

## A INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE TEXTURIZAÇÃO VIA LASER NANOSSEGUNDOS NO PROCESSO DE CORROSÃO GLOBAL DO AÇO 316L SS PARA APLICAÇÃO BIOMÉDICA

<sup>1</sup>Wendler Paiva Reis

<sup>1</sup>Murilo Oliveira Alves Ferreira

<sup>2</sup>Fátima Yasuoka

<sup>1</sup>Jéferson Aparecido Moreto

<sup>1</sup>SMM-EESC-USP; <sup>2</sup>IFSC-USP

E-mail: wendler.engineer@usp.br

### Objetivos

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do processo de texturização superficial via laser de fibra nanossegundos (NsPFL) no processo de corrosão global do aço 316L SS, buscando identificar parâmetros de marcação que promovam melhorias na resistência à corrosão e na aplicabilidade biomédica desses materiais.

### Métodos e Procedimentos

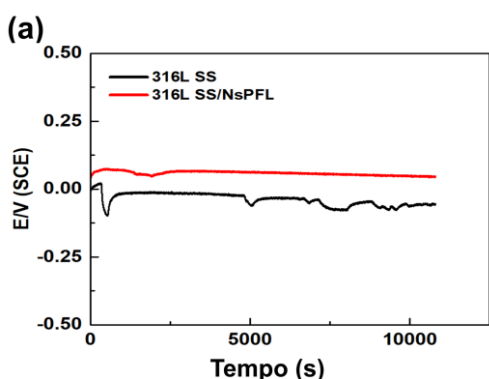
As amostras de aço 316L SS foram cortadas em dimensões de 15 x 15 mm, lixadas com lixas de SiC de granulometria entre 800 e 4000 *mesh* e, em seguida, polidas com pasta de diamante de 3  $\mu\text{m}$ . O tratamento superficial foi realizado com um laser de fibra pulsado em nanossegundos (SPI Pulse Fiber Laser 70 W,  $\lambda = 1060$  nm, foco de 18  $\mu\text{m}$ ), equipado com cabeça galvanométrica de dois eixos. Os parâmetros de marcação foram otimizados em: potência de 7 W, velocidade de 450 mm/s, espaçamento entre linhas de 30  $\mu\text{m}$ , frequência de 50 kHz e foco em 183 mm. Os ensaios de corrosão foram conduzidos em célula eletroquímica contendo um compartimento de três eletrodos, sendo o eletrodo de trabalho as amostras do aço 316L SS com e sem

tratamento à laser com área exposta de 1  $\text{cm}^2$ , contra eletrodo de platina e eletrodo de referência de calomelano saturado  $\text{Hg}/\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{KCl}_{\text{sat}}$ . Os testes de corrosão foram realizados em solução de 0,9% NaCl à temperatura de  $25 \pm 1$  °C. O potencial de circuito aberto (PCA) foi monitorado por um período de 10,800 s. As curvas de polarização potenciodinâmica (PPc) foram obtidas num intervalo potencial de  $-0,3$  a  $+1,2$  V/ECS, com uma taxa de varredura de  $dE/dt = 0,1$  mV  $\text{s}^{-1}$ . Os espectros de espectroscopia de impedância eletroquímica (EIE) foram registrados em uma faixa de frequência de 100 kHz a 10 mHz, utilizando uma onda senoidal de 10 mV (rms). A caracterização superficial foi realizada por perfilometria ótica (Veeco Vyko NT1100), microscopia eletrônica de varredura (MEV, FEI Inspect S50, 20 kV) e espectroscopia dispersiva de energia de raios-X (EDX).

### Resultados

Os resultados indicam que o  $E_{\text{ocp}}$  do material tratado é menos negativo (48 *versus* -58 mV/ECS), o que pode sugerir uma maior resistência ao processo de corrosão em meio contendo íons cloreto. O material tratado apresentou um potencial de corrosão ( $E_{i=0}$ ) ligeiramente mais positivo que o do material base. O valor de  $E_{\text{corr}}$  é geralmente considerado

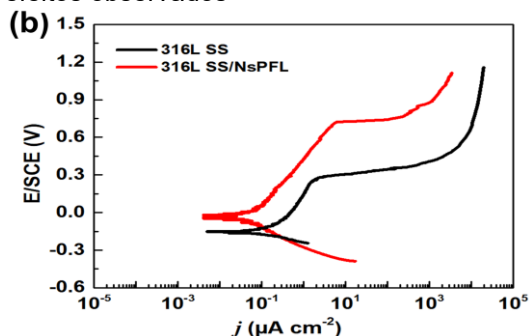
um indicador da nobreza do material, com um  $E_{corr}$  mais alto correspondendo a um sistema mais resistente à corrosão. Os resultados de PPC demonstraram ainda que o material tratado apresenta uma corrente de corrosão ( $i_{corr}$ ) menor em comparação com o material base (0,0378 versus 0,1137  $\mu\text{A cm}^{-2}$ ), confirmando a eficácia do tratamento à laser. Os resultados de EIE revelam um aumento substancial nos módulos de impedância do material tratado, que se intensifica com a duração da imersão e é acompanhado por um ângulo de fase próximo a  $-90^\circ$ . Esse comportamento indica uma maior resistência ao processo de corrosão em comparação ao aço inoxidável 316L não tratado. Esses resultados destacam o efeito benéfico do tratamento à laser de nanossegundos na resistência à corrosão do aço 316L SS. A **Figura 1 (a)** apresenta uma comparação das curvas de OCP e a **Figura 1 (b)** as curvas de polarização potenciodinâmica para o aço 316L com e sem tratamento à laser. A **Figura 2**, por sua vez, apresenta uma comparação entre os tempos de 3 e 48 h de imersão dos espectros de EIE para o aço 316L SS com e sem tratamento à laser.



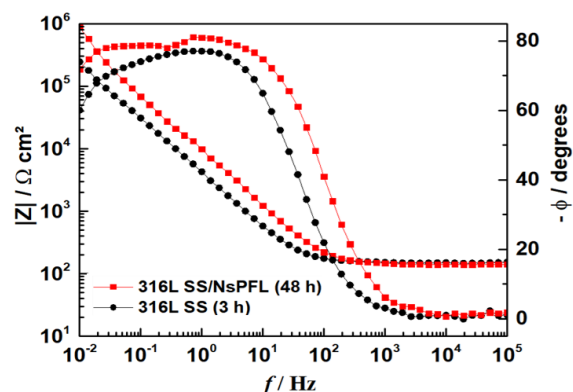
## Conclusões

O processo de texturização superficial via laser de fibra nanossegundos mostrou-se eficaz para melhorar a resistência à corrosão do aço inoxidável 316L SS. Esses resultados confirmaram o potencial da técnica como método de marcação e modificação superficial

sem comprometer a integridade do material. Os efeitos observados



**Figura 1.** (a) Comparação das curvas de OCP e (b) comparação das curvas de polarização potenciodinâmica para o aço 316L com e sem tratamento à laser.



**Figura 2.** Espectros de Bode dos dados de EIE, comparando os tempos de 3 e 48 h de imersão para o aço 316L SS com e sem tratamento à laser.

de texturização e indicam perspectivas promissoras quanto à modificação morfológica da superfície, fator de relevância para integração em aplicações biomédicas.

## Referências

Neves, V.d.S. et al. *The Use of Nanosecond Pulsed Fibre Laser Treatment to Improve the Corrosion Resistance of 316L SS Utilised as Surgical Devices*. Materials 2024, 17, 6178.