1 INTRODUÇÃO

O transporte de fluidos, como óleo, gás e derivados, biocombustíveis, água e minérios, entre outros produtos por meio de dutos [1] apresenta grandes vantagens em relação aos outros modais de transporte. Isto se deve à confiabilidade do processo, ao aumento da segurança para o meio ambiente e para a população, à alta economia no transporte e ao baixo consumo de energia.

Um possível acidente em dutos pode causar danos que acarretam enormes prejuízos sob o ponto de vista ambiental, social, político e econômico. Nos dutos, os acidentes são provocados principalmente por corrosão [1], defeitos [1] de fabricação, defeitos de soldagem/ montagem, defeitos de equipamentos, danos causados por terceiros [2], falha humana e danos causados por forças ambientais.

Segundo estatísticas de falhas [2,3] publicadas, por exemplo, pelo DOT [4], EGIG [5] e Cetesb-SP [6], a corrosão é a uma das principais causas de acidente nos dutos. A corrosão é definida como a deterioração dos materiais pela ação química ou eletroquímica, não desejada, exercida pelo meio. Para um duto a corrosão representa a perda de material do tubo, isto é, a diminuição da espessura de sua parede de contenção, o que aumenta a possibilidade de falha. Por isto, o controle e gerenciamento da corrosão são de grande importância para a integridade [7,8] do mesmo.

Não existem atualmente normas nacionais que apresentem um procedimento detalhado para o gerenciamento da corrosão. Assim, cada empresa adota seu próprio procedimento baseado em normas internacionais, além de seguirem o recentemente aprovado regulamento nacional (RTDT – Regulamento Técnico de Dutos Terrestres para Movimentação de Petróleo, Derivados e Gás Natural) [9]. O presente trabalho visa estudar com profundidade o assunto de corrosão em duto e apresentar as etapas de gerenciamento recomendadas pelas principais normas e publicações de integridade de dutos: ASME B31.8S [10], API 1160 [2] e Muhlbauer [11] com o objetivo de contribuir na

redução das estatísticas destas ameaças [3] e fornecer aos operadores de duto uma metodologia para o gerenciamento da corrosão. Sendo assim serão apresentados aqui os seguintes tópicos: Gerenciamento de Integridade de Dutos Recomendado pelas Normas de Integridade e por Muhlbauer [11]; Formas de Corrosão em Dutos; Técnicas e Sistemas de Prevenção de Falhas por Corrosão em Dutos; Métodos de Avaliação da Integridade do Duto; Critérios para Avaliação da Corrosão em Dutos; Metodologias para Estimar a Taxa de Corrosão; Aplicação e Comparação entre os Métodos para Estimar a Taxa de Corrosão; Ações Mitigadoras e Intervalo das Avaliações de Integridade.

A taxa de corrosão é um elemento de grande importância no programa de gerenciamento da integridade do duto, pois permite planejar e determinar os intervalos de re-inspeção. Portanto, é fundamental estimá-la de forma correta e precisa. Por este motivo, este trabalho além de descrever as etapas do gerenciamento de integridade de dutos, apresenta 4 métodos que estimam a taxa de corrosão a partir dos resultados obtidos por inspeções com pig instrumentado e os compara através de estudos de casos que utilizam dados resultantes de simulações e de inspeções realizadas em um duto existente.

1.1. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O trabalho está estruturado em 7 capítulos e 1 apêndice.

Capítulo 1

Aqui serão apresentados a motivação do estudo, os temas que serão abordados e o conteúdo de cada capítulo e apêndice.

Capítulo 2

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica cujo objetivo é abordar os conceitos fundamentais para o gerenciamento de integridade e risco [2,7,9,12-13] de dutos segundo as recomendações das normas API 1160 [2] e ASME B31.8S [10] e, da metodologia proposta por Muhlbauer [11].

A partir da revisão bibliográfica foi possível listar e comparar as informações relativas à corrosão que devem ser coletadas, revisadas e integradas para posterior utilização na avaliação de risco [2,12] do duto.

Capítulo 3

Para prever e prevenir os processos corrosivos é importante o conhecimento de suas características. Por este motivo, este capítulo descreve as classificações utilizadas para corrosão em dutos terrestres considerando seu mecanismo, sua morfologia, sua fenomenologia, seu dimensionamento e seu gerenciamento.

Considerando a classificação de corrosão segundo o gerenciamento, adicionalmente serão listados as técnicas e os sistemas de prevenção utilizados na indústria dutoviária e recomendados pelas principais normas/ publicações.

Capítulo 4

Neste capítulo apresentam-se de forma sucinta os métodos empregados para avaliar a integridade do duto – inspeção por pig [1], teste hidrostático [1] e avaliação direta [7] – como também uma comparação técnica e econômica em que foram considerados os aspectos positivos e negativos de cada um dos métodos de inspeção em relação ao mecanismo de falha por corrosão. Além disto, serão listados os critérios de avaliação da corrosão considerando a classificação quanto ao gerenciamento.

Capítulo 5

Neste capítulo é dada ênfase à estimativa da taxa de corrosão. Para isto são apresentadas metodologias que utilizam ferramentas estatísticas para calcular a taxa de corrosão a partir dos resultados obtidos por inspeções por pigs instrumentados. Assim, serão descritas, aplicadas e comparadas 4 metodologias para o cálculo da taxa de corrosão do duto: Estimativa da Taxa de Corrosão baseada no Princípio de Atividade Local [14], Estimativa da Taxa de Corrosão baseada no Cálculo do Parâmetro (α) [15], Estimativa da Taxa de Corrosão a partir do Intervalo de Confiança para a Média e Estimativa da Taxa de Corrosão a partir da Distribuição de Valor Extremo [16].

Capítulo 6

A comparação dos critérios para determinar os intervalos de inspeção do duto que são recomendados pelas normas/publicações de integridade de dutos, como também as recomendações para ações mitigadoras [9] serão apresentadas neste capítulo.

Capítulo 7

Neste capítulo se encontram as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

Apêndice A

Apresenta tabelas que listam de forma comparativa os fatores que influenciam as ameaças do duto segundo o gerenciamento de integridade proposto por Muhlbauer [11] e pelas normas de integridade API 1160 [2] e ASME B31.8S [10]. Ou seja, lista os parâmetros que devem ser levados em consideração na avaliação de risco para as categorias de ameaças (ações de terceiros, corrosão, projeto e erros operacionais) definidas para um duto.