

# **APLICAÇÃO DE PROCESSOS AVANÇADOS DE SOLDAGEM NA CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS COM AÇOS ESPECIAIS. ESTUDO DO PROCESSO DE CORROSÃO METÁLICA EM JUNTAS SOLDADAS EXPOSTAS A MEIOS AGRESSIVOS.**

**Rafael Jucá de Queiroz Mendes<sup>1</sup> ; Severino Leopoldino Urtiga Filho<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Mecânica - CTG – UFPE; E-mail: rafaeljqm@hotmail.com,

<sup>2</sup>Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Mecânica – CTG – UFPE. E-mail: urtiga@ufpe.br.

**Sumário:** O presente trabalho tem como objetivo avaliar o processo de corrosão do aço API 5LX80 através do ensaio de OCP (Potencial de Circuito Aberto) e Polarização em meios corrosivos salinos. Com esse objetivo, foram confeccionados corpos de prova que foram submetidos a testes eletroquímicos de potencial de circuito aberto, polarização para avaliação do processo corrosivo. Os corpos de prova foram analisados por microscopia ótica (MO), para avaliação da morfologia do processo corrosivo.

**Palavras-chave:** API 5LX80; corrosão; soldagem;

## **INTRODUÇÃO**

O intenso crescimento da indústria de petróleo e gás tem demandado sistemas de transporte e armazenamento com especificações cada vez mais rígidas, no que diz respeito à escolha do material a ser utilizado (1-2).

Propriedades mecânicas como resistência, soldabilidade, tenacidade à fratura, ductilidade, resistência à fissuração pelo hidrogênio, resistência à fragilização pelo H<sub>2</sub>S contido no petróleo, resistência à corrosão são características almejadas para os materiais empregados na indústria de petróleo e gás (3). A corrosão é um problema que merece grande destaque na indústria petrolífera, uma vez que esta pode ocasionar sérios prejuízos de ordem econômica, ambiental e social (1-5).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o processo de corrosão do aço API 5LX80 através de análises com o microscópio ótico e ainda ensaios de OCP e Polarização em meios corrosivos salinos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Durante o período de pesquisa foram confeccionados nove corpos de prova em aço carbono API 5L X80 soldados de três formas diferentes: TIG (Passe de Raiz) + Eletrodo Revestido (Enchimento), TIG (Passe de Raiz) + Arame Tubular (Enchimento) e Eletrodo (Passe de Raiz) + Eletrodo Revestido (Enchimento). Para obtenção destes corpos de provas foram soldadas três chapas de aço. Foi necessário, então, cortar os corpos de prova na serra de fita e depois fresar as superfícies para que fique garantido o paralelismo entre as faces. Esse paralelismo garantirá imagens de qualidade no microscópio ótico.

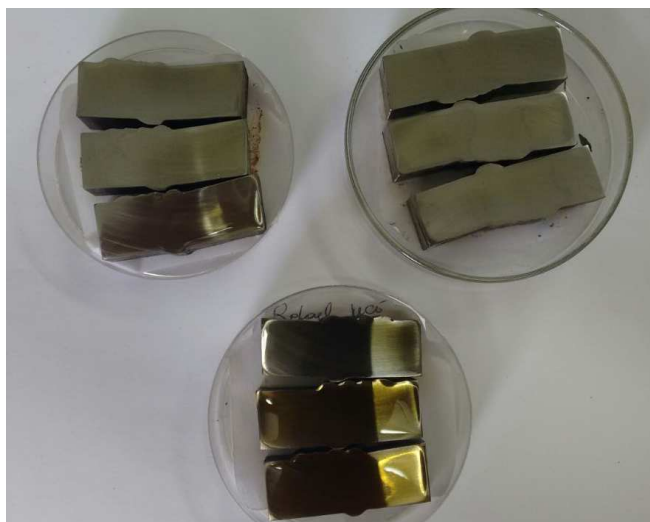


Figura 1: Corpos de provas protegidos com óleo após polimento.

## RESULTADOS

São apresentados e discutidos a seguir, os resultados obtidos ao longo da pesquisa.

**OCP:** Os corpos de prova soldados foram expostos ao referido ensaio por vinte e quatro horas (86400 segundos). Esse ensaio nos mostrou que o potencial para os três tipos de solda se estabilizaram em torno de -0.72 volts.

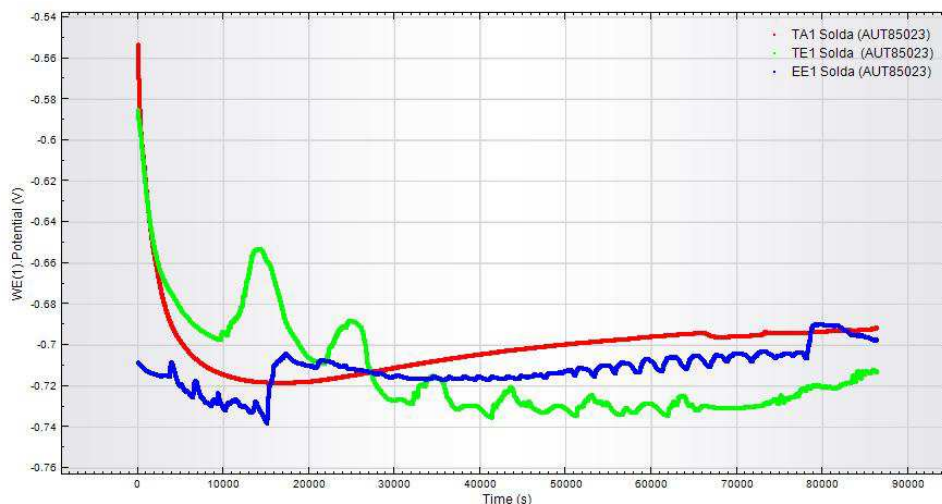
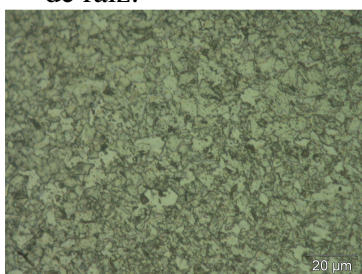


Figura 10: Evolução do potencial de circuito aberto.

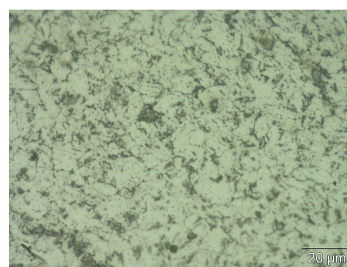
- **TIG (Passe de Raiz) + Arame Tubular (Enchimento):** Nas primeiras 3 horas observamos uma queda acelerada do potencial que já era esperada pois a superfície da peça estava crua, ou seja, sem nenhuma proteção anti-corrosiva. Observa-se a criação dos óxidos ferrosos mais intensamente que irão proteger a superfície da peça. E, então, como já era esperado, temos um crescimento do potencial.
- **TIG (Passe de Raiz) + Eletrodo Revestido (Enchimento):** Foi observado uma aceleração na taxa de corrosão mostrada pelo ensaio, porém dessa vez o ensaio ficou oscilando regularmente. Este fato pode ser explicado, dentre outros motivos, pela grande diferença microestrutural entre as zonas do ensaio: MB (Metal Base), ZTA (Zona Termicamente Afetada) e MS (Metal de Solda). Nas primeiras 9 horas observamos que o potencial continuou decrescendo, atingindo uma estabilidade

relativa entre as 9 – 15 horas. Após as primeiras 15 já foram criados os óxidos ferrosos que irão proteger a superfície da peça.

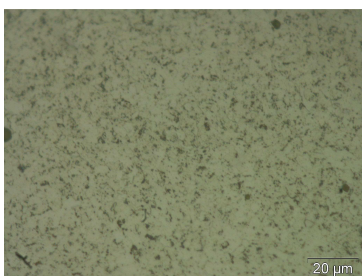
- **Eletrodo Revestido (Passe de Raiz + Enchimento):** Percebemos que houve uma oscilação prolongada do potencial, durante as 24 horas, mas que não se estabilizou. É notável a presença de um ponto de mínimo potencial local no tempo aproximado de 4 horas. Após isso, o potencial se manteve, relativamente, estável durante as 9 horas seguintes. Uma das explicações cabíveis para modelo é a utilização do mesmo tipo de solda tanto para o enchimento e também para o passe de raiz.



(4)



(5)



(6)

(4) – ZTA TIG (Passe de Raiz) +  
Arame Tubular (Enchimento)

(5) - ZTA TIG (Passe de Raiz) +  
Eletrodo Revestido (Enchimento)

(6) - ZTA Eletrodo Revestido (Passe  
de Raiz + Enchimento).

## DISCUSSÃO

Em relação ao potencial de circuito aberto, para ambos os obtivemos uma queda no valor do potencial durante as três primeiras horas, caracterizado processo reacional de corrosão do metal e modificação contínua da interfase metal/eletrólito. Não se observou o início de uma estabilização do potencial, configurando-se o potencial de corrosão. Fato que poderia ser observado caso fizéssemos um ensaio mais longo de 48 horas.

Nos corpos de prova, observa-se a formação óxido ferrosos já nas primeiras 3 horas de exposição, indicando que nessas primeiras horas o processo de corrosão já é bastante intenso. As componentes resistivas estariam associadas aos produtos de corrosão. Tais produtos da corrosão geram uma camada que impede o contato entre a superfície do metal e o eletrólito. Contudo, os produtos de corrosão apresentam irregularidades superficiais que possibilitam o contato da água do mar (eletrólito), permeando o processo corrosivo.

Devido à adesão de produtos de corrosão sobre a superfície do metal, o acesso do eletrólito ao metal tornou-se mais dificultado, tornando a cinética reacional de corrosão mais lenta com o passar do tempo.

## CONCLUSÕES

O estudo do processo de corrosão do aço API 5L X80 soldado em três condições diferentes mostrou que no ensaio de Potencial de Circuito Aberto para o modelo TIG (Passe de Raiz) + Arame Tubular (Enchimento) percebemos que não houve uma estabilidade absoluta do potencial. Nas primeiras 3 horas observamos uma queda acelerada do potencial, logo então durante as 9 horas seguintes temos uma estabilização e por fim crescimento do potencial

que possui uma tendência de aumento, ocasionado pelo aumento do processo corrosivo. Para a amostra TIG (Passe de Raiz) + Eletrodo Revestido (Enchimento) percebemos que para este modelo de amostra o potencial de circuito aberto também não teve uma estabilidade absoluta.

Para esta amostra também foi observado uma aceleração na taxa de corrosão mostrada pelo ensaio nas primeiras horas, porém com uma oscilação regular já depois das 9 horas de ensaio. Por fim, para a peça do modelo Eletrodo Revestido (Passe de Raiz + Enchimento) este tipo de peça foi o que se mostrou mais inesperado. Não houve um decréscimo acentuado do potencial. Percebemos que houve uma oscilação prolongada, durante as 24 horas, mas que não se estabilizou. É notável a presença de um ponto de mínimo potencial local no tempo aproximado de 4 horas. Após isso, o potencial se manteve, relativamente, estável durante as 9 horas seguintes. Uma das explicações cabíveis para modelo é a utilização do mesmo tipo de solda tanto para o enchimento e também para o passe de raiz. O fator que provavelmente mais contribuiu para esse comportamento foi ausência de corrosão galvânica provocada pela interface metal de base e metal de solda que gera uma diferença de potencial, tendo a água do mar como eletrólito. As análises microscópicas mostraram ataque localizado do substrato, indicando a forte ação de cloretos em locais ao redor do cordão de solda.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradeço:

ao CNPq pelo apoio financeiro;

ao prof. Severino Urtiga;

à prof.<sup>a</sup> Magda Vieira pela paciência e auxílio,

ao Prof Tiago Rolim pelo auxílio na utilização das máquinas

à Jana e Ivaldo e à todos aqueles que fazem o COMPOLAB.

### **REFERÊNCIAS**

- 1- GENTIL, V. Corrosão. 6.ed. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 2011.
- 2- GEMELLI, E. Corrosão de Materiais Metálicos e sua Caracterização. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2001. 183 p.
- 3- BALLESTEROS, A. F.; PONCIANO, J. A. C.; BOTT, I. S. Susceptibilidade de Juntas soldadas circunferenciais de aço API 5L X80 à corrosão sob tensão e fragilização por hidrogênio. *Tecnol. Metal. Mater. Miner.*, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 147-152, jan-mar, 2010.
- 4- PANOSSIAN, Z. Corrosão e Proteção contra Corrosão em Equipamentos e Estruturas Metálicas. 1.ed. São Paulo: IPT, 1993. 2.v, 636 p.
- 5- NUNES, L. P. Fundamentos de resistência à corrosão. Rio de Janeiro: Interciência: IBP: ABRACO, 2007.