

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O PROCESSO DE CROMATIZAÇÃO HEXAVALENTE E TRIVALENTE

Fabiana Reis de Santana e Santos¹, Liu Yao Chao², Maria Regina Silva³ e Andréa Liu⁴

¹Universidade do Vale do Paraíba/aluna do 5º ano de Engenharia Ambiental, Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, 12244-000, São José dos Campos, SP, fab_anareis@yahoo.com.br

²Universidade do Vale do Paraíba/Laboratório de Eletroquímica Orgânica(IP&D), liu@univap.br

³Universidade do Vale do Paraíba/Núcleo de Ecologia, Piscicultura, Limnologia e Ictiologia, mregina@univap.br

⁴Universidade do Vale do Paraíba/Laboratório de Eletroquímica Orgânica(IP&D), aliu@univap.br

Resumo-O cromo ou crômio (do grego “chrôma”, cor) é um metal de transição duro, de coloração cinza, semelhante ao aço. Seu estado de oxidação varia desde -2 até +6, sendo que na natureza ele é encontrado na forma trivalente, normalmente associado ao ferro, formando o minério cromita. A elevada resistência contra a corrosão apresentada pelo cromo impulsionou o objetivo do presente trabalho, através do qual foram realizados ensaios contra corrosão em aço carbono zincado e selado com cromatizante hexavalente e cromatizante trivalente. Através dos resultados obtidos pode-se verificar que o cromo hexavalente confere maior resistência a corrosão se comparado com camadas inibidoras compostas com cromo trivalente.

Palavras-chave: corrosão, cromatizante hexavalente, cromatizante trivalente

Área do Conhecimento: Engenharias

Introdução

A corrosão, segundo Chiaverini (1986), pode ser definida como sendo a deterioração que ocorre quando um material, normalmente um metal, reage com seu ambiente, levando à perda de suas propriedades essenciais, tais como: resistência mecânica, elasticidade e ductilidade.

Através do processo de eletrodeposição do zinco, ou galvanização, é possível aumentar a vida útil do material, porém a corrosão do zinco forma um produto permeável, acelerando o processo de oxidação. A aplicação de camadas de conversão química, como cromatos, sobre o zinco confere maior resistência ao material.

Durante muitos anos a aplicação de inibidores de corrosão a base de cromo hexavalente (Cr^{6+}) teve larga aplicação no mercado. Entretanto, os compostos de Cr^{6+} são considerados agentes mutagênicos, carcinogênicos e teratogênicos, esses fatores têm restringido o seu uso. Um dos substitutos ao Cr^{6+} na composição de cromatizantes é o uso de cromo trivalente (Cr^{3+}) como inibidor (PANOSSIAN et al, 1998). O cromo trivalente, em quantidade muito pequena (traço) é essencial para a saúde, apresentando papel importante de ativador das enzimas e na estabilização das proteínas e ácidos nucléicos. Sua principal atuação é o de potencializar o papel da insulina, não unicamente no metabolismo dos açúcares, mas também no das proteínas e das gorduras.

Embora, estudos demonstrem que a resistência contra a corrosão do cromato hexavalente seja

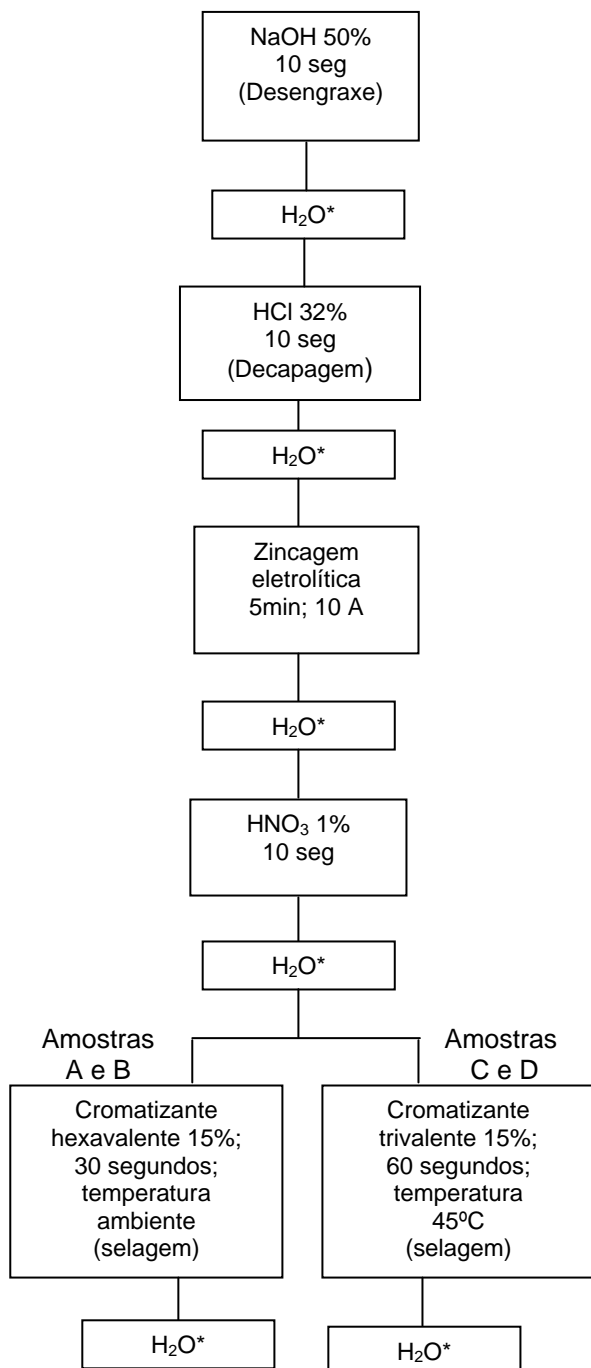
superior à camada de conversão formada a partir do cromo trivalente, deve-se atentar que o processo de cromatização demanda elevado consumo de água e conseqüentemente há uma elevada geração de efluente líquido contaminado, o qual deverá receber tratamento antes de seu descarte no corpo d'água receptor. Uma vez que o Cr^{6+} é solúvel em qualquer faixa de pH, o mesmo deve ser reduzido a Cr^{3+} para então ser separado da água através do processo de precipitação metálica (PASQUIM et al, 2004). Por não se degradar facilmente, o cromo hexavalente apresenta grande potencial de bioacumulação. Isto se reflete em impactos no meio ambiente, como exemplo a mortandade de peixes (PANOSSIAN et al, 1998). Nesse sentido, a substituição por processos ecologicamente mais limpos, como o emprego de inibidores a base de cromo trivalente tem impulsionado cada vez mais um mercado no qual as questões ambientais têm se apresentado como um significativo diferencial competitivo.

Nesse trabalho, foi realizado um estudo comparativo entre a cromatização hexavalente e trivalente.

Metodologia

Para a realização do ensaio de corrosão foram utilizados 06 corpos de prova de aço SAE 1020 (composição: carbono entre 0,18% e 0,20%; manganês entre 0,30% e 0,60%; fósforo máximo 0,030% e enxofre máximo 0,05%; conforme NBR 8476/84), com dimensões de 10 mm de espessura

e 20 mm de diâmetro. Quatro amostras foram zincadas eletroliticamente em um banho de composição: 9,0 g/L de óxido de zinco, 115,0 g/L de soda cáustica, corrente aplicada de 10 A e temperatura ambiente. Após zincadas, as amostras **A** e **B** receberam uma camada de conversão química de cromatizante hexavalente e as amostras **C** e **D** receberam uma camada de conversão química de cromo trivalente, conforme indicado na Figura 1.



*água utilizada para enxaguar as amostras

Figura 1- Fluxograma do processo de zincagem /cromatização

É importante destacar que a espessura de zinco eletrodepositado foi de 10 microns, sendo esta uma condicionante para a velocidade de corrosão.

Finalizado o processo de deposição metálica e conversão química, as amostras **A** e **C** foram submetidas ao ensaio de perda de massa, utilizando-se como meio corrosivo solução aquosa contendo 3,5% de NaCl (cloreto de sódio).

Para a realização do ensaio de perda de massa, as amostras foram pesadas, em balança analítica, e imersas na solução salina.

Decorridos 30 dias, as amostras foram retiradas do meio salino, lavadas em solução 40 g/L de ácido fosfórico (H₃PO₄) e 20 g/L de ácido crômico (H₂CrO₄) respectivamente e então, pesadas novamente.

As amostras **B** e **D** foram submetidas a testes de salt spray (névoa salina), até início de corrosão vermelha. No ensaio foi utilizado uma solução de cloreto de sódio a 5% e temperatura controlada de 35°C, conforme norma ASTM B 117.

Para efeito de comparação duas amostras apenas polidas, **E** e **F**, foram submetidas ao ensaio de perda de massa e salt spray respectivamente.

Resultados

Os valores de perda de massa (M) estão indicados na Tabela 1, bem como as respectivas velocidades de corrosão. As velocidades de corrosão são determinadas a partir da equação abaixo:

$$V = \frac{M_i - M_f}{A \cdot t}$$

onde: M_i e M_f são, respectivamente, as massas (em mg) das amostras antes e depois da imersão no meio corrosivo, A é a área das amostras (9,5 dm²) e t é o tempo de imersão (30 dias).

Tabela 1 – Valores de perda de massa e velocidade de corrosão

Amostra	M _i (mg)	M _f (mg)	M _i - M _f (mg)	V (mg/dm ² dia)
A	15.696	15.688	0,008	2,80 x 10 ⁻⁵
C	16.777	16.765	0,012	4,21 x 10 ⁻⁵
E	16.763	16.740	0,023	8,07 x 10 ⁻⁵

Na Tabela 2 são apresentados os valores do ensaio de névoa salina de resistência à corrosão branca e os valores de resistência ao início de corrosão vermelha, expressa em horas.

Tabela 2 – Valores do ensaio de névoa salina até corrosão branca e início de corrosão vermelha

Amostra	Corrosão Branca	Corrosão Vermelha
B	240 horas	390 horas
D	192 horas	336 horas
F	0	24 horas

A corrosão do zinco é denominada corrosão branca em razão do produto branco que é formado durante o processo de oxidação. Já o produto resultante da corrosão do ferro apresenta coloração avermelhada (ferrugem), sendo por isso denominada corrosão vermelha.

Discussão

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que as superfícies de aço galvanizada e selada com cromo hexavalente (amostra A), são mais resistentes à corrosão do que aquelas galvanizadas e seladas com cromo trivalente (amostra C), uma vez que esta última apresentou o maior valor de velocidade de corrosão.

Na Tabela 2 confirma-se esse comportamento da camada selada com cromo hexavalente (amostra B), que apresentou corrosão branca com 240 horas enquanto que a amostra galvanizada e selada com cromo trivalente (amostra D), com 192 horas já havia desenvolvido corrosão branca.

Este resultado é um reflexo da formação de uma camada de passivação uniforme e compacta formada sobre a superfície do metal na presença de cromo hexavalente, considerado como um dos melhores inibidores de corrosão para as ligas de alumínio e de ferro.

Ressalta-se que a película de passivação caracteriza-se por excelente aderência à superfície, ausência de condutividade elétrica, pequena espessura e elevada capacidade de auto-regeneração (WEST,1970).

Como a amostra F não recebeu nenhum tratamento de revestimento, a mesma não apresentou corrosão branca, conforme pode-se verificar na Tabela 2, estando sujeita apenas ao processo de ferrugem.

Afim de comprovar os resultados apresentados no ensaio de perda de massa e salt spray, estão sendo realizados ensaios de polarização potenciodinâmica em amostras zincadas e seladas com cromo hexavalente e cromo trivalente respectivamente.

Conclusão

Os resultados obtidos através dos ensaios de perda de massa e de salt spray indicam que as superfícies galvanizadas e seladas são mais

resistentes a corrosão do que aquelas apenas polidas.

Inibidores de corrosão compostos por cromo hexavalente são mais resistentes do que os compostos por cromo trivalente. Isso pode ser explicado em razão da propriedade de auto selagem do Cr^{6+} , ou seja, a película de cromo hexavalente apresenta parcial solubilidade em água e quando há absorção de moléculas de água, a película de cromato se expande recobrando as áreas livres de proteção.

No entanto os impactos ambientais advindos do uso de Cr^{3+} são mínimos quando comparados aos efeitos do Cr^{6+} e este pode ser um fator crucial na busca por uma produção mais limpa (P+L).

Referências

CHIAVERINI, V., TECNOLOGIA MECÂNICA, 2ªed, São Paulo, páginas 255-276, 1986

PANOSSIAN,Z.,CROMATIZAÇÃO, PÓS TRATAMENTO DO REVESTIMENTO DE ZINCO: PARTE III, Tratamento de Superfícies, São Paulo, nº 87, páginas 16-22, 1998

PASQUIM, A., ESTUDO DE CASO APLICADO A GALVANOPLASTIA. Disponível em: <http://teses.eps/defesa/pdf/12051.pdf>(2004). Acesso em 20 jan. 2007.

West, 1970. Disponível em [http://www.fei.edu.br/mecanica/LabMat/PROJETO S_IC/tese/tese2.pdf](http://www.fei.edu.br/mecanica/LabMat/PROJETO_S_IC/tese/tese2.pdf). Acesso em 30 jun. 2007.