

# Determinação da Rigidez Equivalente de Endopróteses Cardiovasculares a Partir de Geometrias Realísticas

Lucas Zannoni, Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Jakson Manfredini Vassoler

## INTRODUÇÃO

*Stents* cardiovasculares são endopróteses compostas de malhas metálicas utilizadas a fim de se reverter condições de bloqueio arterial em procedimentos de angioplastia. O estudo da interação mecânica entre tais estruturas e o tecido arterial é de grande importância, uma vez que podem ocorrer diversos problemas, tais como ruptura por fadiga ou escorregamento do dispositivo.

Assim, o principal objetivo deste trabalho é estudar e desenvolver modelos mecânicos para simulação da interação entre uma endoprótese e a parede arterial. Tendo em vista a complexidade matemática devido as não linearidades envolvidas na solução do problema, torna-se necessária a busca de alternativas menos custosas computacionalmente. Para isso, o presente trabalho tem como proposta uma metodologia para modelar um *stent* de geometria simplificada, mas de rigidez mecânica equivalente ao *stent* real, que permitiria a obtenção da resposta mecânica realística, mas com custo computacional muito menor. O maior desafio neste sentido é representar os efeitos não lineares, geométricos e de material elastoplástico, em uma estrutura simplificada através apenas da manipulação do modelo de material.

## METODOLOGIA

Seguindo geometrias para *stents* cardiovasculares, segundo literatura, foi desenvolvido um modelo equivalente de *stent* com geometria tubular, correspondente as dimensões do *stent* real (Figura 1).

Foi realizada a simulação numérica do *stent* com geometria e material reais, a fim de determinar a resposta mecânica do mesmo para as pressões desenvolvidas no posicionamento do dispositivo. Neste estudo, condições de contorno de simetria foram escolhidas para simplificar o modelamento. Uma vez em posse da resposta força vs deslocamento para o modelo original, foi realizado um ajuste de curva para determinação das constantes materiais para o modelo equivalente, de modo que este apresentasse as mesma resposta mecânica para uma condição de inserção semelhante.

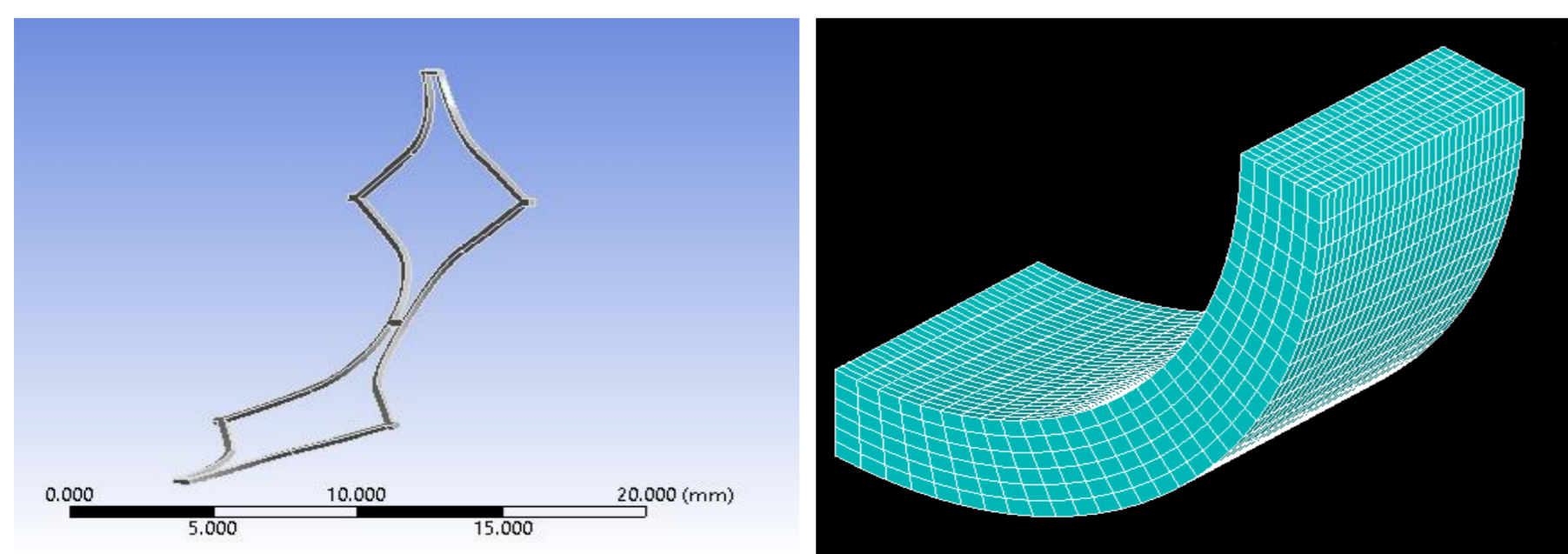


Fig. 1 - Modelo Mecânico dos *Stents* Realístico e Simplificado

## RESULTADOS

Para obter o modelo mecânico equivalente para a geometria tubular, foram obtidas as constantes de um modelo elastoplástico multilinear isotrópico (ver Figura 2), que permite reproduzir satisfatoriamente o comportamento da resposta Força vs Deslocamento com o modelo simplificado, conforme apresentado na Figura 3. Por fim, foi calculado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para a curva, a fim de determinar a relação entre ambos os resultados obtidos. O erro da resposta do modelo equivalente em relação ao modelo real foi de  $R^2 = 0,9727$ , o que indica uma boa representação.

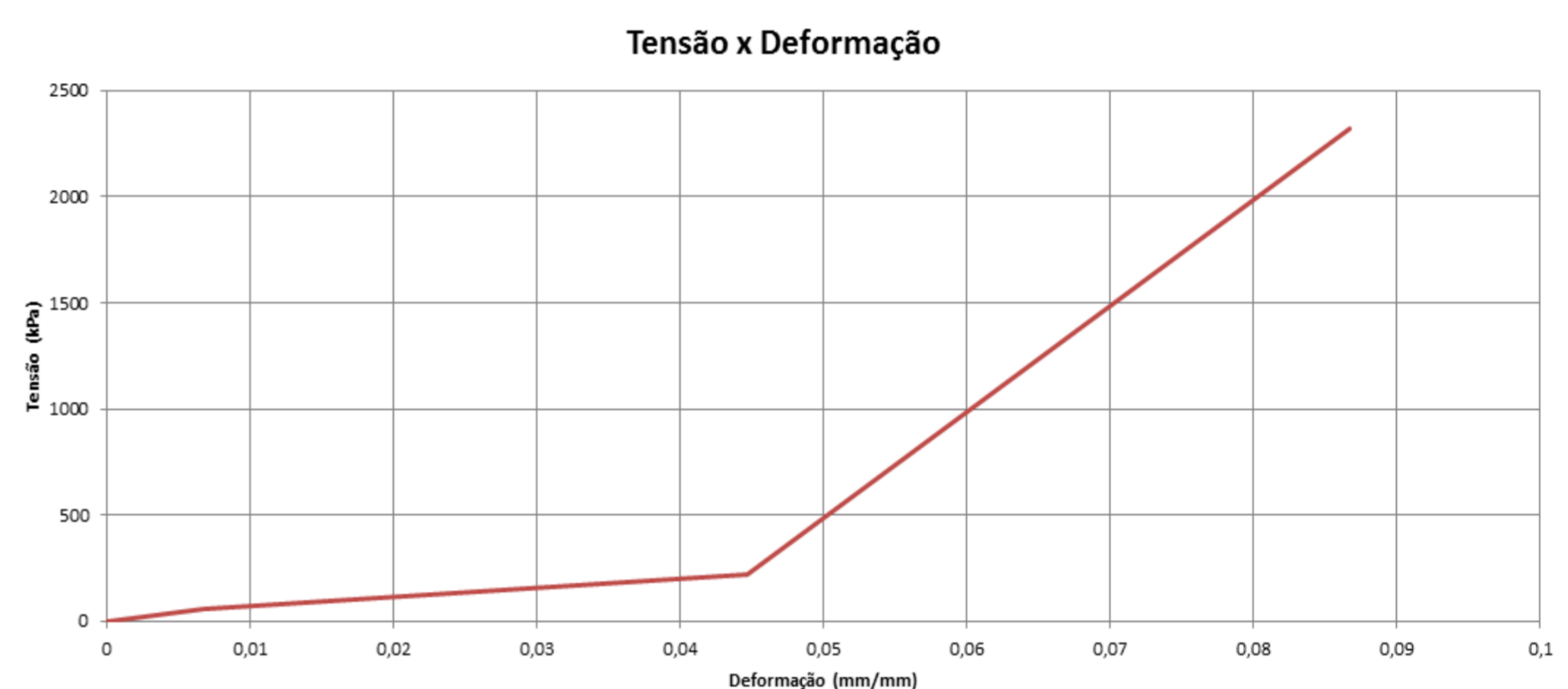


Fig. 2 – Resposta Tensão vs Deformação para Obtenção da Equivalência.

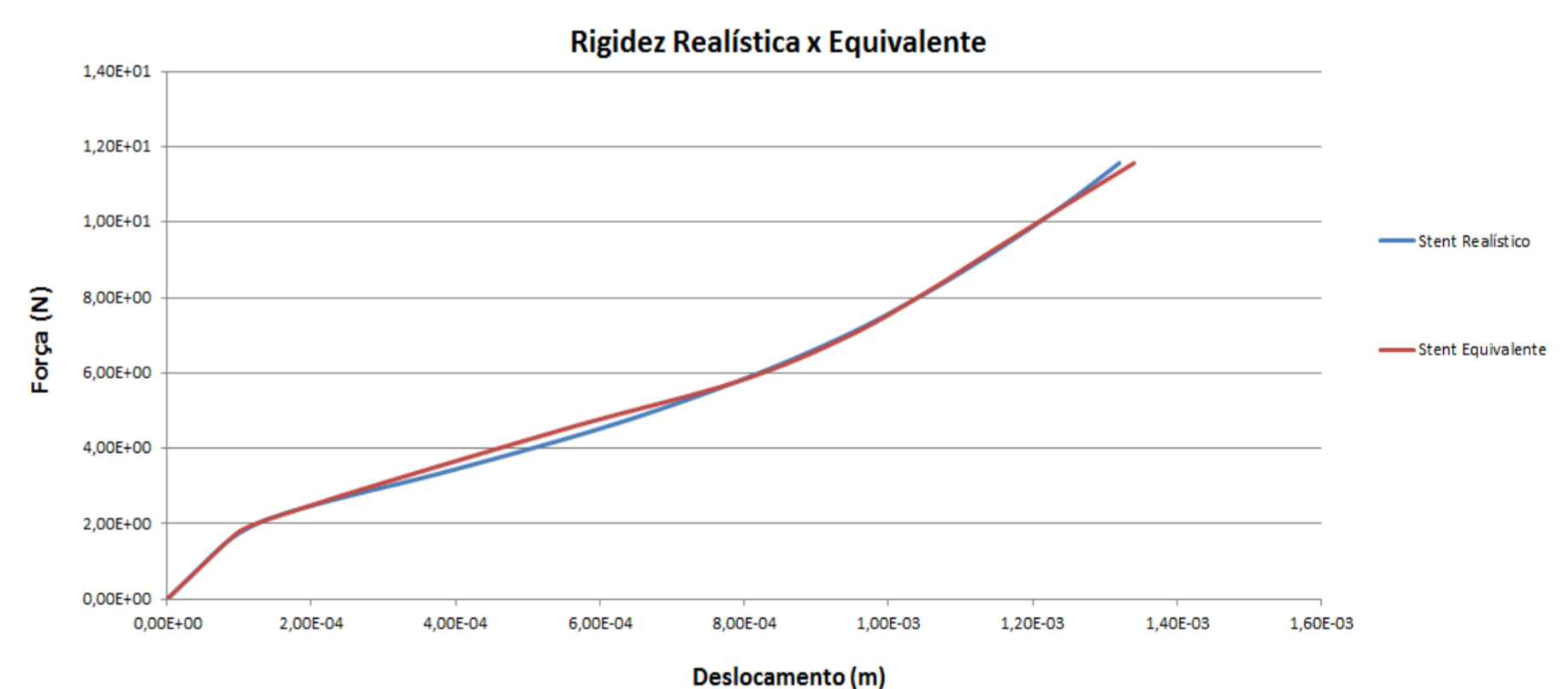


Fig. 3 – Comparação Entre as Curvas Realística e Equivalente

## CONCLUSÕES

Este trabalho propôs um modelo mecânico equivalente para um *stent*, tendo êxito em representar a resposta mecânica do *stent* com geometria original através da mudança da relação constitutiva do material. Este modelo simplificado pode reduzir significativamente os problemas de convergência relacionados com o contato entre o *stent*-artéria, que impõe a maior dificuldade técnica deste problema, além de reduzir o tempo computacional.

Novos modelos mecânicos ainda mais simplificados, como aqueles com uso de elementos de casca, podem usar desta estratégia para simulação de *stent*-artéria.