

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA INTERAÇÃO ENTRE ARTÉRIA E STENT CONSIDERANDO COMPORTAMENTO VISCOELÁSTICO

BRUNO KLAHR, JAKSON MANFREDINI VASSOLER

INTRODUÇÃO:

O *Stent* é uma malha metálica utilizada geralmente para normalizar o fluxo sanguíneo em artérias obstruídas. O uso de *Stents* pode levar a ter complicações, como vazamentos, deslocamento do dispositivo (migração), ruptura do implante, ou danificação da parede arterial. O entendimento da interação mecânica entre *Stent* e artéria pode auxiliar na escolha e no aprimoramento de técnicas cirúrgicas que envolvem o uso de *Stents*. Uma forma de proceder com este estudo é através de simulações numéricas, que necessitam de modelos matemáticos e dados experimentais apropriados.

Os modelos de material frequentemente usados na simulação de paredes arteriais não incorporam efeitos inelásticos, apesar de que estudos experimentais apontarem que estes são importantes na representação do comportamento mecânico de tecidos biológicos. Portanto, o objetivo deste trabalho é investigar os efeitos viscosos na interação artéria e *Stent* através de simulações numéricas.

METODOLOGIA:

Para a representação da artéria, foram utilizados modelos hiperelásticos e viscoelásticos, com parâmetros materiais de literatura. O modelo hiperelástico utilizado foi o anisotrópico de Holzapfel:

$$W = \sum_{i=1}^3 a_i (I_1 - 3)^i + \sum_{j=1}^3 b_j (I_2 - 3)^j + \frac{c_1}{2c_2} \{ \exp[c_2(I_4 - 1)^2] - 1 \} + \frac{e_1}{ek_2} \{ \exp[e_2(I_6 - 1)^2] - 1 \} + \frac{1}{d}(J-1)^2$$

Já efeitos viscosos foram introduzidos através da série de Prony:

$$g_r(t) = 1 - \sum_{i=1}^N g_i \cdot \exp(1 - e^{-t/\tau_i})$$

O *Stent* foi representado com um modelo elástico linear com simetrias axiais e circunferenciais.

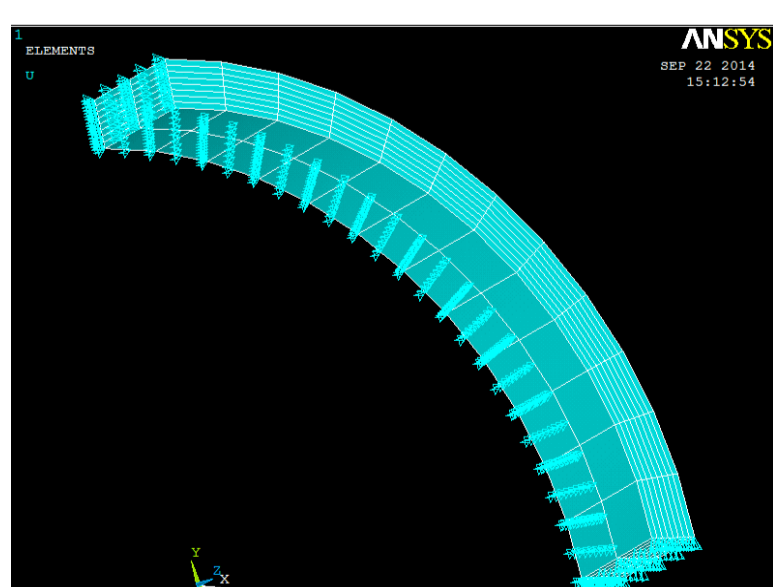


Figura 01: Modelo representativo usando simetrias

Para a aplicação de pressão interna na parede da artéria foi utilizada uma expressão encontrada em literatura, que relaciona as pressões médias sistólica e diastólica observada em humanos.

Além da pressão arterial na artéria, foi imposta uma pré-tensão no stent, oriunda do processo de angioplastia, verificando assim um contato inicial entre artéria e *Stent*.

RESULTADOS:

Através da simulação, foi possível obter os gráficos que representam o comportamento da interação da parede arterial e *Stent*.

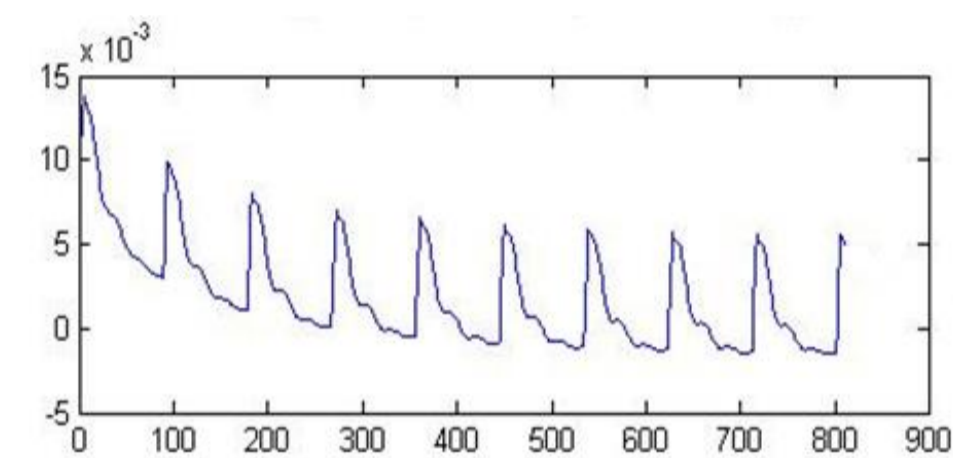


Figura 02: Tensão circunferencial [MPa] x tempo [s]

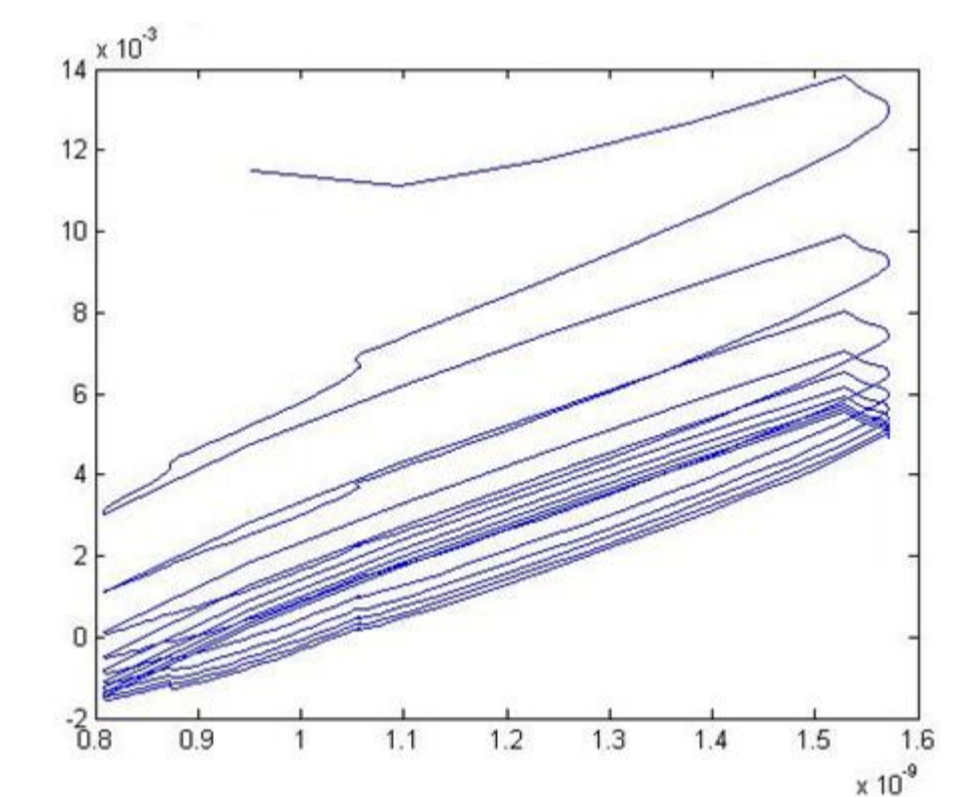


Figura 03: Tensão circunferencial [MPa] x deformação circunferencial

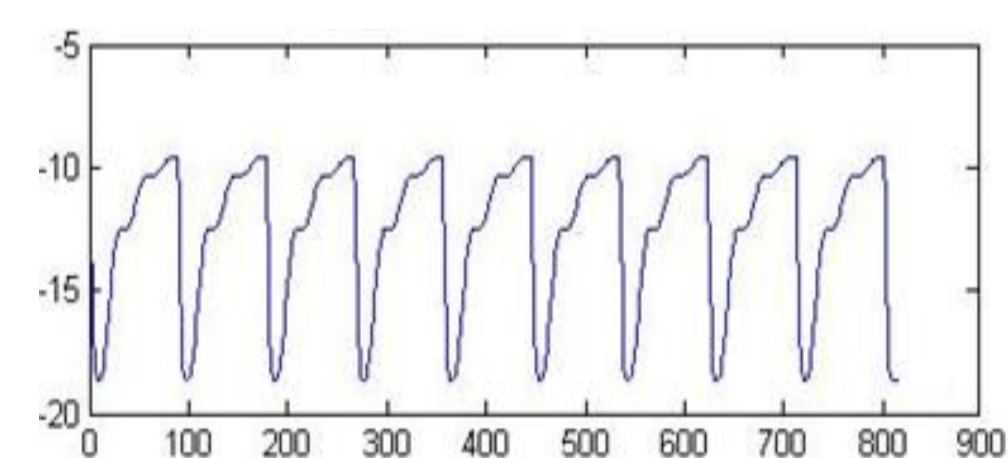


Figura 04: Pressão de contato [MPa] x tempo [s]

Os resultados mostram a evolução da pressão de contato na região entre a artéria e o *Stent*, importante para observar se há a perda de contato, que causa problemas como o escorregamento do *Stent*.

CONCLUSÕES:

Pode-se concluir através da análise dos resultados obtidos que, para os parâmetros usados, a tensão circunferencial na artéria decai com o tempo. Este é um comportamento esperado em modelo viscoelástico e diferente do resultado de modelos puramente elásticos. Porém, a força de contato permanece constante na região de contato entre artéria e *Stent*. Além disto, pode-se notar uma estabilização da tensão com a deformação após de alguns ciclos de carga.