

ESTUDO COMPARATIVO DA PASSIVAÇÃO DO AÇO AISI 316-L COM ÁCIDO NÍTRICO E ÁCIDO SULFÚRICO EM DIFERENTES TEMPERATURAS.

V.V. FREITAS¹, K. J. B. ALVES¹, M. F. ROMEU¹ e M. M. P. SILVA^{1,2}

¹ Faculdade de São Bernardo do Campo, Departamento de Química

² Faculdade de São Bernardo do Campo, Departamento de Engenharia Química

E-mail para contato: mauricio.marques@fasb.com.br

RESUMO – Este estudo teve por objetivo propor métodos de proteção passivante a aços inoxidáveis, de forma a aumentar sua resistência à corrosão, tendo em vista a vasta utilização no cotidiano como, por exemplo, em equipamentos expostos à atmosfera. Foram comparados os limites de passivação para aço austenítico de baixo teor de carbono (AISI 316-L), utilizando-se banhos passivantes de ácido nítrico e ácido sulfúrico, com os quais se verificou se a influência da temperatura dos banhos pode ser significativa para uma melhor proteção passiva ao aço. As placas de aço AISI 316-L passaram por decapagem mecânica, posteriormente lavadas com água destilada e secadas com ar quente na temperatura de 55°C; em seguida, foram imersas em solução de HNO₃ 40% v/v ou solução de H₂SO₄ 0,50 mol.L⁻¹ 15%, em temperaturas ambiente (20°C) e 40°C, formando-se assim uma camada passiva sobre a superfície do aço. As placas foram expostas a meios corrosivos de HCl, acompanhando-se os valores de E_{ca} (potencial de circuito aberto) até valores estacionários (potencial de corrosão – E_{corr}). Com os dados obtidos, verificou-se a eficácia em todas as condições propostas; entretanto, a passivação com HNO₃ 40% v/v em temperatura de 40°C, apresentou uma melhor performance.

1. INTRODUÇÃO

Corrosão é o processo de deterioração espontânea de um metal, causada pela reação entre o metal e os elementos do meio em que o mesmo está imerso. Com o crescente uso de aços, como os aços inoxidáveis utilizados em materiais cirúrgicos, cresce também a importância dos estudos sobre os processos que inibem a ação do processo corrosivo na superfície metálica (GENTIL, 2007).

Os aços inoxidáveis apresentam grande resistência à corrosão devido à quantidade de cromo presente em sua composição. Sendo assim, o cromo, um dos constituintes do aço austenítico, sofre oxidação, resultando em uma fina camada de óxido de cromo na superfície do metal, a qual o protege do ataque corrosivo. A esse processo de formação da camada de óxido sobre a superfície do metal dá-se o nome de passivação (GEMELLI, 2001).

De acordo com a norma técnica ASTM – A967 / A967M-13, existe uma forma de passivação a ser aplicada para cada tipo de aço, sendo que o processo de passivação abrange

diversas variáveis como o tempo de imersão, a temperatura e a concentração do banho passivante.

Segundo Salvago et al (1987), o pré-tratamento com HNO_3 em ensaios de laboratório, pode impedir a corrosão em placas de aço AISI 316, quando expostas a meios clorados. Isto posto, e com estudos anteriores de comparativos dos limites de passivação com aços de mesma classe, proporcionaram o anseio para a elaboração deste trabalho.

Como proposto por Jesus et al (2015), os limites de passivação para o aço AISI 316-L aumentam quando passivados com HNO_3 40% (v/v), e com o aumento de temperatura geram uma camada mais compacta, elevando ainda mais este limite. Conforme Alves et al (2016), para o aço AISI 316-L, a passivação com H_2SO_4 0,5 mol.L⁻¹ 15% em temperatura ambiente (20°C) é eficaz, sendo comprovada a formação de camada passivada, proporcionando um maior limite de passivação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Duas placas de aço AISI 316-L inicialmente passaram por decapagem mecânica utilizando-se lixas de granulometria 320, 400 e 600 mesh, sucessivamente, com o intuito de retirar impurezas e minimizar as imperfeições das placas. Em seguida, as placas foram lavadas com jatos de água destilada para retirar vestígios de partículas em contato, posteriormente realizando-se a secagem com ar quente, na temperatura de 55°C. Com as placas devidamente preparadas, foram imersas em solução de ácido nítrico 40% (v/v) ou solução de ácido sulfúrico 0,50 mol.L⁻¹ a 15%, para proporcionar a formação de uma camada passiva protetora, tendo como variável a temperatura ambiente (20°C) e a 40°C, ambas por tempo determinado de 30 minutos. Decorrido o tempo de imersão, as placas foram retiradas do banho passivante, sendo lavadas novamente com água destilada, e secada com ar quente, novamente a 55°C. Para avaliação da resistência à corrosão, as placas passivadas foram submetidas a meios corrosivos de ácido clorídrico em diferentes concentrações, e com auxílio de multímetro e de eletrodo de calomelano saturado como referência, acompanharam-se os valores dos potenciais de circuito aberto (E_{ca}) por 60 minutos, tempo necessário para estabilização e obtenção de potenciais quase-estacionários (potenciais de corrosão - E_{corr}).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

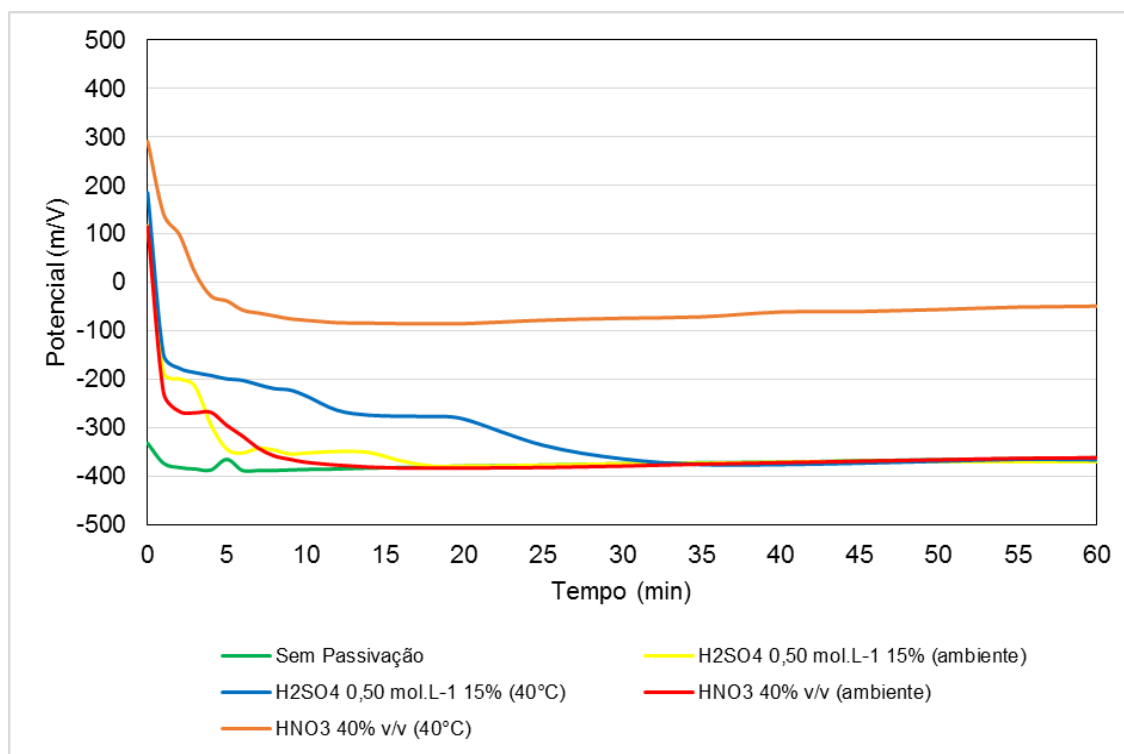
Tabela 1 – Valores de potencial de corrosão (mV/ECS) para o aço AISI 316-L em meio corrosivo de HCl, com meios passivantes de HNO₃ 40% (v/v) e H₂SO₄ 0,50 mol.L⁻¹ (15%)

AISI 316-L						
Meio Corrosivo		Sem Passivação	HNO ₃ 40% (v/v)		H ₂ SO ₄ 0,50 mol.L ⁻¹ (15%)	
			Ambiente	40°C	Ambiente	40°C
HCl (mol.L ⁻¹)	0,10	-169 ± 4	-77 ± 1	-20 ± 8	-85 ± 1	-72 ± 5
	0,30	-146 ± 2	-80 ± 6	N/A	-110 ± 1	-76 ± 5
	0,50	-355 ± 2	-119 ± 1	-50 ± 11	-115 ± 2	-49 ± 5
	0,70	-358 ± 2	-85 ± 1	-72 ± 5	-150 ± 1	-93 ± 1
	0,90	-362 ± 2	-366 ± 2	-49 ± 40	-369 ± 1	-366 ± 1
	1,00	-330,0 ± 0,5	-	-376 ± 17	-	-

Conforme a tabela 1, observam-se os resultados de comparação da passivação do aço AISI 316-L em meios de ácido nítrico 40% (v/v) e ácido sulfúrico 0,50 mol.L⁻¹, em temperatura ambiente (20°C) e 40°C, e sem passivação.

Quando é realizada a passivação do aço AISI 316-L, em meios de ácido nítrico 40% (v/v) e ácido sulfúrico 0,50 mol.L⁻¹ (15%), há a formação de uma camada passiva que promove uma maior resistência ao aço quando exposto ao meio corrosivo de HCl, fato evidenciado pelos valores de potenciais mais catódicos de E_{corr}, em relação aos aços não passivados.

Figura 1 – Potenciais de circuito aberto (mV/ECS) para as passivações de HNO_3 40% (v/v) e H_2SO_4 0,50 mol.L⁻¹ (15%), realizados com aço AISI 316-L, em meio corrosivo de HCl 0,90 mol.L⁻¹



O aço 316-L quando submetido a temperaturas mais elevadas, apresenta comportamento semelhante com a temperatura ambiente em relação à resistência, quando exposto aos meios corrosivos de HCl, como se pode observar na figura 1. Com a passivação com ácido nítrico 40% (v/v) em temperatura ambiente, resistiu até HCl 0,90 mol.L⁻¹, enquanto que com o mesmo meio passivante, mas com temperatura de 40°C, resistiu até HCl 1,0 mol.L⁻¹. A passivação com o ácido sulfúrico 0,50 mol.L⁻¹ (15%), nas duas condições de temperatura, ambiente e 40°C, apresentaram a mesma eficiência contra a corrosão, resistindo até HCl 0,90 mol.L⁻¹.

4. CONCLUSÕES

Com os dados obtidos neste trabalho, pode-se observar os limites de passivação em temperatura ambiente (20°C) e 40°C, para o aço AISI 316-L, com passivação em H_2SO_4 0,50 mol.L⁻¹ 15% e em HNO_3 40% (v/v).

A passivação com HNO_3 40% (v/v) no aço AISI 316-L, mostrou-se ser mais eficiente com o aumento de temperatura, uma vez que, com temperatura ambiente, houve uma resistência ao meio corrosivo até HCl 0,90 mol.L⁻¹. Quando o aço foi submetido a uma temperatura de 40°C, houve uma resistência ao meio corrosivo até HCl 1,0 mol.L⁻¹. Já para passivação com H_2SO_4 0,50 mol.L⁻¹ 15%, pode-se observar uma igualdade em resistência ao meio corrosivo até HCl 0,90 mol.L⁻¹, assim sendo, o aumento da temperatura não se mostrou ser mais eficiente como no tratamento com HNO_3 40% (v/v). Pode assim ser comprovado que

o tratamento do aço AISI 316L com HNO_3 40% (v/v) à temperatura de 40°C, mostra ser mais eficiente aos meios corrosivos estudados.

A partir dos dados de potenciais de corrosão (E_{corr}) mais catódicos em ambas as condições de passivação, foi possível comprovar a formação de camada passiva, que proporciona uma proteção ao aço, nos meios corrosivos de HCl.

Agradecimentos: Fundação João Ramalho / Faculdade de São Bernardo do Campo (FASB).

5. REFERÊNCIAS

- ALVES, K.J.B.; FREITAS, V.V.; MARQUES, M.M.; SILVA, M.M.P. Estudo comparativo dos limites de passivação dos aços AISI 304-L e AISI 316-L com ácido nítrico e ácido sulfúrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 56., 2016, Belém.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **A967 / A967M-13**: Standard Specification for Chemical Passivation Treatments for Stainless Steel Parts. West Conshohocken, 2007.
- GEMELLI, E. **Corrosão de materiais metálicos e sua caracterização**. 1ªed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- GENTIL, V. **Corrosão**. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- JESUS, F.H.C. et al. Estudo comparativo dos limites de passivação dos aços AISI 304-L e AISI 316-L com ácido nítrico em diferentes temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 55., 2015, Goiânia.
- SALVAGO, G.; FUMAGALLI, G.; MOLLICA, A.; VENTURA, G. A statistical evaluation of AISI 316 stainless steel resistance to crevice corrosion in 3,5% NaCl solution and in natural sea water after pre-treatment in HNO_3 . *Corrosion Science*, vol. 27, no. 9, pp. 927-936, 1987.