

CONIC·SEMESP

13º Congresso Nacional de Iniciação Científica

Anais do Conic-Semesp. Volume 1, 2013 - Faculdade Anhanguera de Campinas - Unidade 3. ISSN 2357-8904

TÍTULO: ESTUDO DA PASSIVAÇÃO DO AISI 316-L COM ÁCIDO NÍTRICO EM PRESENÇA DE MEIO CORROSIVO DE ÁCIDO CLORÍDRICO ATÉ 0,50 MOL. L-1

CATEGORIA: CONCLUÍDO

ÁREA: CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

SUBÁREA: QUÍMICA

INSTITUIÇÃO: FACULDADE DE SÃO BERNARDO DO CAMPO - FASB

AUTOR(ES): JULIANA ALVES DE CARVALHO, BRUNA CORRÊA CAVALCANTE, TUANI CARLA GENTIL

ORIENTADOR(ES): MAURICIO MARQUES PINTO DA SILVA

Realização:



Apoio:



1. RESUMO

Dando continuidade ao trabalho apresentado no 12º CONIC em 2012 (“Estudo da passivação do aço inoxidável 316-L”), foi verificada a eficiência da passivação do aço inoxidável AISI 316-L em diferentes condições de ácido nítrico, a partir de medidas de potencial de circuito aberto (E_{ca}) em diferentes concentrações de ácido clorídrico. Para o estudo, as placas do aço foram lixadas e lavadas em água destilada e etanol e depois submetidas ao banho passivante em tempos de imersão de 5, 15 ou 30 minutos, nas concentrações de 20% ou 40% v/v de ácido nítrico. Após a passivação, as placas foram lavadas com água destilada e então secas para a imersão em ácido clorídrico por 60 minutos. Durante esta imersão foram obtidos os valores de potencial de circuito aberto (E_{ca}) e de potencial de corrosão (E_{corr}), utilizando-se eletrodo de calomelano saturado como referência. Com base nesses resultados foi constatado que a passivação nas concentrações e tempos estudados foram efetivas, com exceção da passivação feita com ácido nítrico 20% v/v em HCl 0,30 mol.L⁻¹.

2. INTRODUÇÃO

Para minimizar o processo corrosivo em metais e/ou ligas metálicas, pode ser utilizado o processo de passivação. Esta é capaz de melhorar a resistência à corrosão através da formação de um filme protetor de óxidos e hidróxidos que funciona como barreira entre o metal e o meio corrosivo. Este filme pode ser eficiente, de acordo com o tempo de passivação e a temperatura em que esse procedimento ocorre (GENTIL). A passivação pode ocorrer de maneira espontânea, de maneira que o filme se forma quando o metal é exposto ao oxigênio do ar, resultando na película protetora. Isso pode ser observado nos aços inoxidáveis, por exemplo, uma liga que contém cromo que, quando entra em contato com o oxigênio resulta na formação de óxidos de cromo (VAN VLACK).

Em outros casos a passivação ocorre somente em meios específicos, como por exemplo, ácido nítrico concentrado ou até mesmo ácido sulfúrico. A efetividade

da passivação é resultado da combinação do metal com o meio passivante mais apropriado. Por exemplo, o ferro é passivado ou atacado pelo ácido nítrico, isso será definido pela concentração de ácido nítrico (GENTIL).

A eficiência da passivação é comprovada através da imersão do metal em um meio eletrolítico corrosivo: esta situação gera uma dupla camada elétrica e estabelece uma diferença de potencial entre a solução e o metal nela mergulhado, criando uma interface condutor metálico - condutor iônico. Esta diferença de potencial, quando mensurada em relação a um eletrodo de referência, caracteriza o potencial de circuito aberto (Eca).

O metal utilizado neste trabalho é o aço inoxidável 316-L, da série 300, que são aços inoxidáveis austeníticos e, assim como os ferríticos, não podem ser tratados termicamente, com a dureza e a resistência aprimoradas quando expostos ao frio, não possuindo propriedades magnéticas. Os aços da série 300, por conter em sua composição elementos como o níquel, conseguem, dessa maneira, manter sua fase austenítica mesmo em temperatura ambiente, estabilizando assim sua estrutura. Possuem baixo teor de carbono, contendo também cromo para a formação de película de óxidos que promovem a redução da corrosão. Quando há uma elevação de carbono em sua composição, há formação de carbonetos de cromo, que levam à redução do desempenho quanto à corrosão, além de causar outros fenômenos, como a “sensitização”, que degradam o material. Em sua composição o teor de níquel encontra-se entre 3,5 a 37%, enquanto o teor de cromo está na faixa de 15 a 26%. O manganês normalmente encontra-se a 2% e os teores de fósforo e enxofre podem ser encontrados desde 0,04 a 0,20 e 0,03 a 0,15% respectivamente. Esta série pode apresentar ainda outros elementos como molibdênio, cobre, titânio, nióbio, tântalo e nitrogênio. Esta série de aços inoxidáveis são especialmente utilizados em aplicações em que a resistência à corrosão e a conformabilidade sejam requisitos importantes de projeto (SCHEID).

O AISI 316-L especificamente contém em sua composição os seguintes elementos e quantidades (SCHEID):

Carbono: 0,030%	Manganês: 2,0%	Fósforo: 0,045%	Enxofre: 0,030%	Silício: 0,75%
--------------------	-------------------	--------------------	--------------------	-------------------

3. OBJETIVOS

A partir de medidas de potencial de circuito aberto, tem-se como objetivo neste trabalho comparar o comportamento do aço inoxidável AISI 316-L passivado com ácido nítrico 20% e 40% v/v, quando submetido a condições de corrosão com soluções de ácido clorídrico até $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$.

4. METODOLOGIA

De modo geral, a passivação tem o objetivo de proteger a superfície do metal e evitar ou retardar o processo de corrosão. Com a finalidade de comprovar a formação e verificar a eficiência da camada passiva pela ação do ácido nítrico, desenvolveu-se o presente trabalho. A norma ASTM – A 967-05 (Standard Specification for Chemical Passivation Treatments for Stainless Steel Parts) é a base para os testes realizados, determinando as condições para a passivação como tempo de imersão, temperatura e concentração dos banhos passivantes.

São avaliados durante o processo os potenciais de circuito aberto (E_{ca}) até valores quase estacionários, denominados potenciais de corrosão (E_{corr}), em 60 minutos.

Os pontos críticos do processo envolvem principalmente a formação da camada passiva, visto que é necessário manter as condições controladas para todas as situações de passivação, sendo elas a utilização do ácido nítrico 20% e 40% v/v. Isto promove uniformidade ao teste e permite resultados com a menor quantidade de interferentes possíveis.

5. DESENVOLVIMENTO

O procedimento implica no tratamento de corpos de prova (placas de aço inoxidável AISI 316L), em duplicata, submetendo-os a lixamento, passivação com

ácido nítrico, e imersão em meio corrosivo de ácido clorídrico. As concentrações de ácido clorídrico utilizadas foram $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$, $0,20 \text{ mol.L}^{-1}$, $0,30 \text{ mol.L}^{-1}$ e $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$

O lixamento das placas é utilizado para proporcionar uma superfície mais homogênea e retirar qualquer camada de óxido que possa ter sido formada por exposição ao ambiente. As placas são lixadas com lixas d'água de 320, 400 e 600 mesh, respectivamente. A cada troca de lixa, a placa é lavada com água destilada para a remoção dos resíduos do lixamento. É essencial efetuar o lixamento em um único sentido, promovendo maior uniformidade à superfície lixada. Após todo o processo de lixamento e lavagem é aplicado álcool etílico e é feita a secagem com ar quente, preparando as placas para a próxima etapa: a passivação.

A passivação resume-se em imergir as placas de aço inoxidável, com auxílio de garras metálicas, em solução de ácido nítrico 20% ou 40% v/v, por intervalos de tempo controlados. Durante a passivação não deve haver contato físico com as placas, para promover uma camada passiva homogênea e padronizar as condições de passivação em todos os casos. Tendo sido feita a camada passiva sobre a superfície do metal, é efetuada a lavagem com água destilada para retirar o excesso de ácido nítrico secando-se as placas com ar quente.

A última etapa do processo é a imersão das placas passivadas em ácido clorídrico nas concentrações supracitadas. São utilizados eletrodo de calomelano saturado (ECS), como eletrodo de referência, e o multímetro para acompanhar os potenciais de circuito aberto (Eca). São conectados os terminais da placa (com auxílio de garras), e do ECS no multímetro, medindo-se os potenciais de corrosão após o período de 60 minutos.

6. RESULTADOS

Os gráficos exibem os valores de potencial de corrosão para o aço AISI 316 – L, de acordo com o tempo de passivação e concentrações de ácido nítrico e ácido clorídrico.

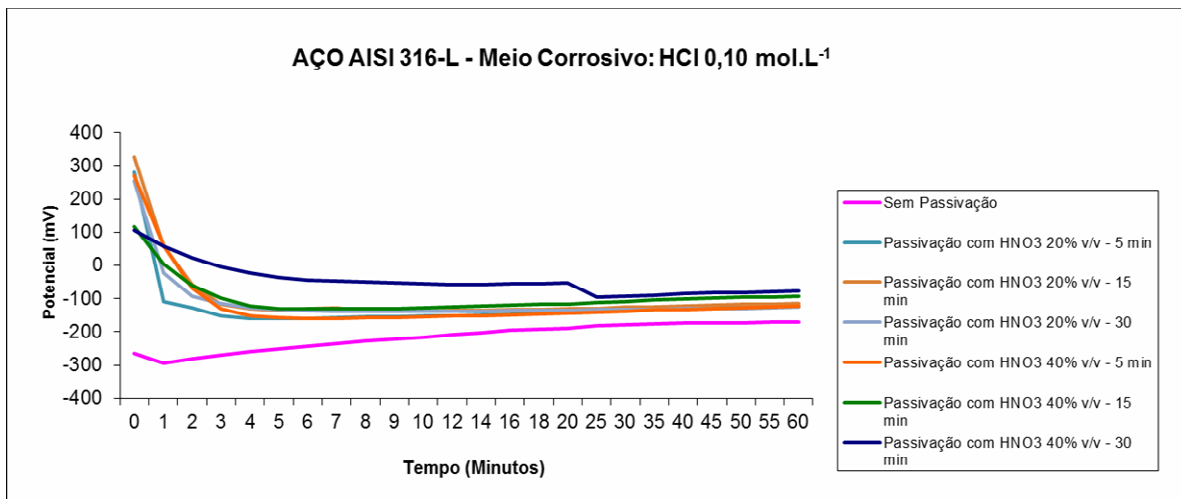


Gráfico 1 – Potencial de Circuito Aberto (mV/ECS) AISI 316-L em meio de HCl 0,10 mol.L⁻¹.

No gráfico 1, observa-se a variação do potencial de circuito aberto para a concentração de ácido clorídrico 0,10 mol.L⁻¹. Observa-se que, quando comparado os valores de E_{corr} , a passivação se mostrou efetiva com a concentração de 20% e 40% v/v de ácido nítrico, independente do tempo de passivação, fato evidenciado por valores de E_{corr} mais positivos em relação àquele sem passivação. Além disso os valores de E_{corr} do aço passivado com 20% v/v de ácido nítrico não apresentaram diferença significativa, mesmo em tempos diferentes.

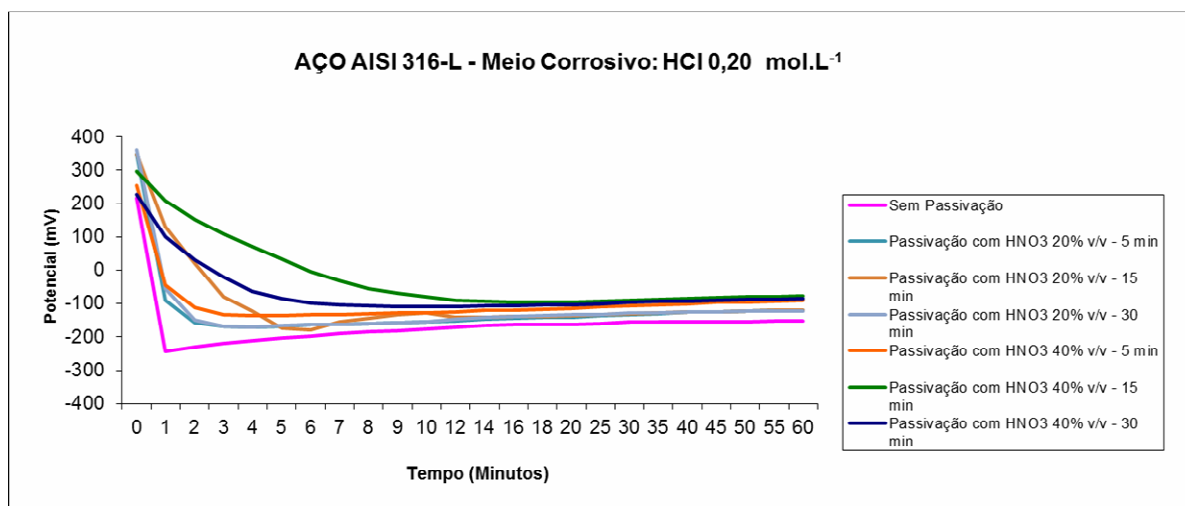


Gráfico 2 – Potencial de Circuito Aberto (mV/ECS) AISI 316-L em meio de HCl 0,20 mol.L⁻¹.

A partir das curvas do gráfico 2 é possível observar que as amostras passivadas foram resistentes à corrosão quando submetidas ao ácido clorídrico 0,20 mol.L⁻¹, independentemente da concentração de ácido clorídrico ou tempo de passivação.

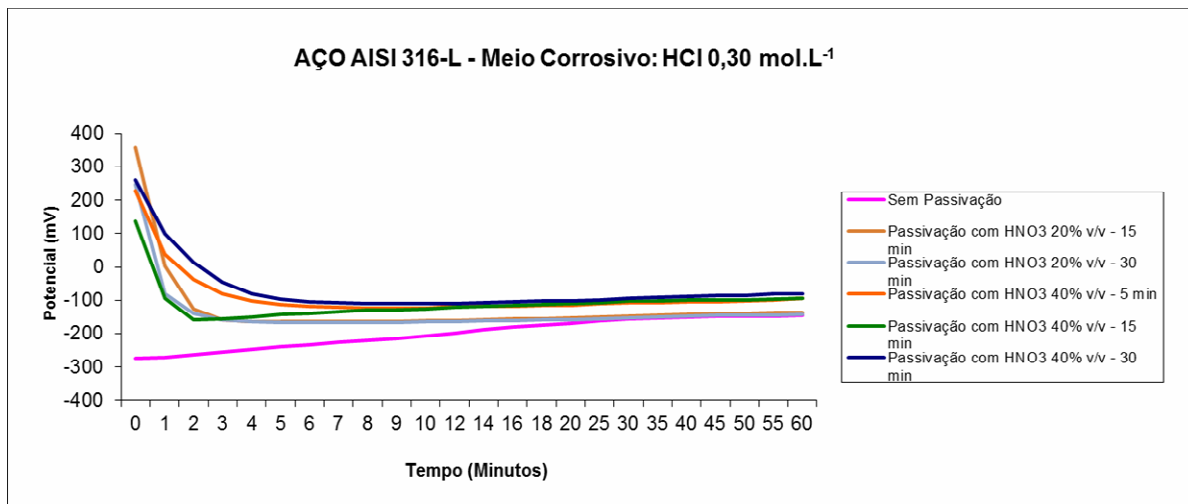


Gráfico 3 – Potencial de Circuito Aberto (mV/ECS) AISI 316-L em meio de HCl 0,30 mol.L⁻¹.

Nota-se no gráfico 3 que em ácido clorídrico 0,30 mol.L⁻¹ a passivação com a concentração de 40% v/v de ácido nítrico é efetiva. Porém, para a concentração de 20% v/v, os resultados de E_{corr} da amostra não passivada e a outra passivada não apresentaram grandes variações, não sendo, portanto, eficiente.

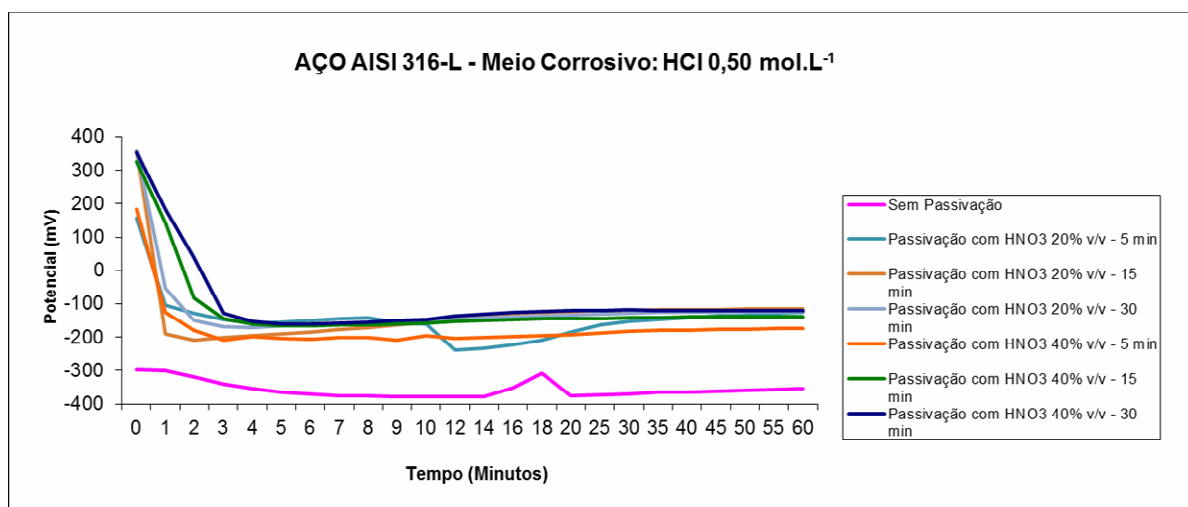


Gráfico 4 – Potencial de Circuito Aberto (mV/ECS) AISI 316-L em meio de HCl 0,50 mol.L⁻¹.

Para o meio corrosivo de ácido clorídrico 0,50 mol.L⁻¹ o aço apresentou ótimos resultados de passivação, como representado no gráfico 4, pois notou-se uma grande diferença entre os valores de E_{corr} quando comparados à placa sem passivação. Outro fato observado é que quando o aço foi passivado com 20% v/v de ácido nítrico, os potenciais de corrosão não apresentaram grandes variações.

A tabela abaixo apresenta os valores de Ecorr para todas as variáveis estudadas em meio corrosivo de ácido clorídrico.

Tempo Imersão	HCl 0,10 mol.L ⁻¹		HCl 0,20 mol.L ⁻¹		HCl 0,30 mol.L ⁻¹		HCl 0,50 mol.L ⁻¹	
	HNO ₃ 20% v/v	HNO ₃ 40% v/v	HNO ₃ 20% v/v	HNO ₃ 40% v/v	HNO ₃ 20% v/v	HNO ₃ 40% v/v	HNO ₃ 20% v/v	HNO ₃ 40% v/v
0 min.	-169 ± 4		-153 ± 5		-146 ± 2		-355 ± 3	
5 min.	-121 ± 18	-123 ± 4	-119 ± 2	-91 ± 2	-	-95 ± 17	-126 ± 13	-174 ± 5
15 min.	-115 ± 3	-92 ± 6	-119 ± 7	-77 ± 2	-136 ± 2	-95 ± 7	-115 ± 5	-139 ± 7
30 min	-125 ± 5	-76 ± 1	-126 ± 14	-85 ± 2	-143 ± 4	80 ± 6	122 ± 23	-119 ± 1

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados obtidos e analisados, conclui-se que a passivação em ácido nítrico se apresenta eficiente para concentrações de ácido clorídrico até 0,50 mol.L⁻¹, com exceção da passivação com 20% v/v de ácido nítrico em 0,30 mol.L⁻¹ de ácido clorídrico.

Em alguns casos pode-se concluir que a amostra não apresentou variação significativa de potenciais de corrosão com a alteração de concentração de ácido nítrico ou o tempo de passivação. Por exemplo, para HCl 0,10 mol.L⁻¹ a passivação é efetiva em qualquer tempo com a concentração de 20% v/v, o que gera uma economia de tempo e resultando em valores muito semelhantes. Porém, na mesma concentração de ácido, a passivação com ácido nítrico a 40% v/v é muito mais eficiente nos tempos de 15 e 30 minutos; já para o tempo de 5 minutos, o valor de Ecorr é próximo ao da passivação com 20% v/v de ácido nítrico; logo, a passivação para este tempo é mais indicada nessa concentração para economia de matéria prima.

Para a concentração de HCl 0,20 mol.L⁻¹ a passivação é válida em todas as condições estabelecidas para o estudo. Contudo, é possível concluir que o tempo de

passivação não foi uma variável significativa, somente a concentração de ácido nítrico. Portanto, para a economia de tempo de processo, é melhor a passivação a 5 minutos.

Notaram-se ótimos resultados para a passivação na concentração de ácido clorídrico $0,30 \text{ mol.L}^{-1}$ com ácido nítrico 40% v/v. O mesmo ocorreu para ácido clorídrico $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$ com a passivação em ambas as concentrações de ácido nítrico, 20% e 40% v/v. Um fato interessante observado nessa condição de ácido, $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$, foi que os banhos passivantes de 5 e 15 minutos se mostraram mais eficientes com 20% v/v de ácido nítrico em comparação a passivação com 40% v/v de ácido nítrico, resultando em uma economia de produto no processo, com melhores resultados.

8. FONTES CONSULTADAS

DUTRA, Aldo Cordeiro; NUNES, Laerce de Paula. Proteção Catódica: Técnica de Combate à Corrosão. 4. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. p. 6, 9, 10, 212.

GENTIL, Vicente. Corrosão. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. p. 17, 18, 120, 121.

SCHEID, Adriano. Apostila de Curso Básico de Aços. Curitiba: Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2010.

VAN VLACK, Lawrence H. Princípios de Ciência dos Materiais. São Paulo: Edgard Blucher, 1970. p. 339 e 340.

WOLYNEC, S. 2003. Técnicas Eletroquímicas em Corrosão, São Paulo. p. 14, 21-24.