

## POTENCIALIDADE DAS CAMADAS DE CONVERSÃO DE CÉRIO (CCCe) NA SUBSTITUIÇÃO DO CROMATO SOBRE A LIGA AA 2024-T3 CLAD

W.A.S.Izaltino<sup>1</sup>; M. Oliveira<sup>1</sup>; I. Costa<sup>1</sup>

*1 - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN/CNEN-SP, Brasil*

### Resumo

O presente trabalho teve como objetivo investigar a potencialidade dos pré-tratamentos com camadas de conversão à base de cério sobre a liga de alumínio 2024 – T3 com clad na substituição do pré-tratamento de cromatização. Neste trabalho foi avaliada a resistência à corrosão de três sistemas de revestimento: a) desengraxe alcalino (SB), b) camada de conversão de cério (CCCe) e c) cromatização amarela (Cr VI), este último para efeito de comparação. Os sistemas foram avaliados por espectroscopia de impedância eletroquímica e ensaios de névoa salina (segundo norma ASTM B-117). A comparação dos resultados mostrou maior resistência à corrosão associada ao tratamento de camada de conversão de cério (CCCe) em relação à camada de cromato (cromo hexavalente). A proteção contra a corrosão do substrato (clad de alumínio) foi promovida pela precipitação de  $Ce(OH)_3$  nas regiões catódicas, onde ocorre o aumento do pH em resultado da reação de redução do oxigênio. Pode-se assim concluir que as camadas de conversão de cério (CCCe) possuem propriedade de auto-regeneração do filme ao ocorrer a precipitação de  $Ce(OH)_3$ . Portanto, o tratamento de camada de conversão de cério (CCCe) mostrou ter grande potencialidade para substituir os tratamentos à base de cromatos.

Palavras-chaves: Ligas de alumínio 2024, camadas de conversão de cério, auto-regeneração, corrosão, cromo hexavalente.

### 1. INTRODUÇÃO

As ligas de alumínio são vastamente utilizadas por possuírem baixa densidade aliada a boas propriedades mecânicas e, além disso, formarem naturalmente uma camada de óxido superficial e protetora quando expostos a atmosferas de média a baixa agressividade, passivando a superfície. Todavia esse filme de passivo formado sobre a superfície pode ser facilmente atacado por agentes agressivos como íons cloretos, sendo necessário o uso de tratamentos para proteger a superfície contra corrosão. Os tratamentos de conversão à base de cromato hexavalente (Cr VI) foram, durante muitos anos, os mais utilizados, por oferecerem ótima proteção contra a corrosão para ligas de alumínio [1-4] Entretanto, soluções contendo íons de Cr VI possuem efeitos tóxicos e seu uso vem sendo crescentemente restringido. Conseqüentemente, a busca por tratamentos alternativos e ambientalmente inofensivos, tem crescido enormemente nas últimas décadas. Os tratamentos alternativos, além de não gerarem resíduos tóxicos, devem apresentar boa resistência à corrosão. Várias pesquisas têm sugerido alternativas à base de cromo trivalente, camadas de conversão de cério, revestimentos híbridos à base de silanos, e tratamentos que envolvem partículas ou filmes na escala nanométrica, entre outros. [5-27]

Camadas de conversão de cério para proteção do alumínio e suas ligas vêm sendo avaliadas desde a década de 80 [26-27]. Tais trabalhos mostraram que a imersão de corpos-de-prova de alumínio em soluções contendo íons de cério, promovia a formação de um filme que aumentava a resistência à corrosão deste. Com o desenrolar das pesquisas, foi sendo sugerido que as camadas de conversão de cério poderiam atuar como protetores ativos, com capacidade de auto-regeneração do filme, sobre as superfícies de alumínio e suas ligas, tornando-se um candidato potencial para substituir a camada de conversão com cromo hexavalente [11, 28-30]

A propriedade de auto-regeneração de camada, no caso dos tratamentos com cério, está associada à precipitação de  $Ce(OH)_3$  com o aumento localizado do pH nas regiões catódicas. Esta precipitação causa a polarização das reações catódicas, diminuindo a cinética do processo de corrosão [29-31]. Em trabalhos anteriores realizados pelo grupo, excelentes resultados foram observados para o alumínio

AA1050 tratado por imersão em soluções aquosas em ebulição, contendo íons de cério [36]. Todavia, elevadas temperaturas para a formação de filmes passivos dificulta a aplicação industrial deste processo. Este trabalho teve como objetivo testar a adição de aditivos à solução com íons de cério para diminuição da temperatura e estabilização das soluções utilizadas para formação das camadas de conversão de cério.

## 2. EXPERIMENTAL

Neste trabalho, foram utilizados corpos-de-prova da liga de alumínio 2024-T3 clad. Amostras desta liga foram inicialmente lavadas com água deionizada e secadas com soprador térmico. Em seguida, estas amostras foram submetidas aos tratamentos identificados por: (1) SB, (2) CR VI e (3) CCCe, detalhados a seguir. As amostras tratadas segundo os tratamentos (2) e (3), foram primeiramente submetidas ao tratamento SB.

O tratamento SB consistiu em imersão das amostras em solução com  $40 \text{ g L}^{-1}$  de desengraxante (Surtec® 133) de baixa alcalinidade, por três minutos a  $(40 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$  e, em seguida, enxágüe com água deionizada. Após desengraxe, as amostras foram imersas em solução a 7% em volume de desengraxante de alta alcalinidade (Surtec® 181-B), por três minutos a  $(40 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$  e enxaguadas com água deionizada. Depois do desengraxe, as amostras foram imersas em solução ácida com  $120 \text{ g L}^{-1}$  de desoxidante (Surtec® 495-B), também por três minutos e a  $(40 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$  e, em seguida, enxaguadas com água deionizada em ultrassom por 5 minutos e secadas com soprador térmico. O tratamento de passivação com Cr(VI) consistiu em imersão das amostras em solução ácida com  $20 \text{ g L}^{-1}$  de passivante (Surtec® 653), por três minutos a  $(40 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ , seguida por enxágüe com água deionizada e secagem com soprador térmico. O tratamento CCCe consistiu em imergir amostras da liga de alumínio em solução contendo íons de cério e aditivos, estes sendo selecionados por ensaios de névoa salina, durante vinte minutos a  $(70 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ , e, em seguida, enxaguar com água deionizada e secar em estufa por quinze minutos a  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Ensaio de corrosão acelerada das amostras tratadas e sem tratamento foram realizados em câmara de névoa salina, de acordo com a norma ASTM B117 [35]

A resistência à corrosão das amostras tratadas foi caracterizada eletroquimicamente por Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE) e medidas do potencial a circuito aberto (PCA). As medidas de PCA foram obtidas para as amostras com tratamentos de (1) a (3), em solução aquosa com 100 mM de NaCl, após 24h, 48h e 72h de imersão. As superfícies das amostras da liga de alumínio 2024-T3 foram observadas por microscopia ótica, antes e após imersão, utilizando-se um microscópio Leica Q550IW.

Os resultados de EIE foram obtidos no PCA sempre após as medidas de potencial de circuito aberto usando o frequencímetro *Gamry EIS 300* acoplado ao potenciostato (*Gamry modelo PCI/300*) e controlado pelo software *Echem Analyser 135*. As medidas foram realizadas após 24h, 48h e 72 de imersão em solução aquosa de 100 mM de NaCl na faixa de frequência de 10 kHz a 10 mHz, com sinal de 10 mV de amplitude de perturbação e taxa de aquisição de dados de 10 pontos por década.

O arranjo experimental utilizado nos ensaios eletroquímicos consistiu em uma célula de três eletrodos, onde o eletrodo de referência foi um eletrodo de Ag/AgCl e o contra eletrodo foi uma tela de uma liga de platina e ródio. A área do eletrodo de trabalho exposta ao eletrólito foi de  $1 \text{ cm}^2$ .

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é apresentada a superfície ensaiada da liga de alumínio 2024-T3 clad com os tratamentos (SB, CR VI e CCCe), sem revestimento orgânico, antes e após 800h de exposição em câmara de névoa salina. Os resultados mostram que todos os tratamentos proporcionaram excelentes resistências à

corrosão, em comparação ao corpo-de-prova sem tratamento (SB), observando-se a seguinte ordem decrescente de resistência à corrosão dos tratamentos testados: CCCe = Cr VI > SB.

Resistência à corrosão superior a 800h de exposição à névoa salina é um ótimo indicio de que as CCCe podem substituir os revestimentos de cromato (Cr VI), no que se refere à resistência à corrosão. Os tratamentos que proporcionaram a formação de camadas de conversão de cério apresentaram excelentes propriedades anticorrosivas. Este tratamento (CCCe) foi associado com as maiores resistências à corrosão dentre todos os testados, provavelmente devido ao filme ter sido dopado com íons de cério, tornando a superfície da liga de alumínio 2024-T3 clad mais protetora.

É possível observar nas micrografias da Figura 2 as superfícies da liga 2024-T3 clad tratadas com camadas de conversão de cério (CCCe), antes (A e C) e após processo de corrosão (B, D, E e F), por imersão em solução 100 mM de NaCl em diferentes aumentos e campos de visualização. Na Figura 2 (A) a superfície da liga de alumínio 2024-T3 clad foi observada com 200X de aumento em campo claro, sendo possível observar um filme poroso e com precipitados. Estes são provavelmente precipitados de  $Ce(OH)_3$ , formados durante o processo de tratamento em solução. A superfície, após ensaio de imersão, aparenta ter número menor de poros em comparação à que não foi exposta, (Figura 2-B), sugerindo que a precipitação de  $Ce(OH)_3$  promove o fechamento de poros; isto, por sua vez, aumenta a resistência à corrosão do substrato. Em maiores aumentos e próximo aos poros, é possível observar mudança de coloração nas bordas destes (Figura 2(C)). Quando observados em campo escuro (Figura 2(D)) nota-se grande número de precipitados na região de borda e a presença de um produto que reveste os poros internamente.

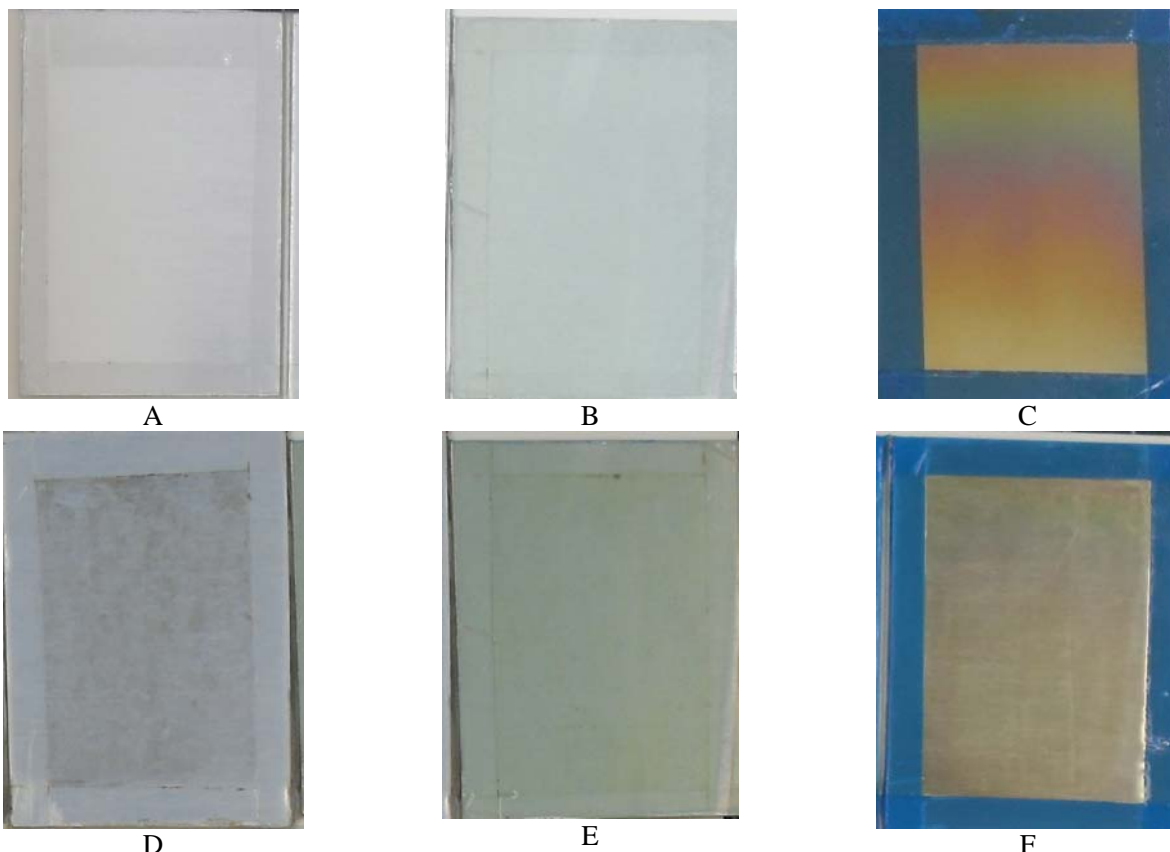


Figura 1 – Macrografias da superfície da liga de alumínio 2024-T3 clad com os tratamentos: (A) SB, (B) Cr VI, (C) CCCe antes do ensaio de névoa salina, (D) SB, (E) Cr VI e (F) CCCe após 800h de exposição à névoa salina, segundo a norma ASTM B-117/2009.

As micrografias da superfície das amostras após tratamento com cromo hexavalente são apresentadas na Figura 3, onde é possível confirmar a presença do revestimento de cromo pelas trincas características dos filmes à base de cromo hexavalente. Estas ocorrem devido ao alívio de tensão na formação do filme. Observa-se também em aumentos de 100X, após o processo de corrosão (Figura 3-B), a presença de ataques (pites) de corrosão maiores do que os observados nas amostras com CCCe. Não foi observada com maiores aumentos (500X) na região de bordas dos pites (Figura 3-D) a precipitação de produtos de corrosão, como nos filmes de CCCe.

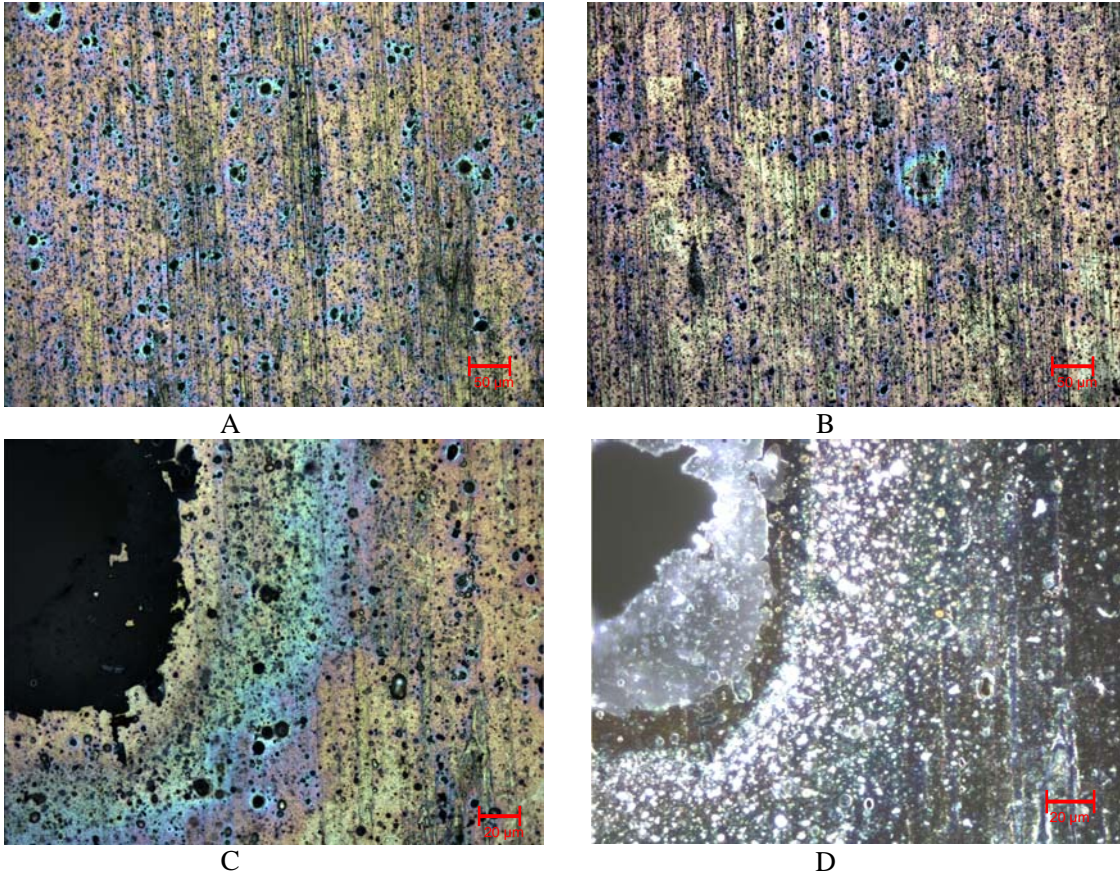
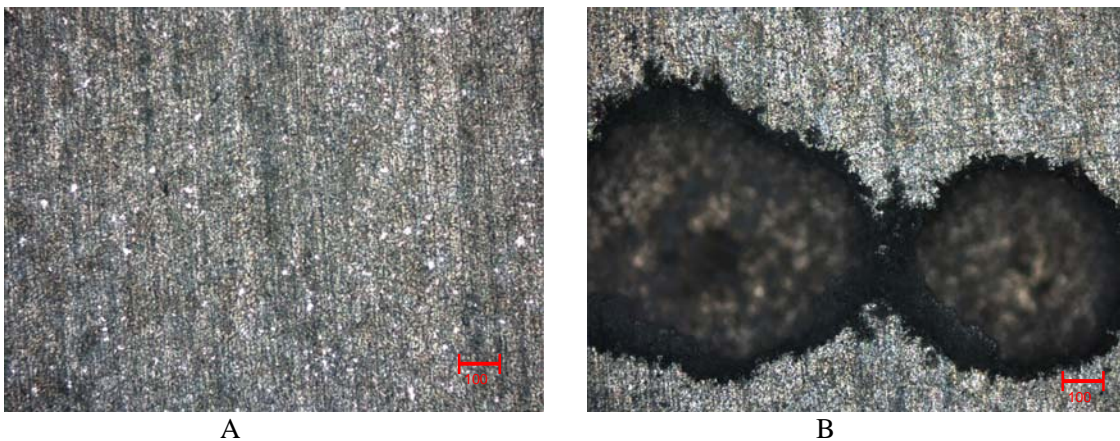


Figura 2 – Micrografias das superfícies da liga de alumínio 2024-T3 clad tratadas com CCCe (A) antes do processo de corrosão (campo claro, 200X) e (B) após o processo de corrosão (campo claro, 200X) (C) 500X campo claro e (D) 500X campo escuro.



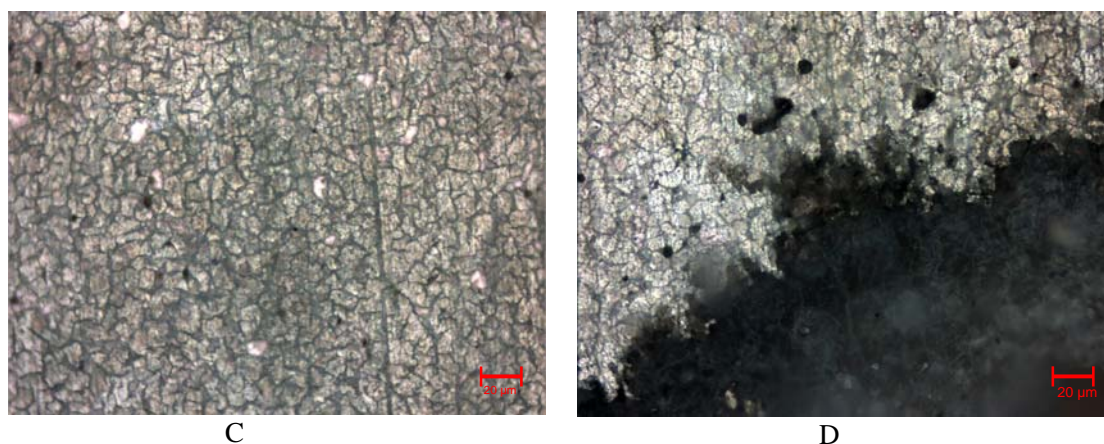


Figura 3 – Micrografias da superfície da liga 2024-T3 clad tratada com Cr VI (A) antes do ensaio de corrosão (100X, campo claro); (B) após ensaio de corrosão (100X, campo claro); (C) antes do ensaio, (500X, campo claro) e, (D) após ensaio de corrosão, (500X, campo claro).

As medidas de potencial a circuito aberto para as amostras com os tratamentos SB, CCCe e Cr VI e imersas por 48h em solução de NaCl 0,1M são mostradas na Figura 4 . Observa-se que todas os tratamentos resultaram em estabilidade do potencial neste período. Valores de potenciais mais nobres foram observados para as amostras com camada de conversão de cério em comparação à de cromato.

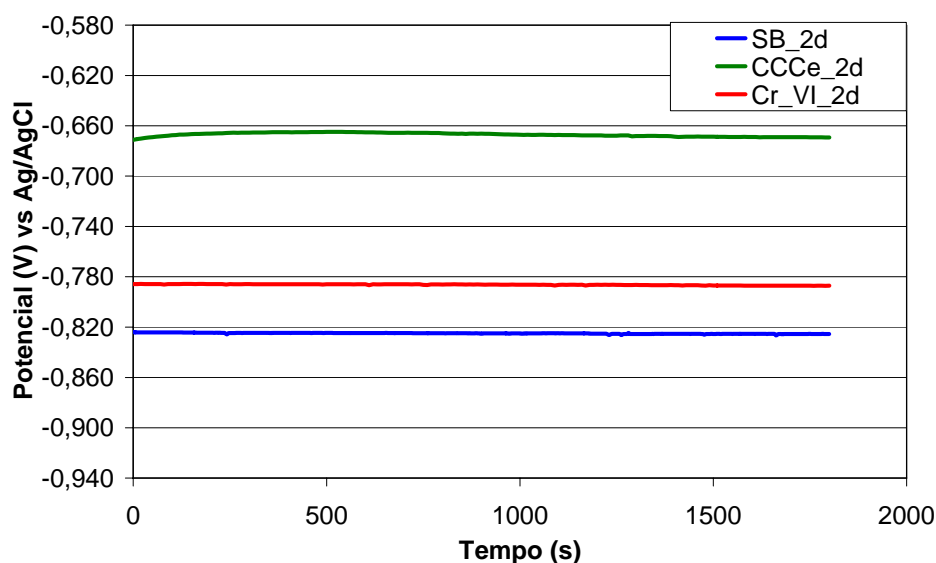


Figura 4 – Curvas de potencial a circuito aberto em função do tempo para os tratamentos SB, CCCe e Cr VI após 2 dias de imersão em solução 100 mM de NaCl.

O comportamento eletroquímico da superfície da liga, com camadas de conversão ou não, é comparado na Figura 5 para 2 dias de imersão em solução 100 mM de NaCl. Os resultados permitem as seguintes observações. A superfície com camada de conversão com CrVI apresenta menor impedância em comparação à superfície sem camada de conversão. Isto pode ser explicado pela intensificação da atividade eletroquímica do substrato metálico exposto sob os defeitos (trincas), bem como a atividade eletroquímica associada a este tipo de camada. O tratamento SB, por sua vez, indica a presença de processos difusivos nas baixas frequências. O tratamento de CCCe produziu as maiores impedâncias entre as superfícies testadas, notando-se um arco capacitivo achatado que não se completa na faixa de frequências estudada.

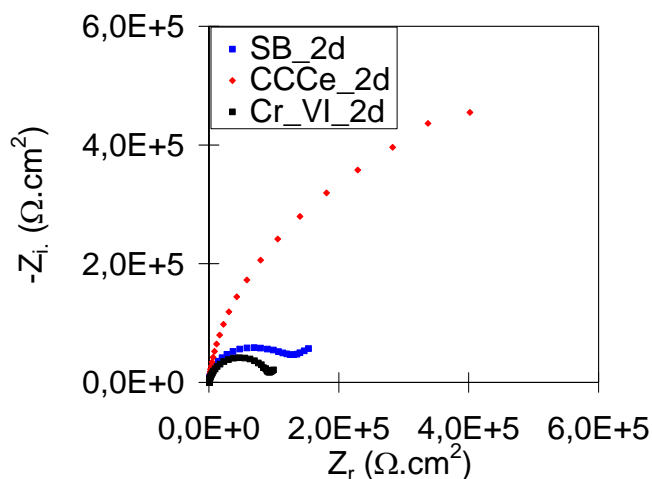


Figura 5 – Diagramas de Nyquist para a liga de alumínio AA2024-T3 *clad*, com os tratamentos SB, CCCe e Cr VI após 2 dias de imersão em solução 100 mM de NaCl.

A evolução do comportamento eletroquímico da superfície da liga de alumínio AA2024-T3 *clad*, após tratamento CCCe, em função do tempo em solução 100 mM de NaCl, é mostrada na Figura 6, na forma de diagramas de Nyquist. É evidente o grande aumento da impedância da superfície com o tempo de imersão, o que deve estar relacionado com a precipitação de produtos de corrosão precipitado na superfície da liga. Sabe-se que o  $\text{Ce}(\text{OH})_3$  precipita nas regiões catódicas quando o pH é aumentado em decorrência de processos de corrosão, dificultando a continuidade destes.

Rosero-Navarro [33] e Palomino *et al* [31,35] sintetizaram e caracterizaram um revestimento híbrido dopado com íons de Ce, e observaram respostas típicas de inibição da corrosão pelo cério, na forma de precipitação de  $\text{Ce}(\text{OH})_3$ . De forma similar à observada no presente trabalho, a precipitação de hidróxido de cério contribuiu para o aumento da impedância ao longo do período de ensaio, sugerindo o fechamento de poros do revestimento estudado.

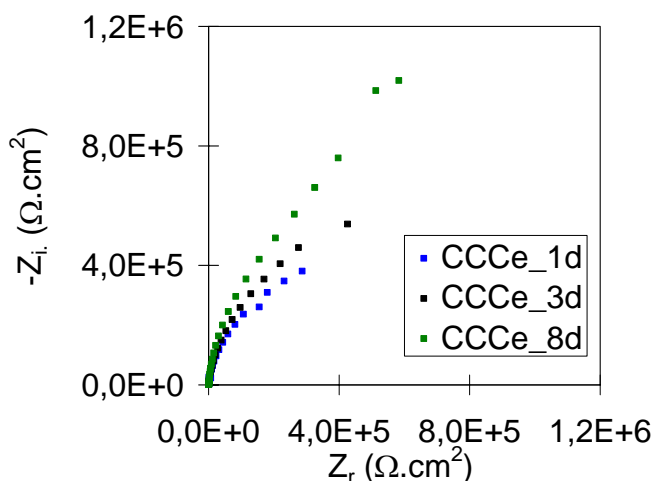


Figura 6 – Diagramas de Nyquist para a liga de alumínio AA2024-T3 *clad*, com os tratamentos CCCe após vários períodos de imersão em solução 100 mM de NaCl.

O comportamento eletroquímico da superfície da liga de alumínio com os diversos tratamentos foi caracterizado por polarização anódica. A Figura 7 mostra os resultados para os tratamentos SB, Cr VI e CCCe após 3 dias de imersão em solução 100 mM de NaCl.

Observa-se nesta figura, que o tratamento com cromo hexavalente causou aumento de potencial, diminuição da corrente de corrosão e polarização da reação anódica em relação ao tratamento SB. O mesmo ocorreu para o tratamento de CCCe, porém a polarização da reação anódica foi ainda maior no caso deste tratamento. Além disso, nota-se que a tendência à quebra do filme passivo diminuiu na seguinte ordem de tratamento, CCCe, CrVI e SB. Apesar das oscilações de corrente observadas em potenciais próximos a 0 V para ambos tratamentos, CCCe e CrVI, enquanto para este último a quebra do filme ocorre em potenciais ligeiramente mais elevados, para o tratamento CCCe, o filme apresenta maior resistência à quebra.

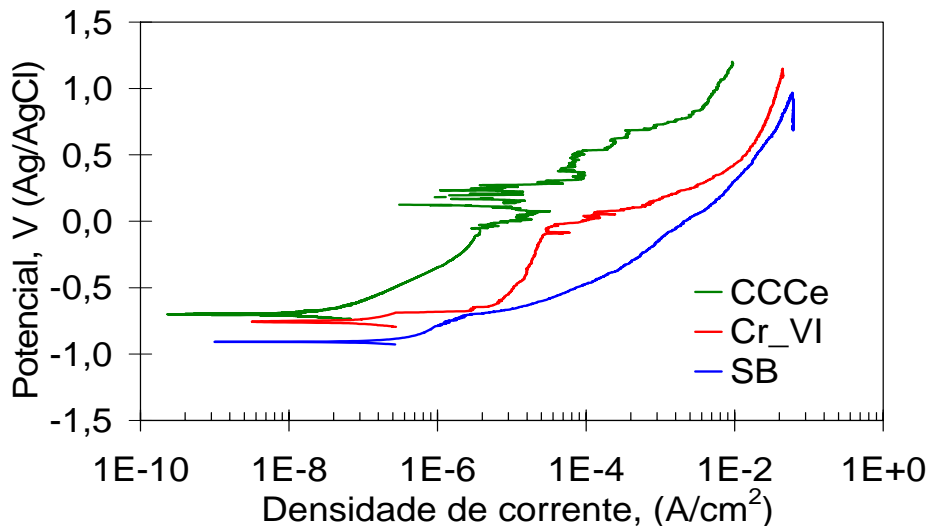


Figura 7 – Curvas de polarização anódica para a liga de alumínio AA2024-T3 *clad*, com os tratamentos CCCe, Cr VI e SB após 3 dias de imersão em solução 100 mM de NaCl.

#### 4. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (Processo: 472615/2010-6), à CAPES/MINCTY (Processo: 681/2009), à FAPESP (Processo: 2004/12189-1) os auxílios concedidos a esta pesquisa.

#### 5. CONCLUSÕES

O tratamento da superfície da liga de alumínio AA2024-T3 *clad* com íons de cério, testado no presente estudo e que produz camada de conversão (CCCe), resultou em elevada resistência à corrosão, superior à associada a camada de conversão de cromato com cromo hexavalente, indicando que o primeiro pode substituir o último com vantagens ambientais. A resistência à corrosão foi avaliada por ensaio de névoa salina, técnicas eletroquímicas e observação da superfície por microscopia ótica. O tratamento com íons de cério foi realizado a temperatura de 70 °C, o que representou significativa melhoria no processo em comparação a trabalhos anteriores em que a camada de conversão foi obtida a temperatura de aproximadamente 100 °C.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Frankel GS and McCreery RL, Inhibition of Al alloy corrosion by chromates, *The Electrochemical Society Interface*, 10(4) (2001) 34-39.
2. Zho J, Frankel GS and McCreery RL, Corrosion protection of untreated AA-2024-T3 in chloride solution by chromate conversion coating monitored with Raman Spectroscopy, *Journal Electrochemical Society* 145(7) (1998) 2258-2264.

3. Campestrini P, Böhm S, Scram T, Terryn H and de Wit JHW, Study of the formation of chromate conversion coatings on Alclad 2024 aluminum alloy using spectroscopic ellipsometry, *Thin Solid Films* 410(1/2) (2002) 76-85.
4. Campestrini P, Van Westing EPM and de Wit JHW, Influence of surface preparation on performance of chromate conversion coatings on Alclad 2024 aluminium alloy: Part II: EIS investigation, *Electrochimica Acta* 46(17) (2001) 2631-2647.
5. Trabelsi W, Cecilio P, Ferreira MGS and Montemor MF, Electrochemical assessment of the self-healing properties of Ce-doped silane solutions for pre-treatment of galvanised steel substrates, *Progress in Organic Coatings* 54(4) (2005) 276-284.
6. Cabral A, Duarte RG, Montemor MF, Zheludkevich ML and Ferreira MGS, Analytical characterisation and corrosion behaviour of bis-[triethoxysilylpropyl] tetrasulphide pre-treated AA2024-T3, *Corrosion Science* 47(3) (2005) 869-881.
7. Mendoza AR and Corvo F, Outdoor and indoor atmospheric corrosion of non-ferrous metals, *Corrosion Science* 42(7) (2000) 1123-1147.
8. Funke W, The role of adhesion in corrosion protection by organic coatings, *Journal of the Oil and Colour Chemists' Association* 68(9) (1985) 229-232.
9. Jin XH, Gowers KR and Scantlebury JD, The effect of environmental conditions on the adhesion of paints to metal, *Journal of the Oil and Colour Chemists' Association* 71(3) (1988) 78-81.
10. Bierwagen GP and Tallman DE, Choice and measurement of crucial aircraft system properties, *Progress in Organic Coating* 41(4) (2001) 201-216.
11. Twite RL and Bierwagen GP, Review of alternatives to chromate for corrosion protection of aluminum aerospace alloys, *Progress in Organic Coatings* 33(2) (1998) 91-100.
12. Clark W and McCreery RL, Inhibition of corrosion-related reduction processes via chromium monolayer formation, *Journal Electrochemical Society* 149(9) (2002) B379-B386.
13. Kolics A, Besing AS and Wieckowshi A, Interaction of chromate ions with surface intermetallics on aluminum alloy 2024-T3 in NaCl solutions, *Journal Electrochemical Society* 148(8) (2001) B322-B331.
14. Grilli R, Baker MA, Castle JE, Dunn B and Watts JF, Corrosion behaviour of a 2219 aluminium alloy treated with a chromate conversion coating exposed to a 3.5% NaCl solution, *Corrosion Science* 53(4) (2011) 1214-1223.
15. Pereira AM, Pimenta G, Dunn BD, A Comparison of Alodine 1200 with chromium-free conversion coatings, *European Spate Agency ESA STM-276* (2008) 1-61.
16. Gentil V, *Corrosão, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A (In Portuguese)*, Rio de Janeiro, 1996.
17. Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the council on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment, (2003), L37/19-L37/23.
18. Palomino LEM., Aoki VI and de Melo HG, Microstrutural and electrochemical characterization of Ce conversion layers formed on Al alloy 2024-T3 covered with Cu-rich smut, *Electrochimica Acta* 51(26) (2006) 5943-5953.
19. Palomino LM, Suegama PH, Aoki IV, Montemor MF, and de Melo HG, Electrochemical study of modified non-functional bis-silane layers on Al alloy 2024-T3, *Corrosion Science* 50(5) (2008) 1258-1266.
20. Reis FM, de Melo HG and Costa I., EIS investigation on Al 5052 alloy surface preparation for self-assembling monolayer, *Electrochimica Acta*, 51(8/9) (2006) 1780-1788.
21. Yoshikawa DS, Assis SL, Izaltino WAS, de SOUZA S and Costa I, Estudo do comportamento de corrosão da liga 5052 tratada com moléculas auto-organizáveis, *Tratamento de Superfície* 155 (2009) 24-30.

22. Izaltino WAS, Assis SL, de Souza S, Yoshikawa DS and Costa I, Self assembling molecules as corrosion inhibitors for the 1050 aluminium alloy, (In) EUROCORR 2009 The European Corrosion Congress, Sept 6-10, 2009 Nice, France.
23. De Souza S, Yoshikawa DS, Assis SL, Izaltino WAS and Costa I, Efeito de moléculas auto-organizáveis na resistência à corrosão da liga AA2024-T3, *Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração* 6(3) (2010) 130-135.
24. De Souza S, Yoshikawa DS, Izaltino WAS, Assis SL and Costa I, Self-assembling molecules as corrosion inhibitors for 1050 aluminum, *Surface & Coatings Technology* 204(20) (2010) 3238-3242.
25. Szurkalo M, Investigação do efeito de moléculas auto-organizáveis na resistência à corrosão da liga de alumínio 1050 [Dissertation on the internet]. São Paulo: Universidade de São Paulo USP/IPEN; 2009 [cited 2011, may 29] Available from: <http://bibliotecas.cnen.gov.br>
26. Hinton BRW, Arnot DR and Ryan NE, The inhibition of aluminum alloy corrosion by cerous cations, *Metals Forum* 7(4) (1984), 211-217.
27. Hinton, BRW, Arnot DR and Ryan NE, Cerium conversion coatings for the corrosion protection of aluminum, *Metals Forum* 9(3) (1986) 162-173.
28. Buchheit RG, Mamidipally SB, Schmutz P and Guan H, Active corrosion protection in Ce-modified hydrotalcite conversion coatings. *Corrosion* 58(1) (2002) 3-14.
29. Decroly A and Petitjean JP, Study of the deposition of cerium oxide by conversion on to aluminum alloys, *Surface and Coatings Technology* 194(1) (2005) 1-9.
30. Palomino LEM, Suegama PH, Aoki IV, Pászti Z, and de Melo HG, Investigation of the corrosion behaviour of a bilayer cerium silane pre-treatment on Al 2024- T3 in 0.1 M NaCl, *Electrochimica Acta* 52(27) (2007) 7496-7505.
31. Seon FM, Rare-earths for materials corrosion protection, *Journal of the Less Common Metals* 148(1/2) (1989) 73-78.
32. Li QZ, Zuo Y, Zhao JM, Tang YM, Zhao XH, and Xiong JP, Corrosion behaviors of Ce- and Nd-modified anodic films on aluminum, *Anti-Corrosion Methods and Materials* 57(5) (2010) 238-243.
33. Rosero-Navarro NC, Pellice SA, Durán A, Ceré S, and Aparicio M, Corrosion protection of aluminium alloy AA2024 with cerium doped methacrylate-silica coatings, *Journal Sol-Gel Science and Technology* 52(1) (2010) 31-34.
34. Palomino LEM, Suegama PH, Aoki IV, Montemor MF and de Melo HG, Electrochemical study of modified cerium-silane bilayer on Al alloy 2024-T3, *Corrosion Science* 51(6) (2009) 1238-1250.
35. ASTM B-111, Methods of Salt-Spray (Fog) Testing Annual Book of ASTM Standards, vol. 03.02, (Philadelphia, PA: ASTM – 2009)
36. Santos, WIA, Yoshikawa, DS, Rossi, JL, Assis, SL and Costa, I, Surface treatments for corrosion resistance of aluminum AA1050, 18<sup>th</sup> International Corrosion Congress 2011, Paper No. 477.00, (2011)

## 6. DETALHES DOS AUTORES

	<p>W.A.S. Izaltino é pesquisador na área de corrosão, com ênfase em corrosão e proteção de alumínio e suas ligas. É Mestre na área de materiais de tecnologia nuclear pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.</p>
	<p>M. Oliveira é graduado Químico pela Universidade de Guarulhos. Atualmente é aluno do IPEN na área de corrosão e proteção de aço Fosfatização. Experiência em análises instrumentais tais como: ICP AA, Leco, análises gravimétrica e via seca, ligas ferrosas não ferros inoxidáveis e mineração.</p>
	<p>I. Costa é pesquisadora na área de Corrosão e Proteção de Metais. Atua no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN-SP) liderando grupo de pesquisadores do Laboratório de Corrosão e Tratamento de Superfícies do Centro de Ciência e Tecnologia de Materiais (CCTM). As principais áreas de atuação são corrosão e proteção de Alumínio e suas ligas, corrosão em biomateriais, desenvolvimento de tratamentos de superfície com tecnologia sustentável, e tratamentos de proteção para aços galvanizados.</p>