

# Estudo da interação mecânica entre endopróteses cardiovasculares e paredes arteriais

Pedro Charcov e Castro, 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 em artérias, causadas por patologias tais como a Arteroesclerose. Existem vários modelos de *Stent*, que atendem a diversas situações de bloqueio vascular. O estudo da interação mecânica entre estas endopróteses é de grande importância pois estes podem apresentar problemas de vazamento, ruptura do dispositivo por fadiga, escorregamento.

Assim, o principal objetivo deste trabalho é continuar o estudo e desenvolvimento de modelos mecânicos da interação entre uma endoprótese e a parede arterial, tornando o modelo mais realístico do ponto de vista geométrico e de resposta material. Para isto, utilizam-se geometrias padronizadas de literatura, com modelos constitutivos que combinam as características não lineares, anisotrópicas e viscoelásticas das artérias, que possuem duas camadas estruturais (médica e adventícia).

## METODOLOGIA

Seguindo propostas de geometrias padronizadas para paredes arteriais, segundo literatura, foram desenvolvidos dois modelos com *stents* em software comercial de elementos finitos. Assim, foi desenvolvido um modelo mecânico retilíneo (linear) de artéria, contendo um *stent* simplificado, concêntrico à artéria, e um modelo mecânico com extremidade curva, contendo um *stent* simplificado apenas na parte retilínea da parede. Estes são apresentados, respectivamente, na Fig. 1. Para a inserção do *stent* foi utilizado contato do tipo standard, como o elemento CONTA174 e TARGE170, e malha sólida hexagonal com SOLID186 para os demais elementos. Buscou-se neste trabalho desenvolver um modelo de *stent* com uma geometria mais próxima à encontrada nas endopróteses, conforme apresentado na Fig. 2.

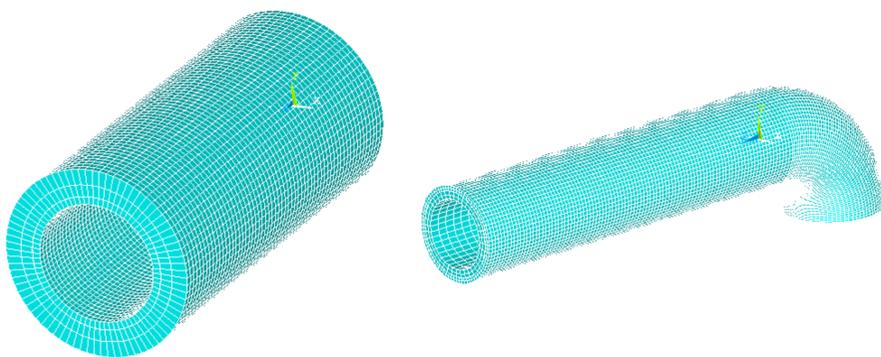


Fig. 1 - Modelo Simplificado de Stent e Artéria

Para o material foi utilizado o modelo hiperelástico anisotrópico exponencial (Holzapfel) e viscoelasticidade induzida por série de Prony, com 6 termos. Cada uma das duas camadas é discretizada de forma a ter propriedades mecânicas diferentes. Todos os parâmetros de material foram escolhidos segundo dados reportados em literatura.

Como carregamento, foram aplicadas pressões similares às quais são submetidas as artérias e *stents* durante o procedimento de colocação da endoprótese, seguido de pressões similares às dos batimentos cardíacos. Para este último, foi implementada uma função que define um perfil de pressão realístico ao longo do tempo na forma  $p(t) = a_1 + a_2 \cdot \exp(-a_3 \cdot t) + a_4 \cdot \exp(-a_5 \cdot t) \cdot \cos(a_6 \cdot t - a_7)$ , com coeficientes  $a_i$  encontrados em literatura.

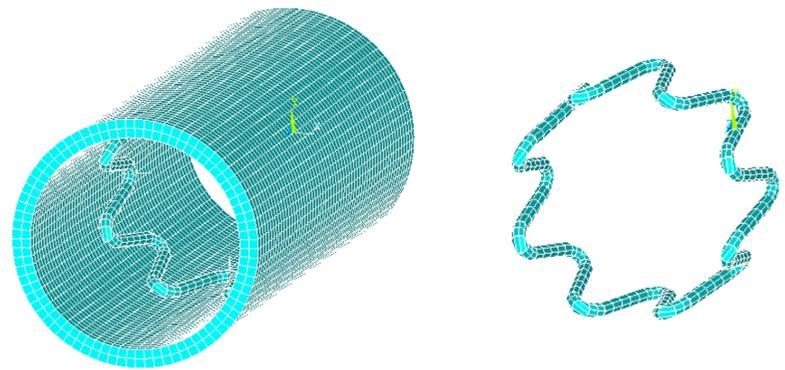


Fig. 2 - Modelo geométrico do Stent

## TESTES NUMÉRICOS

Para testar os modelos frente a condições realísticas de carregamento, foram realizadas análises transientes com o referido perfil de pressão. Os resultados de tensão no *stent* são mostrados na Fig. 3. Pode-se observar que a tensão no *stent* pode mudar significativamente mudando a amplitude do carregamento a cada ciclo, conforme são aplicadas as pressões referentes aos batimentos cardíacos subsequentes. Este é um comportamento esperado, característico dos materiais viscoelásticos, tratando-se de uma relaxação de tensões.

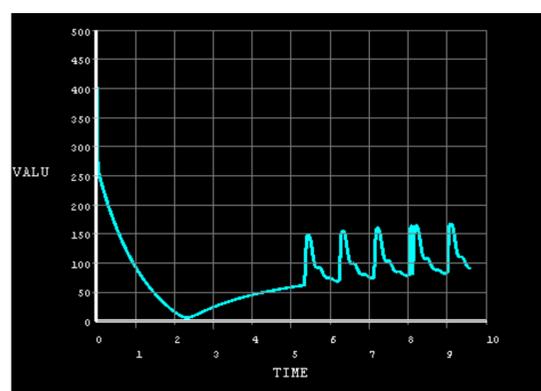


Fig. 3 - Histórico de tensão de Von Mises no Stent

## CONCLUSÕES:

Este trabalho desenvolveu modelos numéricos com geometrias padronizadas (linear e curva) de literatura para a parede arterial e teve êxito em incorporar um *stent*. Apesar das características não lineares do problema, a solução do problema transiente demonstra a capacidade deste modelo convergir para uma solução esperada. Por fim, não menos importante, estes modelos servirão para estudo futuros de novos modelos constitutivos apenas modificando a relação constitutiva do material, atual tema de estudo no grupo de pesquisa deste trabalho.