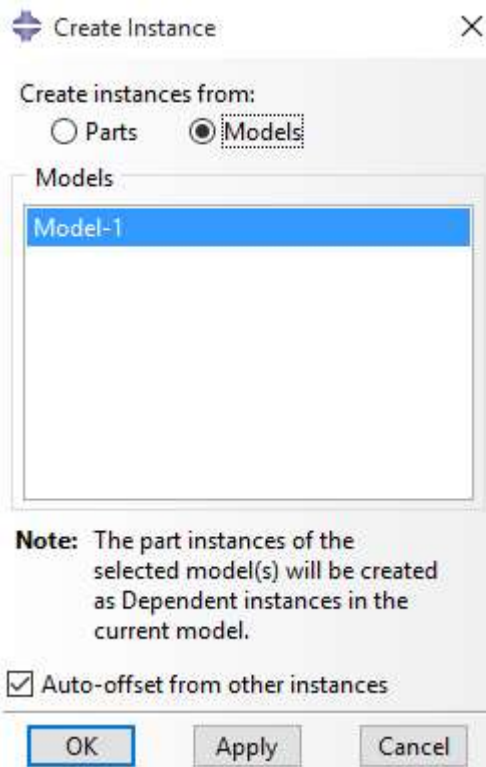
O que vem é a Property e aqui  criaremos o material. Preencha o Menu com as propriedades mecânicas do material do tubo e também use General para informar a densidade.


Crie agora a Section “Tubo quadrado” no menu  e



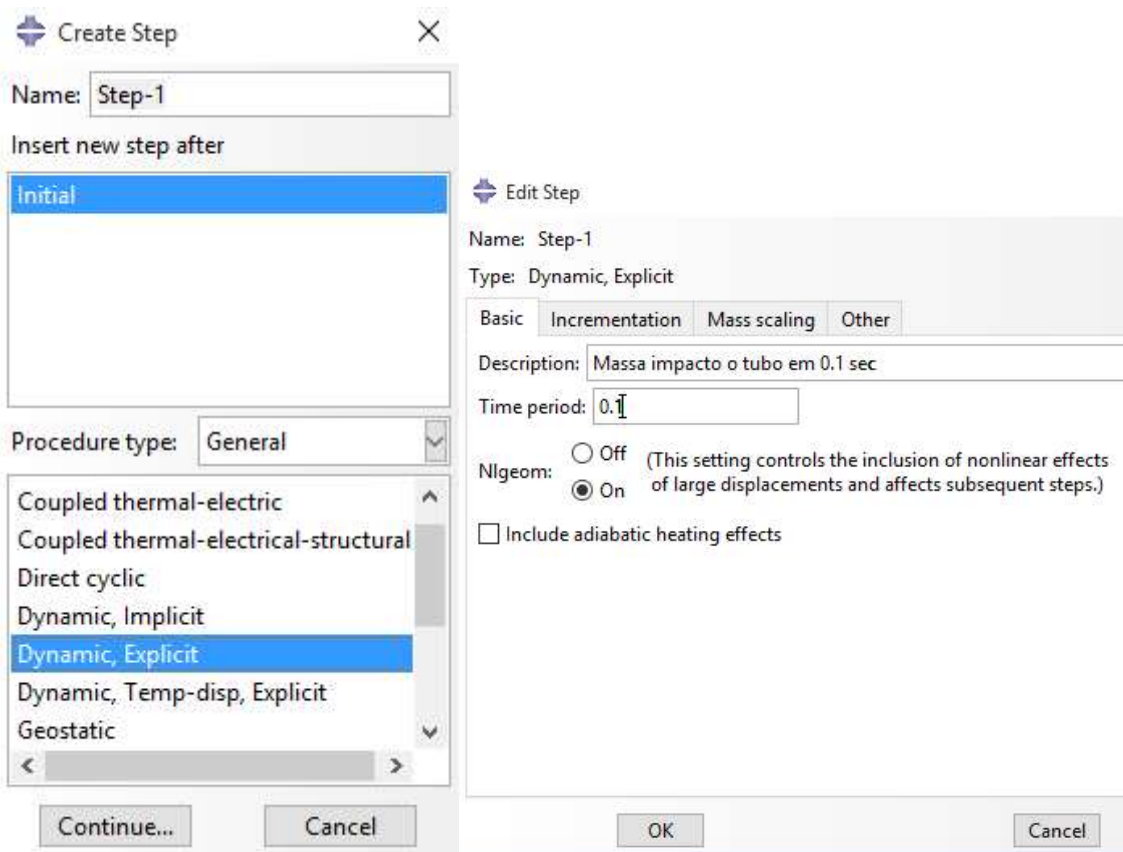
Inclua a espessura da parede do tubo e agora, atribua esta Section à Part Tubo em .


Vamos agora para Assembly, onde agruparemos as Part com Create Instance .

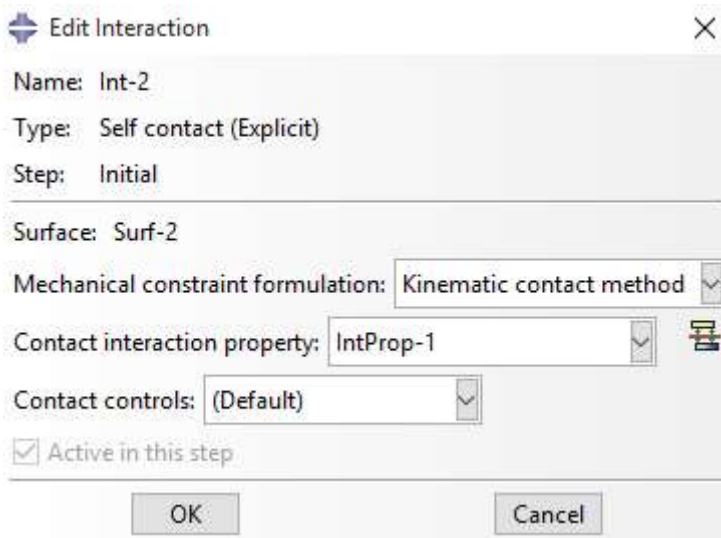


Use  pra colocar em posição a massa de impacto. Para tanto, crie o ponto RP usando Tools – Reference Point.

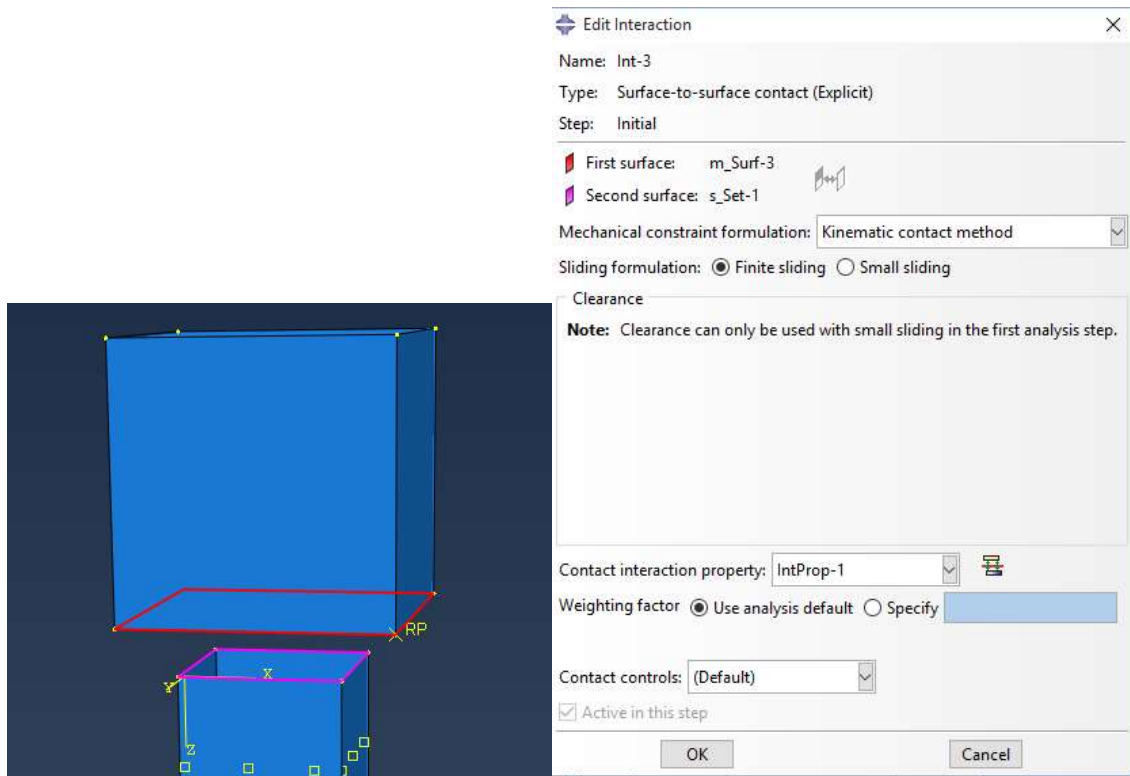
Vá para o menu Step e crie uma em  e optando por Dynamic-Explicit



Crie a Interaction entre as partes em  optando por

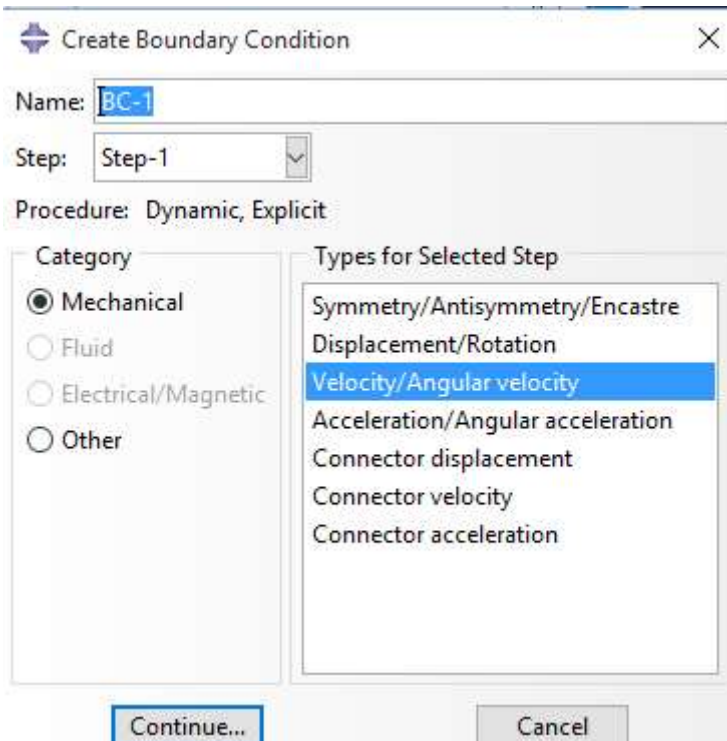


Crie a IntProp-1 com o menu

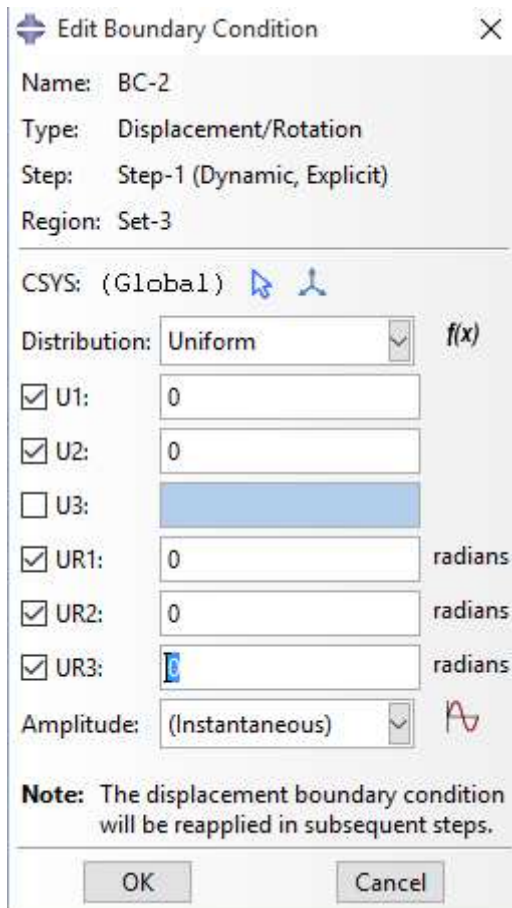


No menu Load vamos agora colocar as condições de contorno e os valores de massa e

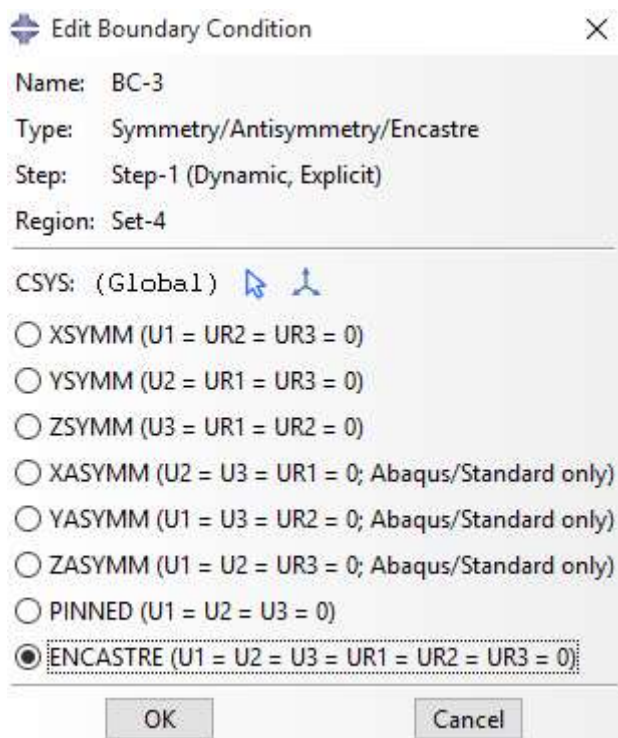
velocidade de impacto usando  [atribua a velocidade à RP].



Crie agora outra BC para RP tipo Displacement Rotation usando o menu



Opte por Encastre para a base do tubo ou introduza uma condição mais realista.



No menu Mesh, experimente as opções e faça a malha do Tubo e da Massa, incluindo atribuir o tipo de elemento finito, de casca e sólido.

Crie agora o Job e rode o seu caso.

Após execução, explore o Menu Results.