

1. INTRODUÇÃO

Em função da crescente demanda do transporte de gás, petróleo e seus derivados, sob condições severas de trabalho, as especificações de tubos para gasodutos, oleodutos e polidutos, têm-se tornado cada vez mais exigentes, tanto “on shore” quanto “off shore”. A compreensão do comportamento dos aços que compõem estes tubos é necessária desde a fase de projeto, montagem ou durante sua operação e aplicação em diferentes ambientes. Este conhecimento permite a garantia da integridade dos tubos que compõem os dutos, a qual é de fundamental importância para toda a indústria de petróleo e gás.

As propriedades requeridas para aços usados no transporte de petróleo ou gás variam muito, e dependem das características específicas da aplicação (como diâmetro do tubo, características do fluido a ser transportado como pH, composição química e abrasividade, condições de transporte como pressão e temperatura, assim como meio ambiente ao qual o tubo estará exposto, custos de instalação, operação, reparo, entre outras.

A tendência mundial aponta para a utilização de tubos com grandes diâmetros, de menores espessuras de parede e que operem sob alta pressão, possibilitando desse modo o aumento na produtividade e competitividade das linhas de dutos. Porém os dutos para óleo e gás além de ser submetidos a grandes pressões, podem também estar sujeitos à presença de altas concentrações de impurezas como, por exemplo, o H_2S , deixando estes tubos susceptíveis a corrosão interna, corrosão sob tensão, fragilização pelo hidrogênio e outras, reduzindo desta forma seu tempo de vida útil.

Propriedades apropriadas destes aços como resistência, soldabilidade, tenacidade à fratura, ductilidade, resistência à corrosão e à fragilização pelo H_2S contido no petróleo; vêm sendo obtidas com o contínuo desenvolvimento de aços

microligados da classe API e de alta resistência e baixa liga (ARBL). Essas propriedades, dependem do controle da composição química e dos parâmetros de processamento do aço. Entretanto, a junta soldada nem sempre mantém a mesma alta resistência do metal base.

De maneira a se obter boa soldabilidade e manter a combinação desejada de resistência mecânica e tenacidade nas juntas soldadas, o teor de carbono é reduzido e elementos de liga, tais como titânio, molibdênio, níquel, cromo, vanádio, nióbio e alumínio, entre outros, são adicionados ao metal de base.

Metais de solda de alta resistência compatíveis com estes aços, possuem temperabilidade sensivelmente aumentada com a adição de elementos de liga, e conseqüentemente, a microestrutura presente, que normalmente é decorrente da transformação da austenita em ferrita acicular e em ferrita de contorno de grão (ferrita poligonal e ferrita com segundas fases), é transformada em uma microestrutura constituída de ferrita acicular, bainita e martensita de baixo teor de carbono. Entretanto, o aumento da resistência mecânica e a tenacidade podem reduzir as propriedades de resistência à corrosão, pois permitem a presença de microestruturas mais heterogêneas, com menor resistência ao processo de dissolução corrosiva [1, 2, 3, 4, 5].

A fabricação de um tubo pelo processo UOE, submete a chapa a dobramento, soldagem e expansão. Este tubo durante o processo de construção de um duto é submetido ao curvamento a frio ou a quente, soldagem circunferencial e testes hidrostáticos, antes de colocado em operação, a qual expõe o duto ao transporte de substâncias que podem degradar o aço, seja no metal de base ou na junta soldada. Além disso, tensões residuais, de valores muitas vezes próximos ao limite de escoamento do material, são comuns na região da junta soldada [6]. Os procedimentos de soldagem envolvidos na produção dos tubos podem modificar as propriedades mecânicas do metal de base na região da zona termicamente afetada (ZTA), assim como as propriedades metalúrgicas e de resistência à corrosão, podendo ser esta região da junta soldada mais susceptível à corrosão sob tensão [7].

Tem-se reportado que a maioria de acidentes na indústria do petróleo está relacionada com defeitos originados nas juntas soldadas, ou com a interação de defeitos no metal base com defeitos em soldas, o que se deve provavelmente à presença de microestruturas com menor tenacidade e à ocorrência de campo de tensões aplicadas ou residuais ^[8]. Sendo as soldas circunferenciais as regiões mais prováveis de ocorrer processos de corrosão.

Esta tese tem como objetivos: - Estudar a resistência à corrosão sob tensão em presença de sulfetos e susceptibilidade a fragilização por hidrogênio em soldas circunferenciais de tubo API 5L X80. - Avaliar a influência do pH e do teor de H₂S na corrosividade dos meios aquosos utilizados. - Caracterizar metalograficamente e fractograficamente as superfícies da fratura resultantes dos ensaios mecânicos e associar ao mecanismo de fratura das diferentes juntas ensaiadas. - Caracterizar química e morfologicamente as camadas de produtos de corrosão formadas.

Para atingir os objetivos propostos, foram realizados:

-Ensaio de acordo com norma NACE TM0177/96 ^[9], Método A com solução de ensaio B, variando o pH, a razão de vazão de H₂S na solução, e as tensões de tração aplicadas ao sistema, para determinar a susceptibilidade do aço e das juntas soldadas à corrosão sob tensão.

-Ensaio de Baixa Taxa de Deformação (BTD) de acordo com a norma ASTM G129-00/2006 ^[10], em solução contendo Tiosulfato de Sódio, gerando indiretamente H₂S e, conseqüentemente, condições propícias a incidência de fragilização pelo hidrogênio; variando o pH e a quantidade de Tiosulfato. Estes ensaios são métodos alternativos para avaliar a resistência a corrosão sob tensão e fragilização por hidrogênio do aço e das juntas soldadas.

-Ensaio de caracterização dos meios corrosivos empregados, utilizando técnicas eletroquímicas como polarização anódica e catódica, e procedimentos químicos para determinação da quantidade de H₂S adicionado a cada sistema.

Nesse sentido, um melhor conhecimento das características destes meios é uma condição básica para interpretação de seus efeitos sobre o material.

-Ensaio de permeação de hidrogênio em soluções caracterizadas pela presença de Tiosulfato, para caracterizar a susceptibilidade do aço à fragilização por hidrogênio e comparar a susceptibilidade das juntas soldadas a permeação de hidrogênio.

-Caracterização metalográfica e fractográfica das superfícies de fratura das juntas soldadas obtidas dos ensaios NACE e BTDR, utilizando microscopia ótica e microscopia eletrônica de varredura.

-Caracterização dos filmes de produtos de corrosão obtidos, por meio de inspeção visual, microscopia ótica, microscopia eletrônica de varredura, e difração de raios X (DRX).