

1 Introdução

O estudo do comportamento de membranas e suas propriedades nos últimos anos vem recebendo uma notável atenção em razão da variada aplicabilidade das membranas nas mais diversas áreas da engenharia, incluindo atuadores, robótica, sensores, aeroespacial, bioengenharia e estruturas infláveis para engenharia civil.

A teoria de membranas possui ainda uma grande aplicação na área biomédica caracterizando diversos tecidos biológicos, levando a publicação de inúmeros trabalhos relevantes nas últimas décadas.

O problema de endentação e penetração em membranas já foi abordado em outros trabalhos recentes, contudo, nenhum destes considera os efeitos do atrito na interação entre as estruturas que compreendem o problema. Este trabalho busca apresentar uma análise numérica e experimental que considere os efeitos do atrito. A análise de endentação, penetração e por fim a ruptura de membranas tem grande importância em diversos setores da indústria. Nos últimos anos diversas pesquisas e produtos foram desenvolvidos com membranas. Estas têm obtido um espaço cada vez maior nas aplicações, sobretudo para uso de estruturas provisórias infláveis e tensionadas. As estruturas de membrana aliam praticidade, facilidade de transporte e baixo peso quando comparadas com estruturas totalmente rígidas. Na Figura 1.1 se observa uma estrutura de cobertura provisória como um claro exemplo de engenharia onde o conhecimento da endentação em membranas é de primordial importância.



Figura 1.1 - Estrutura provisória de membrana

Membranas estão presentes ainda nas mais diversas áreas da engenharia, como equipamentos de dessalinização, no setor de óleo e gás e ultimamente têm tido uma importância crescente com os avanços nas pesquisas na área de Bio engenharia ou engenharia biomédica. Na área biomédica membranas são constantemente usadas nos mais diversos procedimentos. Para substituição ou reforço de tecidos comprometidos, em aparatos para procedimentos cardíacos como balões de angioplastia (Figura 1.2), onde é inserido um balão inflável na artéria para impedir uma obstrução do fluxo sanguíneo devido a acúmulo de gordura nas paredes.

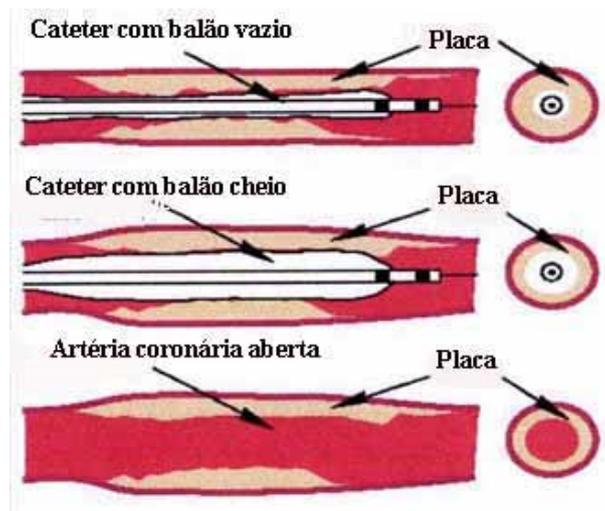


Figura 1.2 - Procedimento de angioplastia

Outra aplicação de grande importância de membranas ocorre no isolamento de depósitos de lixo para prevenir a contaminação do meio ambiente (Figura 1.3) tendo sido estudado por *Selvadurai* [1].



Figura 1.3 - Membrana de proteção de aterro sanitário

1.1. Objetivo da dissertação

O objetivo desta dissertação de mestrado é apresentar os resultados de uma análise de elementos finitos do problema de uma membrana hiperelástica sendo endentada e penetrada axissimetricamente por um endentor rígido e cilíndrico. Para efeitos de validação dos modelos numéricos utilizados foi feita uma vasta análise experimental buscando o levantamento dos parâmetros elásticos e de atrito, bem como a análise experimental do ensaio de endentação e penetração.

1.2. Organização do texto

O texto deste trabalho será organizado em seis capítulos sendo o primeiro esta introdução sobre o tema. No segundo capítulo será apresentada uma revisão bibliográfica sobre membranas e o processo de endentação, elasticidade aplicada a grandes deformações, além de uma breve descrição sobre o método de elementos finitos.

Seguindo, no terceiro e quarto capítulos serão descritos os resultados das análises experimental, e numérica por elementos finitos com uso do software Abaqus. Estas, foram realizadas considerando diversos valores de atrito na interface membrana-endentor, diversas velocidades, deslocamentos e equações constitutivas.

No quinto e sexto capítulos serão comparados e discutidos os resultados numéricos e experimentais além de apresentada uma conclusão final sobre o estudo, a bibliografia utilizada e sugestões para trabalhos futuros neste tema.