

**Título:** Caracterização estrutural e eletroquímica de aços inoxidáveis duplex soldados por atrito com pino não-consumível (SAPNC)

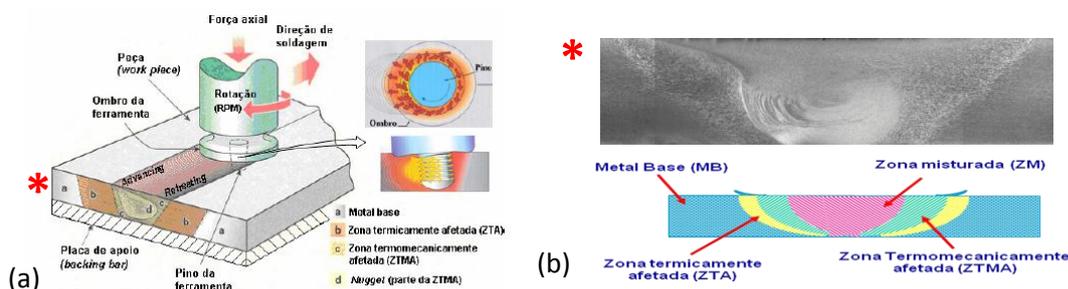
**Pesquisadora responsável:** Dra. Marina Magnani

**Unidade do CNPEM:** Laboratório de Microscopia Eletrônica - LME /LNLS

### Introdução

Aços inoxidáveis duplex (AIDs) possuem uma microestrutura formada por frações aproximadamente iguais de ferrita (cúbico de corpo centrado) e de austenita (cúbico de face centrada). O balanço destas fases proporciona aos AIDs alta resistência ao trincamento por corrosão-sob-tensão, corrosão localizada e uma resistência mecânica superior a dos aços inoxidáveis austeníticos convencionais, combinada a uma boa tenacidade. Esta combinação permite que estes aços sejam largamente utilizados nas indústrias petroquímicas<sup>1-2</sup>.

A técnica de SAPNC utiliza uma ferramenta (Figura 1) para produzir calor ao mesmo tempo em que gera deformação plástica severa do material, resultando em uma mistura mecânica do material plastificado<sup>3</sup>. O pino, no extremo da ferramenta, penetra no material da junta até o ombro entrar em contato com a superfície da chapa. A rotação da ferramenta gera o calor necessário para formação da região plástica, seguido do deslocamento da ferramenta ao longo da junta (Fig 1a). A junta soldada produzida mediante atrito com pino apresenta regiões com diferentes histórias termo (mecânicas) as quais podem ser identificadas ao longo de uma seção transversal (Fig 1b). A zona misturada (ZM) é uma região de completa recristalização com alto grau de refinamento de grão devido aos altos níveis de deformação em elevada temperatura, a zona termomecanicamente afetada (ZTMA) é uma região que experimenta contribuições do calor e da deformação, a zona termicamente afetada (ZTA) apresenta efeitos do calor e o metal de base (MB) permanece inalterado<sup>4</sup>.



**Figura 1.** (a) Processo de soldagem por SAPNC; (b) Regiões de solda e metal base.

As vantagens desse processo decorrem do fato que a SAPNC ocorre na fase sólida, abaixo da temperatura solidus das ligas a serem unidas. A resistência da solda é de 30 a 50% maior que a soldagem por arco elétrico e a vida em fadiga é comparável àquela de peças rebitados<sup>3</sup>. A continuidade do desenvolvimento do processo indica que o SAPNC está se

tornando comercialmente atraente para aplicações, tais como: navios, fabricação de tubos, fabricação de caminhões, vagões ferroviários, e fabricação de equipamentos, quando comparado com outros processos de soldagem.

Sobre propriedades de corrosão das soldas por SAPNC, têm sido relatadas observações contraditórias. Enquanto alguns estudos relatam que a resistência a pite e trinca por corrosão em ambiente salino (SCC) das soldas SAPNC são superiores ou comparáveis àqueles do material base, outros relatos indicam que soldas SAPNC de algumas ligas, de alta resistência são mais susceptíveis ao ataque intergranular do que as ligas base, preferencialmente na ZTA adjacente à ZTMA<sup>4</sup>. Nos aços inoxidáveis, as fases intermetálicas podem precipitar e causar a diminuição das propriedades de corrosão e tenacidade da junta soldada. Na literatura há poucos trabalhos que estudam a resistência a corrosão de aços inoxidáveis nas regiões das juntas soldadas.

Dentre esse contexto, o objetivo principal desse trabalho é avaliar a resistência a corrosão do metal base e das diferentes juntas soldadas de aços inoxidáveis duplex e super duplex e correlacionar com a microestrutura desses materiais.

### **Material e Métodos**

Aços inoxidáveis duplex de baixa liga e alta liga (superduplex) com adições de W, Cu e Mo; classificados como S32101, S32760 e S32750 respectivamente, serão utilizados neste estudo. As juntas soldadas serão fornecidas pelo grupo de Laboratório de União e Processamento Avançado de Materiais localizado nas instalações do LNLS.

Os ensaios de corrosão intergranular e por pite serão realizados por polarização potenciodinâmica em meios de cloreto segundo as normas ASTM 262 e ASTM G48-03 nas regiões das juntas soldadas ZM, ZTMA, ZTA e no metal base (MB).

A identificação dos precipitados, distribuição e quantificação de fases das regiões das juntas soldadas e do metal base serão caracterizadas antes e após os ensaios de corrosão por microscopia óptica através de microscópio Olympus BX51M com câmera PAX-it para aquisição de imagens (MO), microscopia eletrônica de varredura (MEV) - JEOL JSM 5900 LV com detector de espectroscopia de raios-X dispersiva em energia (EDS), e microscopia eletrônica de transmissão TEM-MSM 2100 instalados no Laboratório de Microscopia Eletrônica - LME/LNLS. O aluno receberá treinamento para operar os microscópios eletrônicos.

Este projeto se justifica pelo elevado cunho científico e tecnológico e pelo caráter interdisciplinar, que garantirá ao aluno uma ampla e profunda formação científica.

### **Referências Bibliográficas**

1. Sato, Y.S., *ET AL* (1999) *Scripta Materialia*. 40: 659-663.
2. Elmer, J.W., *ET AL* (2007). *Metallurgical and Materials Transactions A*. 38: 464-475.
3. Cruz, M.F., *ET AL* (2009). *Simpósio de Aplicações em Áreas de Defesa*, ITA, Sao Jose dos Campos
4. Mishra, S., *ET AL* (2005), *Materials Science and Engineering*. 50 : 1-78.