

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*

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

² Faculdade de São Bernardo do Campo, Departamento de Química

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

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 (HNO₃), dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇) 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 HNO₃ até a concentração de 0,30 mol.L⁻¹ de HCl. Para placas passivadas com K₂Cr₂O₇, 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 HNO₃ e K₂Cr₂O₇, 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 (E_{ca}) 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 (E_{corr}).

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 E_{corr} 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 E_{corr} 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)				
		HCl (mol.L ⁻¹)	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.

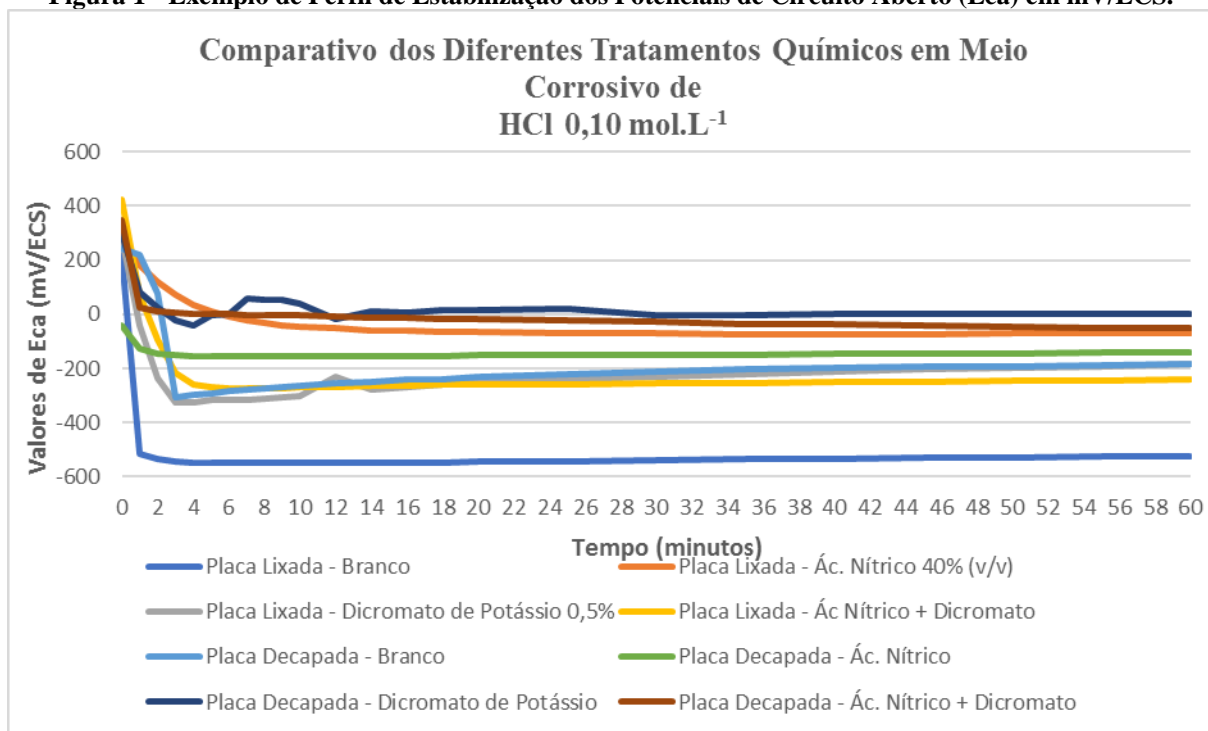
Para placas submetidas à passivação em HNO₃ 40% (v/v), observa-se que não há influência positiva da decapagem química na resistência à corrosão, pois o limite de passivação é o mesmo das placas lixadas manualmente (HCl 0,30 mol.L⁻¹) e os valores de Ecorr foram ligeiramente mais negativos, indicando certo 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 $0,30 \text{ mol.L}^{-1}$ para HCl $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$), e forneceu os potenciais de corrosão (E_{corr}) 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 $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

Figura 1 - Exemplo de Perfil de Estabilização dos Potenciais de Circuito Aberto (E_{ca}) 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, 5ª 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.