

## ANÁLISE EXPERIMENTAL DA MECÂNICA DE ANEURISMAS

**Aluno: Luciano de Almeida Ferreira**  
**Orientadora: Djenane C. Pamplona**

### Introdução

Inicialmente foi realizada uma série de ensaios em tubos de látex pressurizados a fim de simular a formação de aneurismas numa artéria abdominal. Essas simulações permitiram a análise da mecânica dos aneurismas relacionando a pressão crítica, volume, posicionamento e dimensões para diferentes cargas de tração e pré-condicionamento. Realizamos esses mesmos ensaios em tubos de látex com imperfeições locais e algumas artérias de animais. Atualmente estamos realizando ensaios em tubos autofabricados de silicone com diâmetro e espessuras variáveis simulando a artéria aorta abdominal e descendente.

### Objetivos

Simular experimentalmente a formação de aneurismas da aorta abdominal e estudar seu comportamento e suas propriedades mecânicas. Servir de base de dados para comparação com análises numéricas.

### Metodologia

Para simular a formação de um aneurisma foi utilizado inicialmente mangueiras de látex ref.:208 por possuírem geometria semelhante e ser de material incompressível. A mangueira é fixada em um aparato que permite o ajuste de comprimentos, provocando a tração do tubo. Utilizando um recipiente de acrílico devidamente ligado ao aparato é possível inserir água no tubo. Com uma bomba de ar a caixa de acrílico é pressurizada assim como o tubo de látex. Eleva-se a pressão até que o bulbo se forme no tubo, caracterizando a formação do aneurisma. Para cada ensaio um tubo é pressurizado até a formação do bulbo cinco vezes, sendo medidos seu volume, pressão de formação, pressão de estabilização.

A partir de uma série de seis ensaios iniciais dos quais observamos que a velocidade de pressurização da água não é significativa contanto que se mantenha escoamento laminar, há uma queda da pressão de formação do bulbo com a carga de tração imposta ao tubo, porém o mais significativo é o fato de o tubo ser usado sucessivamente.

Realizamos então uma série de 18 ensaios para verificar a influência do pré-condicionamento na pressão crítica (de formação do bulbo), o tubo era esticado sucessivas vezes antes de ser fixado ao aparato. Nesses ensaios os tubos também eram analisados recebendo diferentes cargas trativas.

Foi observado que o pré-condicionamento aumenta a probabilidade de ocorrência do bulbo no centro do tubo além de diminuir a pressão crítica, porém o fator determinante na queda da pressão crítica é a tração à qual o tubo é submetido.

Para melhor entender a dinâmica do bulbo realizamos três ensaios sobre a despressurização e deformação do bulbo. Cada um dos ensaios é submetido a uma diferente carga trativa.

Finalmente realizamos alguns ensaios sobre imperfeições locais removendo material do tubo em determinados locais para estudar sua influência.

Após essa série de ensaios concluímos a análise da dinâmica de formação e deformação do aneurisma, o que combinado com os estudos anteriores sobre pré-condicionamento nos permitiu excelente compreensão do comportamento de aneurismas.

A fim de aumentar a fidelidade de nossa simulação iniciamos estudos sobre a geometria detalhada da aorta abdominal. Como se trata de um tubo com diâmetro e espessura variável não há disponível no mercado nada parecido. Após extensa pesquisa sobre materiais mais adequados e processos de moldagem começamos a produção de tubos de silicone com as dimensões exatas de uma aorta abdominal.

Utilizando diferentes proporções de catalisador no preparo do silicone é possível modificar a elasticidade e resistência final do material. Realizamos alguns testes de tração em tubos de silicone para obter seus coeficientes elásticos e determinar a pressão crítica do tubo de silicone.

A pressão crítica encontrada era pequena para ser medida pelo antigo aparato, utilizamos então um aparelho que permite a medição e pressurização de ar suavemente. Realizamos com sucesso ensaios com tubos de silicone tracionados nos quais o aneurisma se formou e rompeu.

Nosso próximo passo será criar tubos de silicone com imperfeições semelhantes as que ocorrem na realidade para melhor análise experimental.

### **Conclusão**

Essa análise experimental tem sido muito útil na comprovação de simulações numéricas, servindo como base de dados experimentais para estudos que participaram de conferência internacional [1].

A metodologia evoluiu bastante e atualmente possui um dos mais fieis modelos experimentais de aneurismas abdominais, que é causa de muitas mortes e tem sido intensamente estudado atualmente [2].

### **Referências**

- 1 - 18th International Congress of mechanical Engineering, **Finite deformations and instabilities of stressed cylindrical tubes under hydrostatic pressure**, Ouro Preto, MG, 6-11, 2005
- 2 - ELEFTERIATES, John A, Combate a um Assassino silencioso. **Scientific American**, nº 44, Janeiro de 2006