

COMPARATIVO DO PRÉ-TRATAMENTO POR LIXAMENTO MANUAL E DECAPAGEM QUÍMICA DO AÇO AISI 430 TRATADO EM DIFERENTES BANHOS PASSIVANTES

M. R. T. SILVA da¹, L. F. SILVA da², M. M. P. SILVA da*
*E-mail para contato: mauricio.marques@fasb.com.br

¹ Faculdade de São Bernardo do Campo, Departamento de Engenharia Química

² Faculdade de São Bernardo do Campo, Departamento de Química

RESUMO – O presente trabalho baseia-se na avaliação dos potenciais de corrosão do aço inoxidável AISI 430 em meio corrosivo de ácido clorídrico (HCl) em diferentes concentrações, a partir da medição dos potenciais de circuito aberto (Eca), utilizando o eletrodo de calomelano saturado (ECS) como eletrodo de referência. As placas de aço foram previamente tratadas com banhos passivantes de ácido nítrico (HNO_3), dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) e uma mistura das duas soluções, sendo então decapadas quimicamente em solução de nital (mistura de álcool etílico e ácido nítrico) e colocadas no meio corrosivo até a estabilização dos potenciais. Os potenciais de corrosão (Ecorr) obtidos foram comparados aos de placas de aço tratadas sob as mesmas condições de passivação, porém substituindo a etapa de decapagem química pelo lixamento manual. Foram obtidos os valores de Ecorr para cada situação, bem como os limites de passivação. Verificou-se que a decapagem química fornece resultados muito próximos aos do lixamento manual para o aço AISI 430 passivado com HNO_3 até a concentração de 0,30 mol.L⁻¹ de HCl. Para placas passivadas com $K_2Cr_2O_7$, verifica-se a eficiência da decapagem química pelo aumento do limite de passivação do aço de 0,10 para 0,30 mol.L⁻¹ de HCl. Os melhores resultados foram obtidos para o aço passivado com a mistura de HNO_3 e $K_2Cr_2O_7$, obtendo-se a melhora do limite de passivação de 0,30 para 0,50 mol.L⁻¹ de HCl e valores de Ecorr mais positivos.

1. INTRODUÇÃO

O aço se faz presente em todo o cotidiano, e é empregado intensivamente desde maquinários simples até construções industriais de grande porte, sendo um material de grande importância devido às suas propriedades como a resistência mecânica, a ductilidade e o baixo custo de produção, conforme estudado por Santos (2016). No entanto, os aços são suscetíveis à corrosão, a qual gera grandes prejuízos ao ocasionar falhas no material, e por serem difíceis de detectar seu início, sendo percebidas apenas em estágios avançados, assim como verificado por Ma (2012). Devido a isto, surge a necessidade de se realizar estudos que visem proteger a superfície dos aços e reduzir a velocidade de corrosão sobre eles (inclusive nos aços inoxidáveis, os quais possuem resistência à corrosão elevada, porém são suscetíveis a determinados meios corrosivos), utilizando técnicas como a passivação.

O chamado filme passivante consiste em uma fina camada de óxido formada espontaneamente sobre a superfície de um metal, a qual protege o material do meio corrosivo em que está inserido, reduzindo a velocidade de corrosão (Gentil, 2007). A formação da camada passivante sobre o metal pode ser acelerada por uma técnica denominada passivação, a partir da qual o material é submetido à imersão em uma solução oxidante, cuja concentração, tempo e temperatura de imersão são definidos por normas técnicas como a ASTM – A 967-05.

Ademais, verifica-se que o filme passivante formado sobre o material é instável e muito fino, sendo necessário realizar o pré-tratamento do metal antes da passivação, para que sua superfície se torne mais limpa e uniforme, e consequentemente, a camada de óxido tenha maior aderência e menor porosidade, aumentando assim a sua eficiência. O pré-tratamento de limpeza pode ser realizado a partir do lixamento manual do metal, ou da imersão do mesmo em soluções decapantes, dando ao processo o nome de decapagem química, conforme descrito por Santos (2016).

A resistência à corrosão dos metais pode ser medida a partir da imersão de uma amostra, previamente unida a um eletrodo de referência, no meio corrosivo que se deseja estudar. Com o auxílio de um multímetro é possível realizar a medição dos potenciais de circuito aberto (Eca), os quais tendem a se estabilizar em função do tempo, chegando a um valor estacionário, denominado potencial de corrosão (Ecorr). Valores de Ecorr mais altos representam maior resistência do metal à corrosão nas condições avaliadas.

3. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo é verificar a influência da decapagem química com solução de nital (etanol + ácido nítrico) na resistência à corrosão do aço inoxidável AISI 430, passivado em soluções de ácido nítrico (HNO_3), dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) e mistura de $\text{HNO}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, utilizando diferentes concentrações de ácido clorídrico (HCl) à temperatura ambiente (25 °C) como meio corrosivo, obtendo-se os potenciais de corrosão (Ecorr) para cada condição, e os limites de passivação (valores máximos de concentração do meio corrosivo nos quais o aço em estudo resiste à corrosão), e comparar os resultados obtidos com os de placas de aço lixadas manualmente em lugar da decapagem química.

4. METODOLOGIA

O estudo foi realizado com a utilização de placas de aço inoxidável AISI 430, com dimensões de aproximadamente 7,0 cm x 1,0 cm.

A decapagem química foi realizada utilizando uma solução de nital, composta por uma mistura de 90% em volume de ácido nítrico (HNO_3) 40% (v/v) e 10% de álcool etílico P.A. As placas de aço foram imersas na solução por 1 minuto para decapagem, sendo posteriormente lavadas com água destilada e secas com ar quente (a partir de um secador com ar a aproximadamente 60 °C).

Em seguida o aço foi imerso no banho passivante por 30 minutos. Os banhos foram preparados utilizando-se soluções de ácido nítrico (HNO_3) 40% (v/v), dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 0,5% em massa, e uma mistura de HNO_3 40% (v/v) e $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,5% (preparada pela adição de 40mL de HNO_3 P.A. e 0,5g de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ em um balão volumétrico de 100 mL, o qual teve seu volume completado com água destilada). Foi utilizado apenas um dos banhos por experimento. Ao fim das passivações, as placas foram novamente lavadas com água destilada e secas a ar quente.

As placas de aço foram conectadas a um sistema contendo o eletrodo de calomelano saturado (ECS) como eletrodo de referência e um multímetro, e imersas no meio corrosivo de aço clorídrico (HCl) com concentrações variando de 0,10 a 0,70 mol.L⁻¹. Os potenciais de circuito aberto (Eca) foram acompanhados com auxílio do multímetro durante 1 hora, tempo que se estabeleceu como o necessário para a estabilização dos potenciais. O último valor lido foi tomado como o potencial de corrosão (Ecorr).

Para as placas lixadas, adotou-se o mesmo procedimento, substituindo a etapa de decapagem química pela de lixamento manual, na qual as placas de aço foram lixadas com lixas de 320, 400 e 600 mesh em sequência, sendo então lavadas com água destilada, secas a ar quente e posteriormente passivadas.

Foram realizadas também determinações dos valores de Ecorr para placas de aço que foram lixadas ou decapadas quimicamente, mas que não foram submetidas ao tratamento de passivação para obtenção do branco.

Todas as soluções foram preparadas e utilizadas à temperatura ambiente (25 °C), e todos os experimentos foram realizados em duplicatas, sendo apresentadas as médias dos resultados obtidos.

5. RESULTADOS

Os potenciais de Ecorr obtidos foram anotados e estão apresentados na Tabela 1. As células que se encontram em branco na tabela indicam condições que não foram avaliadas para o aço AISI 430, devido ao fato de o metal não ter resistido à corrosão em concentração menor de HCl, não havendo, portanto, a necessidade de testá-lo em concentração mais elevada.

Tabela 1: Potenciais de Corrosão (Ecorr em mV/ECS) obtidos para as condições avaliadas

		Ecorr (mV/ECS)			
		0,10	0,30	0,50	0,70
Banhos Passivantes	Branco	-521 ± 2	-499 ± 1	-488 ± 1	-481 ± 1
		-186 ± 1	-215 ± 19	-490 ± 2	-470 ± 2
	HNO ₃ 40% (v/v)	-65 ± 5	-74 ± 18	-482 ± 1	-
		-142 ± 2	-103 ± 7	-492 ± 4	-
	K ₂ Cr ₂ O ₇ 0,5%	-167 ± 15	-530 ± 5	-492 ± 4	-
		3 ± 1	-108 ± 28	-500 ± 3	-
	HNO ₃ 40% (v/v) + K ₂ Cr ₂ O ₇ 0,5%	-268 ± 26	-167 ± 15	-487 ± 1	-
		-32 ± 20	-83 ± 24	-102 ± 22	-470 ± 1

 ● Placas lixadas^{1,2}

● Placas Decapadas

¹ Marques, *et al.* (2015).

² Silva; Silva (2016).

A partir da observação dos dados obtidos, verifica-se que, para placas sem qualquer tratamento de passivação (branco), a decapagem química concede ao aço AISI 430 maior resistência à corrosão em meios de HCl até 0,30 mol.L⁻¹, pois os valores de Ecorr tornaram-se mais positivos em relação aos das placas lixadas. Entretanto, para concentrações de HCl de 0,50 e 0,70 mol.L⁻¹, verifica-se que não há influência da decapagem química na resistência à corrosão.

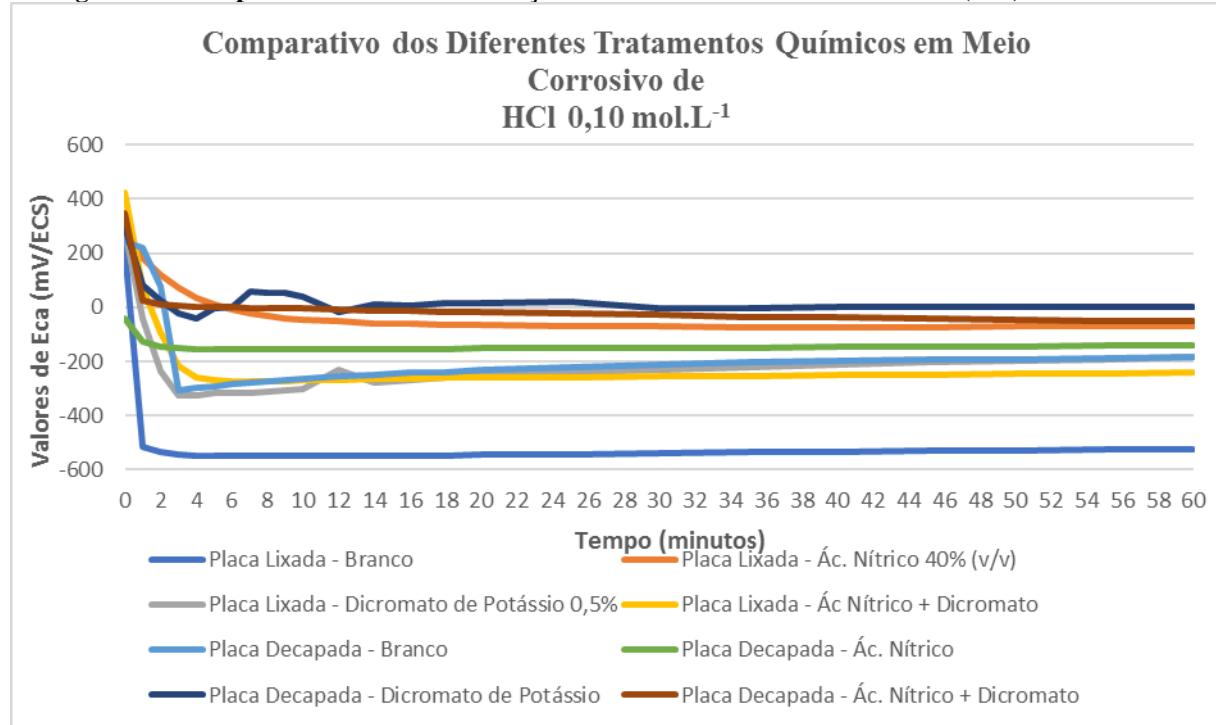
Para placas submetidas à passivação em HNO₃ 40% (v/v), observa-se que não há influência positiva da decapagem química na resistência à corrosão, pois o limite de passivação é o mesmo das placas lixadas manualmente (HCl 0,30 mol.L⁻¹) e os valores de Ecorr foram ligeiramente mais negativos, indicando certo aumento na susceptibilidade à corrosão.

Utilizando a solução de K₂Cr₂O₇ 0,5% como passivante, verifica-se que a decapagem química resulta no aumento do limite de passivação (HCl 0,10 mol.L⁻¹ para placas lixadas, e HCl 0,30 mol.L⁻¹ para placas decapadas), com valores de Ecorr significativamente mais positivos para placas decapadas, indicando maior resistência à corrosão.

Verificou-se que a mistura de HNO_3 40% (v/v) e $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,5% como passivante forneceu a melhor resistência à corrosão do aço AISI 430, pois aumentou o limite de passivação das placas lixadas e passivadas com a mesma mistura (de HCl 0,30 mol.L⁻¹ para HCl 0,50 mol⁻¹), e forneceu os potenciais de corrosão (Ecorr) com os valores mais positivos entre todas as condições, indicando menor susceptibilidade à corrosão entre as condições estudadas.

Ao acompanhar-se os potenciais de circuito aberto, foi possível traçar o perfil gráfico de estabilização dos potenciais em função do tempo, para todas as condições. A Figura 1 é utilizada para exemplificar o perfil gráfico obtido, apresentando os resultados para o meio corrosivo de HCl 0,10 mol.L⁻¹.

Figura 1 - Exemplo de Perfil de Estabilização dos Potenciais de Circuito Aberto (Eca) em mV/ECS.



6. CONCLUSÕES

A partir dos experimentos realizados e dos dados coletados, verifica-se que a decapagem química exerce influência na resistência à corrosão de aços AISI 430 passivados com soluções que contenham dicromato de potássio (seja sozinho ou em mistura com ácido nítrico), aumentando a resistência à corrosão nas condições estudadas. No entanto, para o ácido nítrico, a decapagem química mostrou-se indiferente em comparação ao pré-tratamento com lixamento manual, pois os resultados obtidos foram muito semelhantes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **A967 / A967M-13**: Standard Specification for Chemical Passivation Treatments for Stainless Steel Parts. West Conshohocken, 2007.
- GENTIL, V. *Corrosão*, LTC, Rio de Janeiro, 5^a edição, 2007.
- MARQUES, M. M.; ALVES, K. J. B.; SILVA, M. R. T. da; MASCARO, S. G. Avaliação da Passivação dos Aços AISI 430 e AISI 439 com Dicromato de Potássio e Ácido Nítrico. In: *15º Congresso Nacional de Iniciação Científica*, 2015.
- SANTOS, L C. dos. Estudo da Decapagem da Superfície do Aço Através da Imersão Ácida. *Revista Científica Semana Acadêmica*. Fortaleza, n. 85, v.1. Disponível em: <<http://semanaacademica.org.br/artigo/estudo-da-decapagem-da-superficie-do-aco-atraves-da-imersao-acida>>. Acessado em: 11/03/2016.
- MA, F Y.. *Corrosive Effects of Chlorides on Metals – Pitting Corrosion*. InTech, 2012.
- SILVA, M. R. T. da; SILVA, L. F. da. Estudo do Efeito da Decapagem Química na Passivação do Aço Inoxidável AISI 430. In: *16º Congresso Nacional de Iniciação Científica*, 2016.