

1

Introdução

Este trabalho se refere ao estudo de métodos de previsão de vida à fadiga de dutos com mossas submetidos a carregamento de pressão interna.

O uso de dutos é uma forma segura e econômica de transporte de materiais, em especial para hidrocarbonetos. Em 2008 a rede de dutos no Brasil possuía aproximadamente 8000 km de oleodutos e 8000 km de gasodutos [1], e a sua integridade merece especial atenção, pois falhas estruturais produzem relevantes consequências econômicas, ambientais e de segurança.

De acordo com o *Office of Pipeline Safety* dos Estados Unidos vinculado ao Departamento de Transportes (*DOT*), entre 1985 e 2003 19% dos incidentes, não imediatos, foram causados por dutos que continham mossas geradas pelo contato do tubo com rochas [2]. Esses defeitos geralmente ocorrem na parte inferior durante o assentamento do duto. As mossas podem ser causadas por outros fatores como o contato do tubo com dentes de escavadeiras, estas normalmente sendo localizadas na parte superior dos dutos.

Outras causas de falhas em dutos são descritas em [3], como mostrado na Tab. (1.1). Observa-se que a maior parte das causas de incidentes foi causada por interferência externa, e essa alta incidência de falhas justifica o estudo de fadiga em dutos com mossas

Tabela (1.1) Causas de incidentes e percentuais de ocorrência [3]

Interferência externa (%)	Defeito de construção / falha de material (%)	Corrosão (%)	Movimento de solo (%)	Falhas no processo de trepanação (%)	Outras / desconhecida (%)
49.6	16.5	15.3	7.3	4.6	6.7

1.1

Considerações iniciais

Uma moossa pode ser descrita como uma depressão na superfície cilíndrica de um tubo que produza uma alteração macroscópica na curvatura da parede do tubo [1]. A Figura (1.1) mostra o aspecto de um tubo com moossa. Tal como alguns outros tipos de alterações geométricas que ocorrem em dutos, as moossas pertencem à classe de processos de dano que são indicados na literatura como causados pela ação de terceiros



Fig. (1.1) – Moossa em um tubo [3]

Os carregamentos cíclicos de pressão interna em um tubo com moossas constituem um perigo potencial em sua integridade estrutural, devido à moossa promover concentradores de tensões e deformações que podem provocar trincas de fadiga sob estes carregamentos cíclicos [1].

Segundo a referência [4], o cálculo analítico de fatores de concentração de tensões de geometria complexas pode tornar-se impraticável, portanto o método dos Elementos Finitos será cada vez mais usado para a determinação desses fatores.

Por este motivo, diversos programas de avaliação dos efeitos de dutos contendo moossas foram conduzidos. A Tabela (1.2) [2] indica alguns desses programas e os anos em que foram conduzidos. As informações coletadas foram

utilizadas para que fossem criados métodos de previsão de vida, publicados na literatura e utilizados em normas técnicas.

Tabela (1.2) – Programas de fadiga em dutos submetido a pressão interna [2]

Organização	Ano
Canadian Centre for Mineral and energy Technology (CANMET)	1979, 1982
British Gas	1989
The European Pipeline Research Group (EPRG)	1991, 1992
US Department of Transportation (DOT)	1997
American Gas Association (AGA)	1994
Stress Engineering Services (SES)	1994, 1997, 1999

Cada método proposto na literatura técnica possui um embasamento teórico e é ajustado ao ser comparado com dados experimentais. Deve-se levar em conta que as curvas de fadiga possuem dispersões devido à natureza probabilística deste tipo de fenômeno, e por isso a comparação de métodos existentes com novos dados experimentais se justifica.

Ao longo do trabalho será proposto um método de previsão que tem como diferenciais o embasamento em critérios de projeto consagrados, e uma análise de tensões, realizada através de um modelos de Elementos Finitos onde se estudou desde o processo de criação da massa até a aplicação dos carregamentos de pressão. Além disso, será realizada ainda comparação entre os resultados de diversos métodos, entre si e com dados experimentais encontrados na literatura.

1.2

Organização da dissertação

Esta dissertação se divide em sete capítulos.

- A introdução apresenta considerações gerais sobre o objeto de estudo, e a estrutura da dissertação.

- O capítulo 2 descreve os principais fenômenos físicos envolvidos na criação de mossas e sua influência na vida à fadiga, além de apresentar e comentar métodos de previsão disponíveis na literatura técnica, destacando suas principais características.
- O Capítulo 3 apresenta dados experimentais publicados na literatura sobre fadiga em dutos com mossas submetidos à pressão interna, mostra os parâmetros de cálculo de alguns métodos descritos no capítulo 2 e ainda propõe um método de previsão de vida.
- O capítulo 4 apresenta o modelo de Elementos Finitos utilizado para a análise de tensões, sua comparação com valores experimentais e numéricos da referência e alguns dos resultados que serão utilizados para análise dos métodos selecionados no capítulo 3.
- No capítulo 5, os resultados de tensão obtidos no capítulo 4 são aplicados nos métodos do capítulo 3, sendo apresentados as componentes relevantes de tensão, e a previsão de vida de cada método em seis casos de estudo.
- O capítulo 6 destaca as conclusões e recomendações sobre o presente trabalho.
- No capítulo 7 são indicadas as referências bibliográficas utilizadas na dissertação.