

5

Conclusões

5.1

Conclusões

Os dutos para transporte de petróleo e gás são um dos meios mais seguros, além de possuírem uma alta eficiência e produtividade. Mesmo assim, eles estão sujeitos a diversos tipos de defeitos, dentre os quais se destacam aqueles causados por corrosão. Esta tese teve como foco os defeitos de corrosão de tipo alveolar e de tipo pitiforme e sua interação quando existentes sob a forma de colônias. Cada defeito introduz perturbações às distribuições de tensões e deformações causadas pelo carregamento de pressão interna. Quando existe uma sobreposição das áreas de influência de defeitos, a pressão de falha do duto será menor do que seria caso eles estivessem mais afastados, isto é atuando individualmente. Nesta situação diz-se que os defeitos interagem formando uma colônia ou grupo de defeitos e que agora a redução da resistência à pressão do duto será causada pelo efeito combinado dos defeitos.

Tradicionalmente, a avaliação da pressão de falha de dutos que apresentam perdas de espessura por corrosão sob a forma de colônias de defeitos é feita através do uso de uma regra de interação seguida do uso de um método de avaliação. As previsões exageradamente conservativas dos métodos semi-empíricos acarretam em um aumento desnecessário no número de inspeções e reparos nos dutos e na redução desnecessária da pressão de trabalho. Assim, tais previsões acabam por impactar negativamente, aumentando os custos de manutenção do mesmo.

Este trabalho, teve como objetivos a previsão da pressão de falha e a validação do Método das Linhas Ortogonais de Ruptura (MLOR) para um duto contendo defeitos de corrosão interagindo, método este proposto inicialmente por P.M. Fontes, J.L.F. Freire [17]. O trabalho apresenta uma análise analítica (teórica) do MLOR e depois uma análise numérica do Método dos Elementos Finitos (MEF) para achar a pressão de falha de um duto que contém defeitos de corrosão interagindo. A análise numérica utilizou os softwares *Matlab* e *ANSYS*. Para a comparação e validação do método MLOR e os resultados obtidos nas simulações numéricas pelo MEF, utilizou-se como referência os resultados de testes experimentais já publicados por Benjamin et al. (2007) [8].

Dentre os onze espécimes tubulares testados por Benjamin, dois espécimes foram considerados como amostras de controle (IDTS2 e IDTS8) e só tinham um defeito de base. Os onze espécimes foram classificados em dois grupos; o primeiro (IDTS2 a IDTS7) tendo uma perda de espessura média de 5.40 mm (66.7% da espessura) e o segundo grupo (IDTS8 a IDTS12) tendo uma perda de espessura média de 3.78 mm (47.3% da espessura).

Para a avaliação do MLOR usou-se pressões de falha determinadas experimentalmente e as simulações numéricas feitas pelo método dos elementos finitos (MEF). Concluiu-se que o MLOR apresentou bons resultados (erro médio máximo igual a -0.14% com relação aos resultados experimentais e desvio padrão do erro igual a 3.53%) mostrando uma boa repetitividade dos resultados.

No trabalho experimental Benjamin concluiu que a interação entre defeitos ocorreu nos nove espécimes IDTS que possuíam mais de um defeito. Esta interação ficou evidenciada pela redução da pressão de ruptura quando esta foi comparada com as pressões de ruptura dos espécimes de controle. No presente trabalho, isto foi confirmado pelas simulações numéricas por Elementos Finitos, tendo-se encontrado um erro médio igual a -0.28% e um desvio padrão do erro igual a 1.90%, com relação aos resultados experimentais e pelos resultados encontrados com o método MLOR.

Na análise teórica da interação entre dois defeitos com a mesma geometria (mesma comprimento L e mesma largura W), concluiu-se que, se distância

longitudinal s entre eles for maior que $7.31L$, sendo $c = 0$, não existirá mais interação entre defeitos e a falha será individual, ocorrendo em qualquer um dos dois defeitos. Da mesma maneira, se o comprimento circunferencial c de material íntegro entre os dois defeitos for $c \geq 1.069L$ e $s = 2L$ não existirá interação entre os dois defeitos.

Na abordagem analítica do MLOR, apresentou-se uma metodologia simples do cálculo da pressão de falha para um grupo de defeitos interagindo, baseada na equação proposta pela DNV. Esta pressão é função: da perda de espessura efetiva d_g , do comprimento longitudinal do grupo de defeitos L_g , da distância circunferencial c entre os defeitos e da própria largura de um defeito.

As distâncias longitudinais s e circunferenciais c são consideradas nas linhas ortogonais de ruptura LOR, que prevêem o caminho da ruptura. As distâncias circunferenciais são afetadas por um fator de ponderação f . Foram testados diferentes fatores, $f = 0.5, 1, 2$ e 3.33 e foram obtidas as previsões das pressões de falha. Os melhores resultados apontaram para o fator $f = 3.33$.

5.2

Recomendações para Trabalhos Futuros

Neste trabalho avaliou-se a pressão de falha para a interação de grupos de defeitos de Tipo 1 e Tipo 2. Seria recomendável realizar este mesmo tipo de estudo em simulações numéricas e em testes reais no laboratório para grupos de defeitos mistos Tipo 3, como foi definido por Kiefner & Vieth [21].

O estudo e análise feita neste trabalho considerou unicamente um carregamento de pressão interna constante. Considerar outros tipos de carregamentos, como por exemplo, cargas térmicas, cargas axiais, cargas concentradas, cargas dinâmicas seria uma opção interessante de trabalho futuro.