

CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DE UM DISPOSITIVO PARA MEDIÇÃO DE TEMPERATURA EM UMA TUBULAÇÃO DE GÁS *

Renato de Souza Ferreira¹
Wellington Bruno Silva de Jesus²
Luiz Gabriel da Silva Nascimento³
Deibson Silva da Costa⁴

Resumo

Situações nas quais estruturas soldadas de aços inoxidáveis apresentem falhas e/ou perdas de propriedades importante, deveriam ser incomuns uma vez que de acordo com a literatura aços inoxidáveis apresentam boa soldabilidade e necessitam apenas de certos cuidados especiais para evitar defeitos. Tendo em vista isso, o presente trabalho tem por objetivo elencar as prováveis causas que podem ter levado a trinca um dispositivo de aço inoxidável por meio da caracterização das microestruturas, para tal uma amostra foi retirada de um segmento de um dispositivo proveniente de um gasoduto no qual foram identificadas trincas durante uma manutenção de rotina. Utilizando-se da análise de microestrutura incluindo a realização de ensaios, líquidos penetrantes, corte e preparação de amostras para microscopia ótica (MO) e microscopia eletrônica de varredura. As observações da amostra possibilitam a identificação dos constituintes, bem como a variação na composição e na morfologia das microestruturas das regiões próximas e distantes da trinca, assim como observação da presença de poros que podem ser associados ao processo de soldagem na região da falha. Os resultados indicam várias falhas em etapas importantes na fabricação do dispositivo o que pode ter contribuído para o surgimento da trinca.

Palavras-chave: Aço Inoxidável; Caracterização, Trincas.

STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF A DEVICE FOR MEASURING TEMPERATURE IN A GAS PIPE

Abstract

Situations in which welded structures of stainless steels show failures and / or loss of important properties should be uncommon since, according to the literature, stainless steels have good weldability and only require special care to avoid defects. In view of this, this work intends to list the probable causes that may have led to cracking of a stainless steel device through the characterization of the microstructures, for which a sample was taken from a segment of a device from a gas pipeline in which were identified during routine maintenance. Using microstructure analysis including testing, penetrating liquids, cutting and sample preparation for optical microscopy (OM) and scanning electron microscopy. The observations of the sample allow the identification of the constituents, as well as the variation in the composition and morphology of the microstructures of the regions near and far from the crack, as well as the presence of pores that can be associated to the welding process in the fault region. The results indicate several failures in important steps in the manufacture of the device which may have contributed to the appearance of the crack.

Keywords: Stainless Steel, Characterization, Cracks.

¹ Engenheiro de Materiais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Belém, Pará, Brasil.

² Engenharia de Materiais, graduando, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará, Ananindeua, Pará, Brasil.

³ Engenheiro Mecânico, Doutor, Professor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Belém, Pará, Brasil.

⁴ Engenheiro Mecânico, Doutor, Professor, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará, Ananindeua, Pará, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Com os avanços da tecnologia existe um contínuo crescimento na necessidade de seleção de matérias primas dentro das milhares de opções de materiais disponíveis, há vários critérios para a decisão final, entre as principais figura as condições de serviço, que ajudam a definir as propriedades necessárias, contudo raramente um material possui a combinação ideal de propriedades requeridas, o que pode demandar processamentos específicos para obter estruturas com propriedades desejadas e alcançar o desempenho pretendido [1].

Os aços inoxidáveis como são chamadas várias ligas a base de Ferro e Níquel podendo conter adição de Cromo ou outros elementos, apresentam-se como materiais que satisfazem múltiplas necessidades da industrial atual. Produtos à base de aços inoxidáveis das mais variadas classes vem sendo utilizados em inúmeros segmentos da indústria com aplicações tão díspares quanto suas composições, devido à combinação de resistência mecânica, capacidade de conformação e resistência a corrosão [2].

Entretanto não é incomum nos depararmos com situações nas quais estruturas de aços inoxidável apresentem falhas e/ou perdas de propriedades importante, provocados pelos mais diversos motivos, seja por defeitos de fabricação ou não levar em consideração as condições de serviço, tratamentos térmicos ausentes ou falhas no processo de soldagem.

O objetivo desse trabalho é caracterizar as microestruturas de um dispositivo de aço inoxidável que apresentou trincas, para indicar os prováveis motivos que levaram a falha. Para isso uma amostra foi retirada de um segmento de um dispositivo proveniente de um gasoduto que apresentou este problema.

A metodologia utilizada na análise da microestrutura inclui ensaios, líquidos penetrantes, corte e preparação de amostras para microscopia ótica (MO) e microscopia eletrônica de varredura (MEV) [3].

As observações da amostra no MO e no MEV possibilitou a identificação das fases constituintes primários e secundários, a variação na composição e na morfologia das microestruturas das regiões próximas e distantes da trinca, assim como observação da presença de poros que indicam algumas falhas em etapas importantes de fabricação do dispositivo o que pode ter contribuído para o surgimento da trinca.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Ensaio de líquido penetrante

Para o ensaio líquido penetrante a amostra foi limpa pulverizando um limpador na superfície e em seguida foi seca com um pano, na sequência foi aplicado o penetrante deixando se estabelecer por 30 minutos, então o excesso de penetrante foi removido e aplicado o revelador na área do ensaio, deixando-o por 30 minutos, após isso foram feitas as inspeções visuais para evidenciar as trincas como mostrado na se Figura: 1a e 1b.

Figura 1 - Trincas constatadas por Líquido Penetrante (superfície externa).



A

B

Fonte: Elaborada pelo autor

2.2 Preparação das amostras para análise metalográfica

Para a realização de análise, foram realizados dois cortes utilizando serra manual. A escolha por este tipo de corte, é justificada pela indispensabilidade da manutenção das microestruturas, e o embutimento do corpo de prova foi realizado a frio com resina conforme mostra a Figura 2.

Figura 2- Amostra após o embutimento



Fonte: Elaborada pelo autor

No processo de lixamento foram utilizadas lixas abrasivas de sílica de granulometrias 80 a 2000 e refrigeração a base d'água. Após a limpeza foi realizado o polimento utilizados panos para polimento metalográfico e alumina.

2.3 Ataque químico

Para o ataque químico foi escolhido o reagente Marble (CuSO_4 20 ml HCl + 20 ml H_2O) através do esfregação da amostra, sendo 10 esfregaços (5 em cada sentido) e após a perda do aspecto especulado foi então retirado com álcool líquido e deixado secar ao ar livre, a duração do ataque foi de 30 segundos.

2.4 Análise microestrutural

A obtenção de imagens para as análises se deu de duas formas a primeira delas com auxílio do microscópio óptico, e a outra por de microscopia eletrônica de varredura (MEV), para inspecionar a região da fratura e suas vizinhanças.

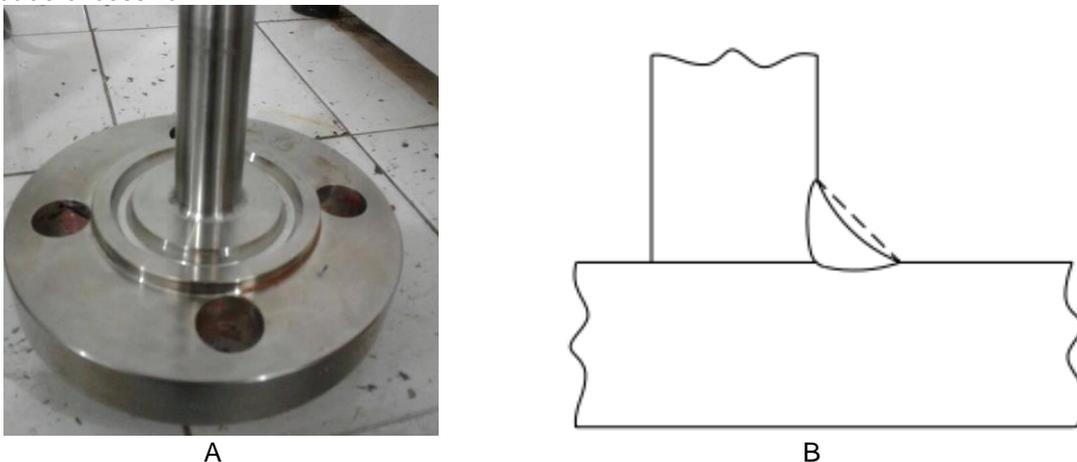
2.5 Análise da composição química

Com objetivo de determinar a composição química das regiões de interesse de forma qualitativa foram realizadas a espectroscopias por energia dispersiva (EDS) em diferentes regiões da amostra, incluindo a região do disco, do eixo e da solda. A determinação da composição química é uma importante ferramenta pois através do conhecimento dos elementos presentes na amostra é possível fazer a relação destes com o comportamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O perfil de solda no dispositivo é algo que merece destaque pois apresenta um perfil côncavo o que comparado com a literatura sugere um defeito durante o processo de soldagem ou acabamento como exibido na Figura 3a e 3b abaixo.

Figura 3 – Comparativo entre o perfil da solda no dispositivo e defeito de soldagem ocasionado por concavidade excessiva.



Fonte: Elaborada pelo autor

Após o corte foi possível perceber que se tratava de uma peça produzida por soldagem com a presença de chanfro, e que uma das trincas surgiu a partir dele e a outra no cordão de solda.

A micrografia obtida na região entre o disco e o eixo está apresentada na Figura 4, não demonstra sinais de terem sofrido esforço mecânico já que seus grãos se apresentam uniformes e sem orientação, não foram detectadas inclusões ou a presença de fases deletérias.

É possível perceber o surgimento da trinca na região do chanfro que naturalmente atua como concentrador de tensão, vale destacar que existe pouca penetração entre as juntas soldadas, além disso há muitos poros vermiculares o que sugere que a velocidade de soldagem pode ter sido inadequada ou que o aporte térmico foi abaixo do necessário para promover a junção.

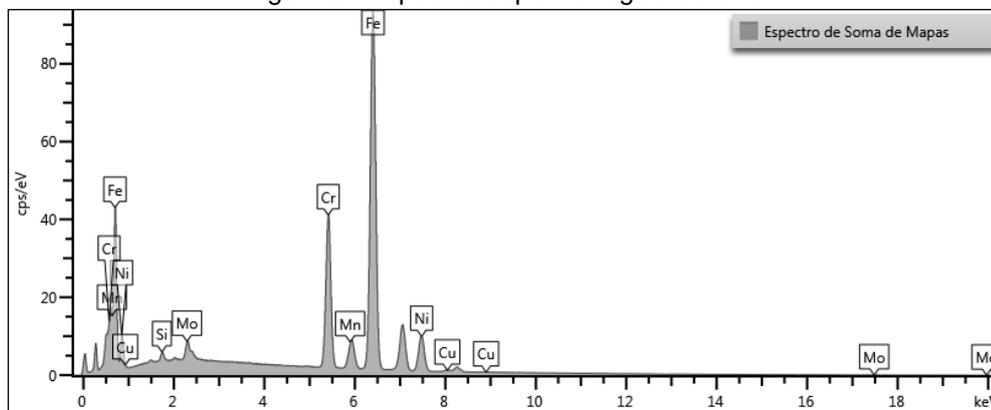
Figura 4 - Micrografia da região de surgimento da trinca



Fonte: Elaborada pelo autor

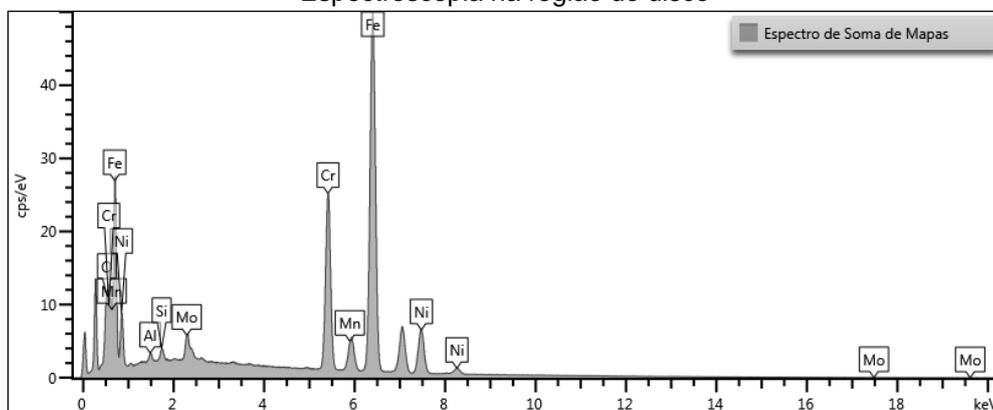
Após espectroscopia por energia dispersiva constatou-se que a composição química do metal depositado na região da solda aproxima-se da composição do metal de base de composição semelhante ao do aço 316 o que não provoca heterogeneidade de composição entre o metal base e solda, além disso não foi possível verificar se a peça havia sofrido tratamento térmico para alívio de tensões, contudo as características geométricas não indicam favorecimento ou intensificação de concentradores de tensão com exceção do chanfro de acordo com a Figura 5.

Figura 5 - Espectroscopia na região do eixo



Fonte: Elaborada pelo autor

Espectroscopia na região do disco

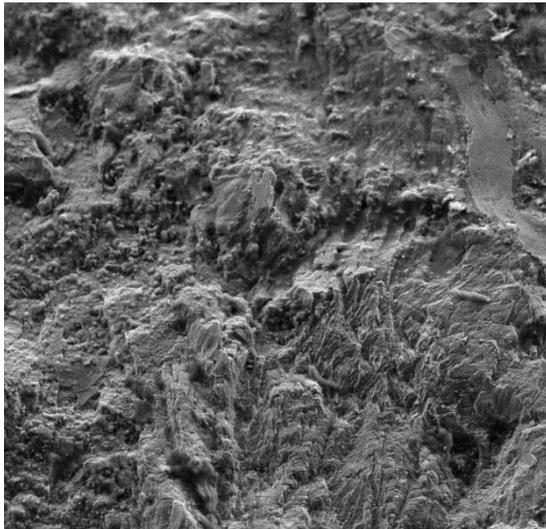


Fonte: Elaborada pelo autor

A partir da análise da amostra ampliada 600x, (Figura 6) na região da fratura é possível observar algumas características, como o aspecto regular, com ausência de microcavidades esféricas e sem a presença de planos de clivagem, não foram encontradas regiões que poderiam sugerir fadiga.

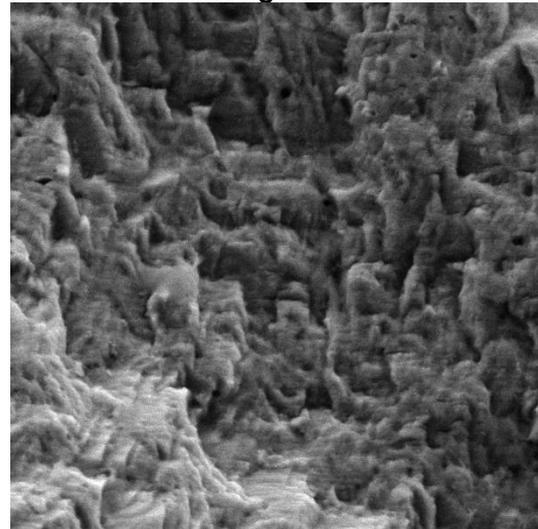
A fractografia da amostra na superfície (Figura 7) indica o processo de fratura frágil nesta região dando indícios que esta região apresenta pouca tenacidade entretendo na Figura 8 a fratura exibe aspecto dúctil o que indica a coexistência de mecanismo de fratura na região da solda.

Figura 7 - Aspecto da fratura em região frágil



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 8 - Aspecto da fratura revelando região dúctil



Fonte: Elaborada pelo autor

4. CONCLUSÕES

A peça em estudo foi produzida através do processo de soldagem utilizando de ligas inoxidáveis de diferentes composições e com presença de chanfro, onde o eixo trata-se de um aço ferrítico e a base circular de aço austenítico.

Podemos elencar alguns fatores que podem ter contribuído de forma isolada ou em conjunto para o aparecimento das trincas como:

Aços inoxidáveis devem ser soldados com baixo aporte térmico e velocidade elevada, parâmetros abaixo do mínimo podem ter provocado a baixa penetração encontrada e também justifica os poros vermiformes. Ainda sobre a soldagem o chanfro ocasionou a falta de penetração na raiz.

Não há sinais de fadiga, nem de falha provocada por esforços mecânicos ou vibração.

Os Aços apresentam composição química uniforme e não se indicam sinais de sensibilização, mostrando-se aptos para as condições de serviços as quais foram submetidos.

REFERÊNCIAS

1 - CALLISTER, W. D., RETHWISCH, D. G. **Ciência e Engenharia de Materiais - Uma Introdução** (9 ed.). Rio de Janeiro: LTC editora 2016

- 2 - LIMA, R. A. **Caracterização de trinca em tubo de aço inoxidável hp fundido por centrifugação após surto de temperatura em forno de reforma a vapor.** Rio de Janeiro. 2016.
- 3 - MARQUES, P. V., MODESI, P. J., BRACARENSE, A. Q. **Soldagem: fundamentos e tecnologia.** (4 ed.). Rio de Janeiro, Rj, Brasil: Elsevier Editora Ltda. 2017.