

# RESISTÊNCIA À CORROSÃO DO AÇO INOXIDÁVEL LEAN DUPLEX UNS 32304 SOLDADO PELO PROCESSO FSW

Victor Hugo Ayusso<sup>1</sup>, Maysa Terada<sup>2</sup>, Isolda Costa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC-SP

<sup>1, 2, 3</sup> Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/CNEN-SP  
imi.victor@gmail.com, icosta@ipen.br

## 1. Introdução

A soldagem por atrito com pino não consumível ou Friction Stir Welding (FSW) é um processo de união de materiais no estado sólido que foi desenvolvido em 1991 [1]. Neste, o material é aquecido e misturado plasticamente ao longo do cordão de solda pela rotação de um pino não consumível [2]. As vantagens do processo FSW resultam do fato que este mistura as fases sólidas a uma temperatura de aproximadamente 70% do ponto de fusão e não permite a precipitação de fases devido ao rápido resfriamento. Entre os materiais de grande interesse para a indústria de petróleo encontram-se os aços inoxidáveis dúplex. Nesta classe tem-se o aço inoxidável lean duplex UNS 32304 que apresenta boas propriedades físicas e mecânicas, excelente resistência à corrosão e boa soldabilidade. O uso de FSW com aços dúplex tem sido considerado como de grande interesse e tem sido testado. Todavia, o efeito deste tipo de solda na resistência à corrosão localizada do aço, necessita ainda ser estudada, sendo objeto deste trabalho.

## 2. Metodologia e Materiais

Chapas do aço UNS32304 foram soldadas pelo processo FSW. Neste processo, um pino de nitreto de boro com 1,8 mm de comprimento e um ombro de 25 mm foram rotacionados para junção das chapas. A velocidade de rotação utilizada no processo foi de 200 rpm e a velocidade de avanço do pino foi de 100 mm/min. Após soldagem, foram retiradas amostras de diferentes regiões, ilustradas na figura 1, do metal base (MB), zona termicamente afetada de avanço (ZTAA), de retrocesso (ZTAR) e zona misturada (ZM). As superfícies das amostras para foram lixadas e polidas até 1 µm e então imersas em solução de Behara modificado (20 mL de ácido clorídrico, 80 mL de água destilada, 1 g de metabissulfato de potássio e 2 g de difluoreto de amônio) a temperatura ambiente por 20 s. A resistência à corrosão foi investigada por espectroscopia de impedância eletroquímica e curvas de polarização anódica. Os ensaios foram realizados em solução 3,5% (massa) de NaCl a temperatura ambiente, utilizando uma célula de três eletrodos com fio de platina, eletrodo de Ag/AgCl, KCl<sub>sat</sub> e aço como contra eletrodo, eletrodo de referência e eletrodo de trabalho, respectivamente.

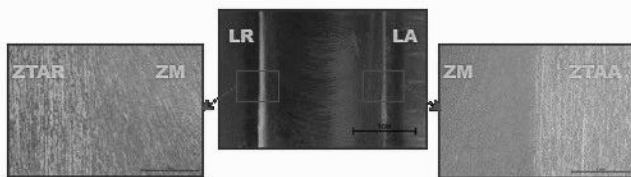


Figura 1 – Foto do cordão de solda(ZM) e micrografias dos lados de avanço (LA) e de retrocesso (LR).

## 3. Resultados

Os resultados eletroquímicos indicaram a presença de um óxido (camada passiva) de elevada estabilidade na superfície do aço inoxidável *lean duplex* soldado por FSW não somente sobre o metal de base, mas também na zona misturada. As curvas de polarização da Figura 2 comparam a resistência à corrosão do metal base com as zonas termicamente afetadas, tanto a de avanço como a de retrocesso. Nota-se maiores correntes associadas às zonas afetadas com menor resistência para a ZTAA.

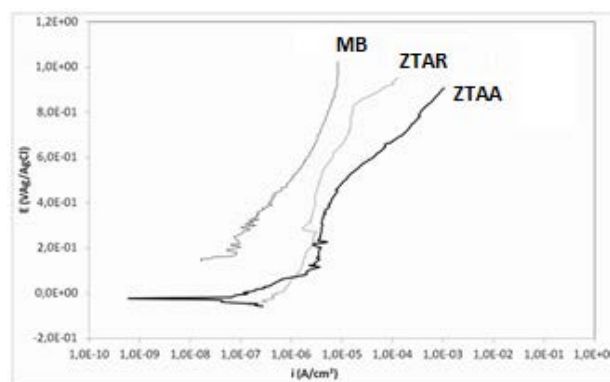


Figura 2 – Os ensaios eletroquímicos de impedância e os obtidos por curvas de polarização confirmaram a presença de camada passiva altamente resistente.

## 4. Conclusões

Os testes eletroquímicos indicaram elevada estabilidade da camada de óxido sobre a superfície do aço UNS 32304, mesmo na região de solda. Houve pequena diminuição de resistência da zona afetada em comparação com o metal base (MB). O lado de avanço (ZTAA) apresentou menores impedâncias e maiores densidades de corrente indicando ser o de menor resistência à corrosão entre as várias regiões geradas pela solda FSW.

## 5. Referências

- [1] Thomas, W.M. et al, U.S. Patent No. 5,460, 317.
- [2] Ellis, M. and Strangwood, M., TWI Bull.,6 (1995) 138–1461.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao IPEN e à CAPES pelo apoio financeiro, a Dra. Maysa Terada e a Petrobras pelo fornecimento de amostras e ao LNANO pela execução da solda FSW.