

Corrosão & Proteção

Revista da Associação Brasileira de Corrosão • ISSN 0100-1485 • Ciência e Tecnologia em Corrosão

Ano 16 | nº 66 | jan/fev/mar 2019



Pesquisa Tecnológica:
essencial ao desenvolvimento
do conhecimento da Corrosão

A **Revista Corrosão & Proteção** é uma publicação oficial da ABRACO – Associação Brasileira de Corrosão, fundada em 17 de outubro de 1968.

ISSN 0100-1485

DIRETORIA EXECUTIVA ABRACO
Biênio 2017/2018

Presidente

Laerce de Paula Nunes – IEC

Vice-presidente

Olga Ferraz – INT

Diretores

Adaauto Riva – RENNER COATING

Carlos Patrício – BBOSCH

Danilo Sanches – ZINCOLIGAS

Eduardo Serra – INDIVIDUAL

Mauro Barreto – IEC

Olga Ferraz – INT

Zehbour Panossian – IPT

Conselho Editorial

Dra. Célia Aparecida Lino dos Santos

Dra. Olga Ferraz

Aldo Cordeiro Dutra – ABRACO

Athayde Ribeiro – ABRACO

Caroline Sousa – ABRACO

Laerce Nunes – IEC

REVISTA CORROSÃO & PROTEÇÃO

Revisão Técnica

Aldo Cordeiro Dutra – ABRACO

Jornalista Responsável

Lívia Andrade (MT 0038444/RJ)

Redação e Publicidade

ABRACO – Associação Brasileira de Corrosão

Fotografias

Arquivo ABRACO, arquivos pessoais, Can Stock Photo, Depositphotos, Dollar Photo, Fotos Públicas, Pexels, Shutterstock e Stock Unlimited.

Imagens da capa: fotos cedidas pelo Laboratório de Ensaios de H₂S, CO₂ e Corrosividade (LAH2S) do Instituto Nacional de Tecnologia - INT

A **Revista Corrosão & Proteção** é um veículo eletrônico concebido, desenvolvido e editado pela ABRACO. O periódico é publicado trimestralmente no site da Associação (www.abraco.org.br/revistas). A ABRACO não se responsabiliza, nem de forma individual, nem de forma solidária, pelas opiniões, ideias e conceitos emitidos nos textos, por serem de inteira responsabilidade de seus autores.

- 03** Editorial
- 05** GRANDES NOMES DA CORROSÃO
Dra. Zehbour Panossian:
Uma das mais importantes
pesquisadoras da
corrosão no Brasil
- 07** ARTIGO CIENTÍFICO
Avaliação de um
revestimento anticorrosivo
com efeito de
autorreparação
com sistema bicomponente
Fernando Cotting e Idalina Vieira Aoki
- 25** A pesquisa tecnológica
é fundamental
na área de corrosão
- 29** ARTIGO CIENTÍFICO
Conformabilidade e
resistência à corrosão de
eletrodepósitos de zinco
Fabiano R. Santos e Zehbour Pannossian
- 38** OPINIÃO
A importância do
anodo no sistema de
proteção catódica
*Mensagem da SACOR
Siderotécnica S.A.*
- 41** Programação de cursos 2019
- 42** Notícias ABRACO
- 44** 21st International
Corrosion Congress - ICC
& INTERCORR 2020
- 45** COTEQ 2019
- 46** II Seminário Brasileiro
de Corrosão Interna
- 48** V Seminário Brasileiro
de Pintura Anticorrosiva
- 50** III Seminário Brasileiro
de Proteção Catódica
- 52** Agenda de eventos 2019
- 48** A ABRACO dá boas-vindas às
novas empresas associadas
- 62** Empresas associadas

Pesquisa Tecnológica

Ampliando a Fronteira do Conhecimento

A tecnologia é normalmente entendida como o campo do conhecimento relativo à concepção e à planificação de técnicas necessárias aos seres humanos e ao meio em que vivem, realizadas à luz do conhecimento científico.

A partir desta conceituação podemos então entender a diferença entre tecnologia e técnica, sendo a técnica, normalmente um procedimento em uso, concernente a uma atividade humana, compreendendo-se a técnica como sendo o controle ou a transformação da natureza pelo ser humano, estando relacionada a um “saber fazer” puramente humano, em muitos casos, transmitido de geração a geração pelo ensino leigo.

Para a realização e a evolução da tecnologia são necessárias a pesquisa tecnológica e a pesquisa científica. A primeira normalmente é realizada nos centros de tecnologia e de pesquisas e a segunda, primordialmente nos grandes centros do saber, que são as universidades. Em algumas ocasiões os grupos de pesquisas podem realizar as duas modalidades.

No campo da corrosão desde os experimentos iniciais de Sir Humphy Davy, Faraday e outros, no século XIX, toda a evolução do conhecimento científico aplicado se deve à pesquisa tecnológica. Na verdade, a pesquisa amplia a fronteira do conhecimento científico aplicado.

Para nós da área de corrosão é fundamental o estudo, a experimentação em nível de investigação e pesquisa, das tecnologias concernentes aos mecanismos, ao desenvolvimento dos métodos de proteção e de prevenção dos processos corrosivos.

A ABRACO tem entre seus associados e colaboradores grandes pesquisadores vinculados às universidades e a importantes centros de tecnologia e pesquisa. Gostaríamos de citar aqui, sem a pretensão de dizer que são os únicos, o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello – CENPES, da Petrobras, o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - Cepel, o Instituto Nacional de Tecnologia – INT e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT.

Temos também a honra de frisar que a futura Presidente da ABRACO no biênio 2019 -2020 a Dra. Olga Baptista Ferraz é pesquisadora do INT e da mesma forma nos sentimos muito

honrados com a eleição da Dra. Zehbour Panossian, pesquisadora e Diretora de Inovação, do IPT, para conduzir a ABRACO no biênio 2021-2022.

A ABRACO como parte dessa cadeia se sente muito gratificada em estar também contribuindo de forma indireta para o avanço tecnológico e cumprindo a sua missão: difundir e desenvolver o conhecimento da corrosão e da proteção anticorrosiva, congregando Empresas, Entidades e Especialistas e contribuindo para que a sociedade possa garantir a integridade de seus ativos, proteger as pessoas e o meio ambiente contra os efeitos da corrosão.

Laerce de Paula Nunes

Presidente da ABRACO

An advertisement for the journal 'Corrosão & Proteção'. The background features a stack of journals, with the top one showing the title and a large '50 ANOS' graphic. A yellow text box is overlaid on the left side, and a white text box is at the bottom right.

**Anuncie na Revista
Corrosão & Proteção
e alcance quem
realmente importa.**

50 ANOS
O futuro
começa agora

Saiba mais:
marketing@abraco.org.br

GRANDES NOMES DA CORROSÃO

Dra. Zehbour Panossian

Por Laerce de Paula Nunes e Aldo Cordeiro Dutra



Uma das mais importantes pesquisadoras da corrosão no Brasil

Dra. Zehbour Panossian é uma eminente professora universitária e pesquisadora brasileira, estudiosa da corrosão e da eletroquímica, com toda uma vida dedicada à corrosão e à proteção anticorrosiva, com uma inigualável capacidade de trabalho e de comunicação. Tem sido uma profissional motivadora do interesse pela pesquisa da corrosão no País, tendo concebido e realizado inúmeros cursos na Universidade de São Paulo e disponibilizado para a comunidade um grande acervo de trabalhos técnico-científicos, merecendo destaque o seu livro *Corrosão e Proteção contra Corrosão em Equipamentos e Estruturas Metálicas*. Atualmente faz parte da Diretoria do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT. A sua extrema capacidade de comunicação, trabalho e dedicação têm impactado profundamente os conceitos e os estudos da corrosão em nossa terra.

A Dra. Zehbour pertence a uma família de origem armênia, mas nasceu em Beirute, no Líbano, na década de 1950. Veio para o Brasil, radicando-se na cidade de São Paulo, ainda pequena, na companhia dos seus pais e aqui adotou a nacionalidade brasileira. Fez seus primeiros estudos no Externato José Bonifácio, tendo concluído o curso primário em 1962. Em 1966 concluiu o curso ginásial e, em 1970, concluiu o curso Técnico em Química Industrial no Liceu Eduardo Prado. A seguir entrou na Universidade de São Paulo, no Instituto de Física, em 1971, graduando-se Bacharel em Física em 1975. Nos anos de 1975 a 1977 fez licenciatura em física, também pelo Instituto de Física da USP e no período de 1976 a 1981 fez doutorado no Instituto de Química da mesma universidade.

Antes de ingressar no IPT, em janeiro de 1976, atuou em algumas empresas, dentre elas a Udylite

do Brasil S.A., a Eloxal Produtos Químicos e a Célio Hugeneuer Consultores Industriais S/C Ltda. Todas na cidade de São Paulo.

Dra. Zehbour já ocupou importantes e significativos cargos, principalmente dentro da estrutura do IPT, dentre os quais podem ser citados: em primeiro lugar, o de Presidente da Instituição o qual, pela primeira vez na sua história, foi ocupado por uma mulher. Presentemente, e pela segunda vez, é Diretora de Inovação e Negócios e já ocupou os cargos de Pesquisadora, Pesquisadora Chefe de Laboratório, Professora e Professora Convidada. Diretora e Conselheira da Fundação de Apoio ao IPT. É Coordenadora Geral das duas unidades da Embrapii do IPT, sendo ainda orientadora de mestrado tecnológico do IPT. É também orientadora de doutorado e de mestrado da Universidade de São Paulo, na Escola Politécnica – Departamento de Metalurgia e de Materiais. Além disso atua como consultora ad-hoc do CNPq, da FINEP, da FAPESP e do Programa Ibero Americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento - CYTED.

Com relação à sua atuação no campo da ABRACO destaca-se a participação dela na maioria dos nossos eventos técnicos onde tem apresentado trabalhos, quer seja na área de pesquisa científica ou trabalhos de tecnologia, no campo da proteção anticorrosiva. Foi membro do nosso Conselho Deliberativo e é Diretora da Associação. Presentemente acaba de ser eleita Vice-Presidente para o biênio 2019-2021 e como determina o Estatuto da Associação, irá ocupar a Presidência no biênio 2021-2023. O outro enfoque da participação dela na ABRACO refere-se ao seu trabalho nas nossas comissões técnicas, especialmente como Comissões de Estudo do CB 43 – Comitê Brasileiro de Corrosão, da ABNT da qual é também membro do Conselho Deliberativo. Além disso foi coordenadora do Comitê Executivo que realizou, no mês de maio, o Intercorr-2018, em São Paulo, no Centro de Convenções da USP, um autêntico sucesso técnico.

Na esfera internacional, merece destaque a atuação Dra. Zehbour no *International Corrosion Council* do qual é membro em nome



Dra. Zehbour Panossian na cerimônia de posse como Diretora-Presidente do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT. Ela foi a primeira mulher a participar da Diretoria

da ABRACO que representa o Brasil. Na reunião desse Conselho, realizada em Praga, em 2017, durante o *20th International Corrosion Congress (ICC)* ela e a Professora Simone Brasil, da Escola de Química da UFRJ, também membro do Conselho, apresentaram a candidatura do Brasil para sede do próximo *21st International Corrosion Congress*, tendo sido eleito. A realização do evento ocorrerá na cidade de São Paulo, no Centro de Convenções da USP, no mês de maio de 2020, sob a coordenação da ABRACO, tendo a Dra. Zehbour como presidente do Comitê Executivo do evento.

Com relação à NACE ela é, desde 07/10/2009, membro do *International Technical Committee STG-35* referente a *Pipelines, Tanks and Well Casings* para o estudo de práticas de engenharia destinadas à prevenção e controle da corrosão, já tendo atuado inclusive como seu *vice-chair*.

Como pesquisadora na área de corrosão elaborou e apresentou centenas de artigos técnicos nos mais importantes eventos do Brasil e do Mundo e nas principais revistas sobre o assunto. Teve sempre participação decisiva nas publicações do IPT tendo inclusive publicando o livro *Corrosão Proteção contra Corrosão em Equipamentos e Estruturas Metálicas* citado anteriormente.

Por tudo isto a Dra. Zehbour Panossian é um grande exemplo para todos nós.

Referência

- Acervo da Biblioteca da ABRACO e IPT.

Avaliação de um revestimento anticorrosivo com efeito de autorreparação com sistema bicomponente*

Fernando Cotting^a e Idalina Vieira Aoki^b

Abstract: Coatings systems may fail early for different reasons, leading to an unexpected corrosive attack on the metallic surface. For this reason, the inspection and maintenance processes are often performed. Nonetheless, these interventions generate economic and environmental impacts and the development of self-healing coatings is expected. The encapsulation of repairing agents, like film forming agents in polymeric microcapsules is an excellent strategy to provide the self-healing ability to coating systems. After the encapsulation process, the microcapsules containing the repair agent are incorporated into the coating during application on the metallic surface. When the paint system is mechanically damaged, the microcapsules are broken and release the repair agent into the damaged site. So, the metallic substrate could be protected again, increasing the maintenance intervals. In this work a self-healing coating system was developed, by the individual microencapsulation of an epoxy resin and its polyamide hardener, resulting in a two-component self-healing system. The release of the encapsulated agents was observed by optical microscopy and confirmed by the Raman spectroscopy technique. In addition to the excellent self-healing effect demonstrated by the EIS and SVET techniques, the coating system containing the microcapsules showed a better performance in adhesion and anticorrosion properties, when compared to the traditional coating system.

Keywords: self-healing, polymeric microcapsules, epoxy bicomponent.

Resumo: Os sistemas de pintura podem vir a falhar precocemente por diferentes razões, causando um ataque corrosivo inesperado no metal a ser protegido. Por esta razão, os processos de inspeção e repintura são realizados frequentemente. Como estas intervenções geram impactos econômicos e até mesmo ambientais, o desenvolvimento de sistemas de pintura capazes de se autorregenerarem é cada vez mais almejado. O encapsulamento de agentes de reparação, com propriedades de formação de filme, em microcápsulas poliméricas é uma excelente estratégia para fornecer ao sistema de pintura a capacidade de autorreparação. Após o processo de encapsulamento, as microcápsulas contendo o agente de reparação são incorporadas na preparação da tinta, para que então o sistema de pintura seja aplicado sobre a estrutura metálica. Quando o sistema de pintura é danificado mecanicamente, as microcápsulas são rompidas e liberam o agente de reparação no local danificado. Desta maneira o substrato metálico fica novamente protegido, aumentando assim os intervalos de inspeção e repintura. Neste trabalho foi desenvolvido um sistema autorreparador com formador de filme bicomponente, através do microencapsulamento de uma resina a base de epóxi e do seu endurecedor a base de poliamida. A liberação dos agentes de reparação encapsulados foi observada pela microscopia óptica e comprovada pela técnica de espectroscopia Raman. Além de apresentar excelente efeito de autorreparação comprovado pelas técnicas de EIE e SVET, o sistema de pintura contendo as microcápsulas apresentou um melhor desempenho nas propriedades de aderência e de impermeabilidade, quando comparado ao sistema de pintura tradicional.

Palavras-chave: autorreparação, microcápsulas poliméricas, epóxi bicomponente.

* Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2018, em São Paulo, no mês de maio de 2018.
As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

^a Doutor - Docente na UFMG

^b Doutora - Docente na Escola Politécnica/USP

Introdução

O método mais utilizado para proteger os materiais metálicos da corrosão é o da aplicação de sistemas de pintura, evitando assim o contato do substrato metálico com as espécies corrosivas do meio [1–3]. Porém, os sistemas de pintura estão sujeitos a falhas causadas por diferentes agentes, que podem expor a superfície metálica novamente. Por este motivo, ações de inspeção e repintura devem ser realizadas periodicamente nas estruturas metálicas pintadas, para garantir a efetividade destes sistemas [4]. No entanto, os processos de repintura geram impactos econômicos e ambientais, tornando necessário o desenvolvimento de sistemas de pintura com proteção ativa, ou seja, que não necessitem de intervenção humana [5].

Os sistemas de pintura ativos são mais conhecidos como tintas autorreparadoras, que adquirem esta habilidade após a incorporação de componentes específicos durante a sua preparação. Estes componentes, em sua grande maioria, são constituídos de partículas inorgânicas (nanocontainers) carregadas com inibidores de corrosão ou partículas orgânicas (micro/nanocápsulas) contendo formadores de filme em seu núcleo [6]. Uma vez que o agente de reparação é aprisionado, este é incorporado na tinta, que é aplicada sobre a superfície metálica. Esta aditivação faz com que o sistema de pintura fique com um “estoque” de proteção em toda a sua extensão, pois quando for danificado o agente de reparação será liberado, protegendo novamente o substrato metálico naquele ponto de ataque [5,7].

Devido às excelentes propriedades anticorrosivas oferecidas por sistemas de pintura epóxi dois componentes, o desenvolvimento de um sistema autorreparador contendo microcápsulas carregadas com este agente de reparação é de grande interesse. No entanto, a alta reatividade do agente de cura destas resinas pode limitar o desenvolvimento destes sistemas autorreparadores [8].

Este trabalho visa desenvolver e avaliar um sistema de pintura autorreparador bicomponente.

A avaliação da efetividade do encapsulamento será feita pela técnica de espectroscopia Raman e por microscopia óptica. As microcápsulas obtidas foram incorporadas em uma tinta epóxi com alto teor de sólidos, na proporção de 10 % e 15 % e a tinta aditivada será aplicada sobre chapas de aço carbono ABNT 1020. O efeito autorreparador da tinta foi avaliado pela técnica de espectroscopia de impedância eletroquímica (EIE) e pela técnica de varredura por eletrodo vibratório (SVET), após a realização de um defeito mecânico nos diferentes sistemas de pintura. Os sistemas de pintura também foram avaliados pela técnica de EIE e por ensaios de aderência (método *pull-off*), com o objetivo de verificar se a aditivação das microcápsulas não está perturbando as propriedades de barreira, adesão ou coesão da tinta.

Metodologia

Obtenção das microcápsulas de poli (ureia-formaldeído-melamina) contendo a resina epóxi

A preparação das microcápsulas foi realizada segundo o método proposto por Cotting [9].

Determinação da eficiência de encapsulamento

A seguinte metodologia foi utilizada para a determinação da quantidade de material encapsulado nas diferentes microcápsulas desenvolvidas. Uma amostra de 1,0 g de cada tipo de microcápsula foi macerada em um almofariz na presença de um solvente. As microcápsulas contendo a resina epóxi foram maceradas na presença do solvente diclorometano e as microcápsulas contendo o endurecedor foram maceradas na presença de etanol. Após o processo de maceração, o material foi submetido a um banho ultrassônico por 5 minutos e posteriormente filtrado a vácuo. O material retido no papel de filtro foi novamente lavado com o solvente, macerado e filtrado novamente, para garantir a total extração do material encapsulado das amostras.

A solução filtrada (solvente + material encapsulado) e o material retido no papel de filtro (polímero) foram colocados em uma estufa sob a temperatura de 60 °C por 48 h. Após esta etapa, o material filtrado e o material retido foram pesados para que fosse possível determinar a fração de material encapsulado e a fração de polímero em cada amostra. A porcentagem de material encapsulado presente na amostra foi determinada pela eq. (1).

$$\% \text{ material encapsulado} = \frac{\text{massa do material filtrado após evap solvente}}{\text{massa total inicial do material a ser encapsulado}} \times 100 \quad (1)$$

Preparação dos corpos de prova de aço carbono ABNT 1020

Os corpos de prova de aço carbono foram submetidos a um jateamento abrasivo com granelhas de aço angular G-25 e limpos com jato de ar seco. Após a limpeza com o jato de ar seco, os corpos de prova foram limpos com um pincel de cerdas macias para efetuar a remoção de qualquer particulado que ainda estivesse sobre a superfície. Foram jateados 96 corpos de prova e o perfil de rugosidade desejado era um perfil entre 60 e 80 µm, confirmado por medidas com um rugosímetro.

Incorporação das microcápsulas na tinta

As microcápsulas foram adicionadas em uma tinta epóxi alto teor de sólidos *surface tolerant*, que atende a norma PETROBRAS N-2680. Elas foram dispersas no diluente da tinta epóxi na proporção 50/50 %. A quantidade de microcápsulas adicionada na tinta foi de 10% e 15 % em relação à massa de sólidos totais.

Aplicação do esquema de pintura

As camadas de revestimento foram aplicadas com o uso de uma pistola *airless*, e a espessura final seca especificada para o sistema de pintura aplicado foi de 600 micrometros. Foi aplicado um sistema de pintura com três camadas e além da variação da concentração de aditivo na tinta, houve a variação do aditivo nas diferentes camadas aplicadas. Como a terceira camada do sistema é uma camada de acabamento, esta não foi aditivada. A Figura 1 apresenta o esquema de pintura utilizado e as variações estudadas.

A Tabela 1 apresenta a composição de cada camada de tinta aplicada, para as diferentes condições de estudo. As siglas utilizadas podem ser compreendidas pela seguinte identificação: as letras EP representam que o sistema autorreparador é do tipo epóxi bicomponente. Os três dígitos que aparecem após as letras indicam qual camada está sendo aditivada. Por fim, a quantidade de aditivo incorporada em cada camada é representada pelo número 10 ou pelo número 15, a letra C corresponde à presença das microcápsulas e as letras SC correspondem às amostras sem microcápsulas. Então, se tomarmos como exemplo a amostra EP020_10C podemos identificá-la como: sistema aditivado com microcápsulas, na quantidade de 10 % e aditivada apenas na segunda camada do sistema de pintura.

Por conta da limitação na detecção de correntes iônicas pelo eletrodo vibratório, em camadas de tintas muito espessas [10], foram preparados corpos de prova onde apenas uma camada de tinta foi aplicada, na cor branca. A camada de

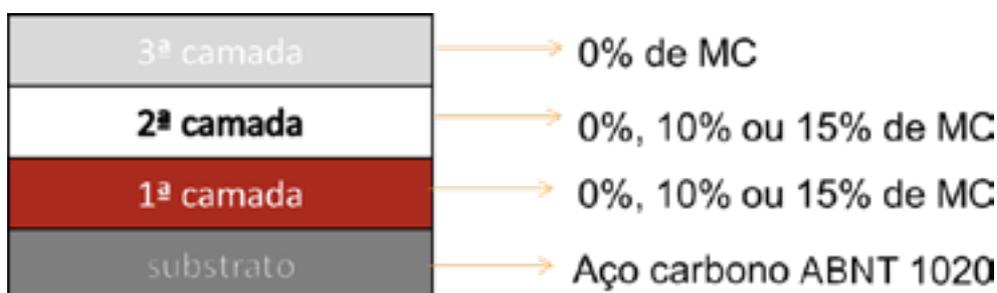


Figura 1 - Esquema de pintura e as cores das tintas utilizadas nos corpos de prova de aço carbono ABNT 1020. As cores do esquema representam as cores das tintas utilizadas nas diferentes camadas

tinta seca especificada para estes ensaios foi de 200 µm e a identificação destes corpos de prova seguiu a mesma lógica dos sistemas de pintura aplicados em três camadas. Como foram preparados corpos de prova apenas com uma camada de tinta para os ensaios de SVET, as nomenclaturas utilizadas foram do tipo EP0, EP1_10C e EP1_15C.

Medida de aderência dos sistemas de pintura pelo método pull-off

As medidas de aderência pelo método de pull-off foram realizadas 21 dias após a aplicação da última camada de tinta nos corpos de prova para garantir a cura total da tinta. Utilizando o equipamento PATTI Quantum digital, as medidas foram realizadas em três pontos de cada chapa. O pistão utilizado nos ensaios foi o pistão F-8 e os pinos (stubs) possuíam 0,5" de diâmetro. O adesivo utilizado foi o adesivo epóxi bicomponente da marca J-B Weld. Os ensaios foram realizados e interpretados de acordo com a norma ABNT NBR 15877 [113].

Medidas de EIE

As medidas de EIE foram realizadas em uma célula eletroquímica de três eletrodos, utilizando um eletrodo de referência de Ag/AgCl_(KCl sat), um contra eletrodo de platina de área exposta aproximada de 12 cm² e o eletrodo de trabalho sendo as chapas de aço carbono pintadas com uma área exposta de 4,26 cm². A área foi delimitada fixando um tubo de vidro, com cola de silicone de cura neutra, sobre os corpos de prova pintados.

As amostras foram testadas em duas condições. A primeira condição foi sem a execução de defeitos nas tintas, com o objetivo de verificar se a presença das microcápsulas prejudicaria o desempenho do sistema de pintura. A segunda condição foi com a realização de um defeito de aproximadamente 200 micrometros de diâmetro na região de ensaio, para avaliar a capacidade de autorreparação nas amostras aditivadas. O defeito foi realizado com uma microbroca manual.

A faixa de frequências analisada nas amostras sem defeito foi de 100 kHz a 10 mHz, com uma perturbação senoidal no potencial de 20 mV rms x EOC e foram adquiridas 10 medidas por década de frequência. Para as amostras com defeito, a faixa de frequência utilizada foi de 50 kHz a 5 mHz, empregando uma perturbação de potencial senoidal de 10 mV rms x EOC e também foram adquiridas 10 medidas por década de frequência. As amostras com defeito ficaram expostas ao ar atmosférico por sete dias após a confecção do defeito, para permitir a cura do material de autorreparação antes das medidas de EIE. Foram realizadas medidas de EIE após 6, 24, 48 e 168 h de imersão do eletrodo de trabalho em uma solução aquosa de NaCl 0,1 mol/L.

Exame visual das amostras para a caracterização do grau de empolamento

Após os ensaios de EIE nas amostras sem defeito, foi feita a avaliação do grau de empolamento nas regiões dos corpos de prova que ficaram imersos. A classificação do grau de

Conjunto de amostras	1ª Camada	2ª Camada	3ª Camada	Siglas
1	SC	SC	SC	EP000
2	SC	10 C	SC	EP020/10C
3	SC	15 C	SC	EP020/15C
4	10 C	SC	SC	EP100/10C
5	10 C	10 C	SC	EP120/10C
6	15 C	SC	SC	EP100/15C
7	15 C	15 C	SC	EP120/15C

Obs.: C = com cápsulas e SC = sem cápsulas

Tabela 1 - Composição das diferentes camadas de tinta aplicadas sobre o aço carbono ABNT 1020 para o sistema autorreparador bicomponente

empolamento foi realizada seguindo a norma ASTM D 714 [11].

Medidas com o SVET

Os ensaios de SVET foram realizados em um equipamento da marca Applicable Electronics, controlado pelo software ASET-Sciencewares. Os ensaios de SVET foram conduzidos sobre corpos de prova pintados com apenas uma camada (com espessura aproximada de 200 μm) de tinta nas seguintes condições: sem microcápsulas, com 10 % de microcápsulas e com 15 % de microcápsulas. A tinta aplicada sobre o substrato foi intencionalmente danificada com o auxílio de um estilete e os corpos de prova aditivados ficaram expostos ao ar atmosférico por 7 dias antes de serem imersos no eletrólito. O eletrólito utilizado nos ensaios de SVET foi uma solução aquosa de NaCl 0,01 mol/L. Em todos os ensaios de SVET a distância entre a superfície analisada e o eletrodo vibratório foi de 100 μm e a distância entre os pontos horizontais adjacentes em que as medidas de correntes iônicas foram realizadas foi de 50 μm . Os defeitos realizados nas tintas, para os ensaios de SVET, foram feitos com uma única passada da lâmina de

corte na região danificada e com comprimento entre 3 mm e 4 mm.

Resultados e discussão

Obtenção e caracterização das microcápsulas de poli(ureia-formaldeído-melamina) contendo a resina epóxi

A Figura 2 apresenta as imagens de MEV das microcápsulas produzidas contendo a resina epóxi. Através da análise visual das imagens é possível observar que as microcápsulas obtidas possuem uma larga distribuição de tamanho, não sendo observadas microcápsulas maiores que 50 μm .

A Figura 3 apresenta as imagens obtidas através de microscopia óptica das microcápsulas intactas e das microcápsulas rompidas. Como pode ser visto pela Figura 3B, após as microcápsulas serem pressionadas foi liberado um material líquido com características físicas semelhantes às características físicas da resina epóxi, indicando que o microencapsulamento da resina epóxi foi realizado com sucesso.

A caracterização química das microcápsulas de poli(ureia-formaldeído-melamina) contendo a

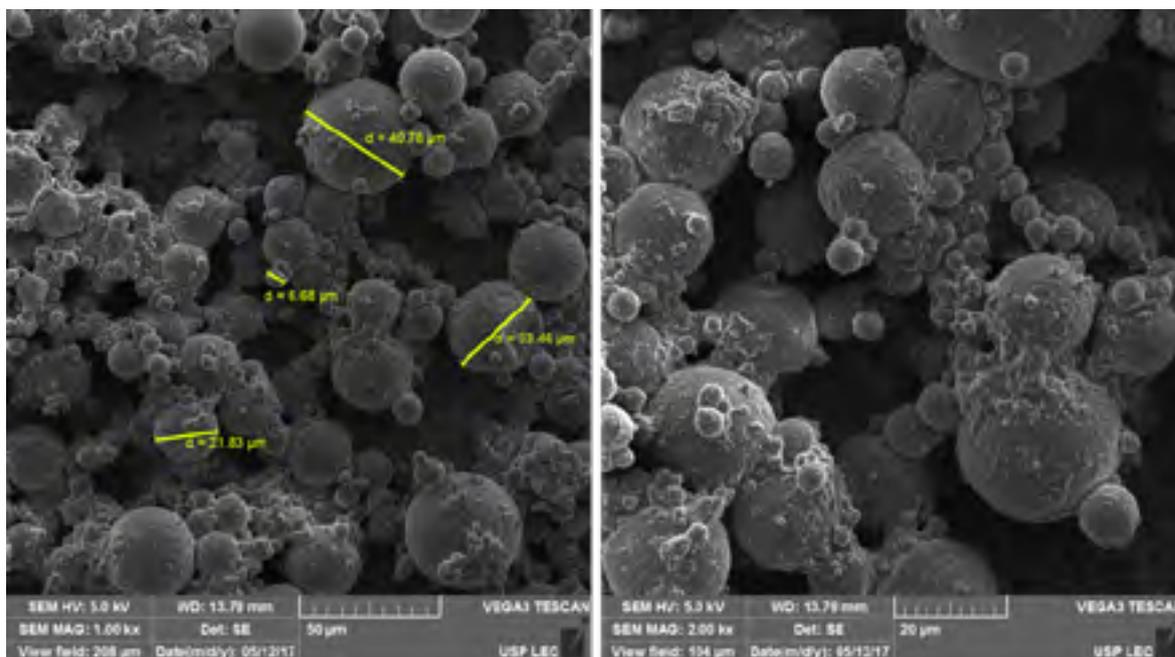


Figura 2 - Imagens obtidas por MEV das microcápsulas de poli(ureia-formaldeído-melamina) obtidas a partir da emulsão da resina epóxi

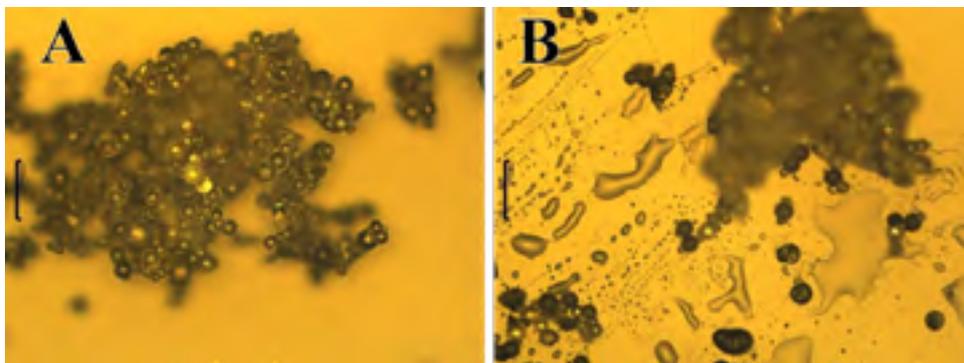


Figura 3 - Imagens obtidas com o auxílio de um microscópio óptico A) microcápsulas intactas e B) microcápsulas rompidas mecanicamente

resina epóxi foi realizada através da técnica de espectroscopia Raman. Na Figura 4 são apresentados os espectros Raman da resina epóxi antes do processo de encapsulamento, das microcápsulas rompidas contendo a resina epóxi e das microcápsulas intactas contendo a resina epóxi.

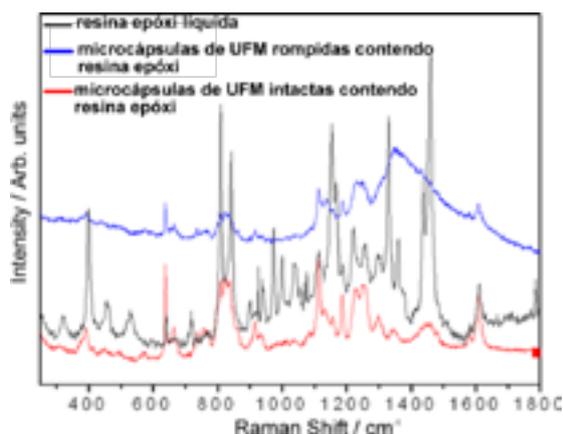


Figura 4 - Espectros Raman obtidos das amostras de resina epóxi, de microcápsulas rompidas contendo a resina epóxi e de microcápsulas de UFM intactas

Usualmente as resinas epóxi são produtos de formulação comercial, sendo assim não há um espectro Raman disponível na literatura que seja específico para o composto em questão. No entanto, podemos identificar algumas bandas e picos, que são característicos de grupos presentes nestas resinas.

Pela análise dos espectros apresentados na Figura 4, nota-se que os picos característicos para as resinas epóxi foram observados em todas as amostras analisadas, comprovando que o material presente no núcleo das microcápsulas corresponde à resina epóxi. É possível identificar

picos provenientes da resina epóxi no espectro obtido para a amostra “microcápsulas intactas”, pois a parede polimérica das microcápsulas que envolvem o núcleo é uma parede muito fina, permitindo que o laser atinja a resina encapsulada. Contudo, podemos identificar nestas amostras a presença do polímero poli(ureia-formaldeído-melamina), que apresenta uma banda na região de 1438 a 1470 cm^{-1} , ao qual está associada ao estiramento do CH_2 nas estruturas $\text{N-CH}_2\text{-N}$ e $\text{CH}_2\text{-OH}$, respectivamente [12].

A fração determinada da resina encapsulada (eficiência do encapsulamento), presente em 1 grama de produto, foi de $78 \pm 1 \%$, sendo assim, em 1 grama de microcápsulas, 0,78 gramas correspondem a massa da resina epóxi microencapsulada. Esta quantidade da resina encapsulada está dentro da eficiência de encapsulamento desse tipo de resina apresentada em outros trabalhos da literatura [8,13–16], onde foram encontrados valores entre 70 e 90 % de resina epóxi na massa analisada de produto final.

Obtenção e caracterização de microcápsulas de poliestireno (PS) contendo endurecedor para resina epóxi

Com o objetivo de verificar se haviam sido formadas microcápsulas após o processo de microencapsulamento do endurecedor à base de poliamida por extração de solvente, uma amostra do material encapsulado foi analisada em um microscópio eletrônico de varredura (MEV). A Figura 5 apresenta a imagem obtida através da análise por MEV, onde partículas esféricas podem ser vistas, mostrando que foi possível a obtenção das microcápsulas de poliestireno. É possível observar

através das imagens que há uma microcápsula rompida, que apresenta uma parede bem espessa e diversos núcleos que servem para o armazenamento do endurecedor. A morfologia observada do núcleo destas partículas é característica de microcápsulas obtidas através do processo de evaporação de solvente [17,18], fazendo com que estas microcápsulas sejam caracterizadas como microcápsulas polinucleares [18].

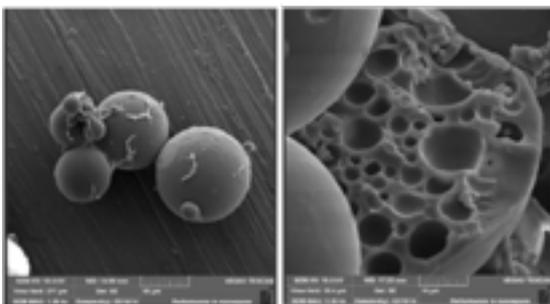


Figura 5 - Imagens obtidas por MEV das microcápsulas de poliestireno pelo método de extração de solvente

A Figura 6 apresenta as imagens obtidas por microscopia óptica das microcápsulas de poliestireno intactas e das microcápsulas de poliestireno rompidas. Como pode ser observado na Figura 6B, as microcápsulas de poliestireno liberaram um material líquido após serem rompidas, indicando o sucesso no microencapsulamento do endurecedor. Também pode ser notado que a quantidade de material liberada é muito menor do que a quantidade liberada das microcápsulas de poli(ureia-formaldeído-melamina), isto ocorre devido ao fato das microcápsulas de poliestireno serem polinucleares e as microcápsulas de poli(ureia-formaldeído-melamina) serem, em sua maioria, mononucleares,

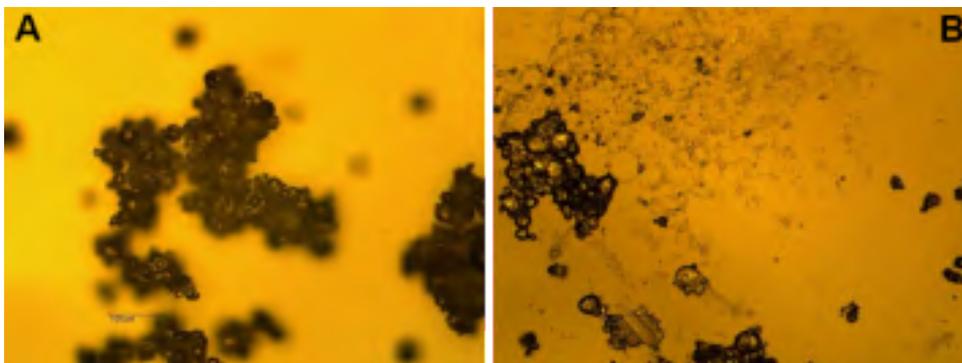


Figura 6 - Imagens obtidas com o auxílio de um microscópio óptico A) microcápsulas de poliestireno intactas e B) microcápsulas de poliestireno rompidas mecanicamente

fazendo com que uma maior quantidade de material esteja presente no núcleo dessas microcápsulas [8,15,19,20].

A caracterização química das microcápsulas de poliestireno contendo o endurecedor a base de poliamida foi realizada pela técnica de espectroscopia Raman. As amostras analisadas foram: o polímero poliestireno, o endurecedor a base de poliamida e as microcápsulas rompidas. A Figura 7 apresenta os espectros obtidos para as amostras.

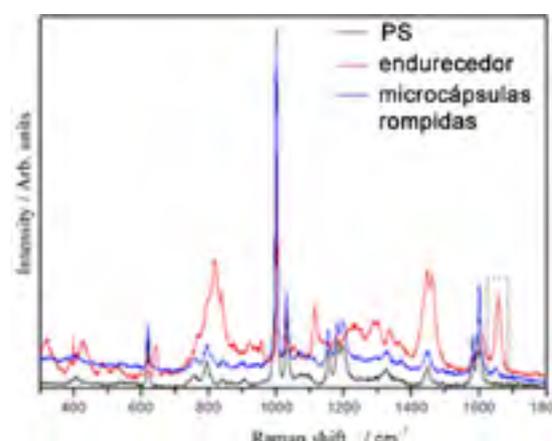


Figura 7 - Espectros Raman do polímero poliestireno (PS), do endurecedor à base de poliamida e microcápsulas rompidas contendo o endurecedor

O espectro Raman do poliestireno apresentou o comportamento padrão esperado para este composto [21,22], sem indicação de bandas que não fossem decorrentes do mesmo. Não há na literatura um padrão para o espectro Raman do endurecedor, pois o composto é uma formulação comercial. Contudo, sabe-se que este tipo de endurecedor apresenta grupos carbonila, o que é confirmado pela forte banda na região de

1656 cm⁻¹ (Figura 7). Por ser um grupamento não existente no poliestireno, esta banda pode ser utilizada para determinar a existência ou não do endurecedor nas microcápsulas, após serem rompidas. Então, ao analisarmos o espectro para a amostra com as microcápsulas rompidas, podemos identificar a presença de uma banda com baixa intensidade em 1650 cm⁻¹, comprovando que o endurecedor está presente nas microcápsulas de poliestireno. A baixa intensidade desta banda se deve à baixa concentração do endurecedor no sistema.

A eficiência do encapsulamento do endurecedor, presente em 1,0 g de produto, foi de 18 ± 1%. Sendo assim, em 1 g de produto, 0,18 g corresponde a massa do endurecedor. Sabendo que a quantidade de resina epóxi em 1,0 g de microcápsulas é de 0,78 g e a quantidade de endurecedor em 1,0 g de microcápsulas é de 0,18 g, a aditivação do sistema autorreparador bicomponente foi realizada de maneira que a proporção resina/endurecedor fosse de 2:1. Por esta razão, para cada 1,0 g de microcápsulas contendo a resina epóxi adicionadas à tinta, foram adicionados 2,2 g de microcápsulas contendo o endurecedor.

Aditivação e aplicação da tinta com o aditivo autorreparador bicomponente sobre chapas de aço carbono ABNT 1020

Durante a etapa de aditivação da tinta utilizada, não foram encontradas dificuldades e as microcápsulas apresentaram uma boa dispersão

na tinta sem a necessidade de realizar uma dispersão prévia no diluente da mesma, como também não apresentaram qualquer tipo de aglomeração durante a etapa de homogeneização. Os valores determinados de espessura de camada seca, em micrômetros, não apresentaram variações superiores a 12 %, mostrando que a aplicação do sistema protetor foi realizada com sucesso e de forma adequada.

Medidas de aderência pelo método pull-off dos corpos de prova pintados com e sem o aditivo autorreparador bicomponente.

Os locais dos diferentes corpos de prova, onde foram realizados os ensaios de aderência pelo método *pull-off*, apresentaram um valor de espessura média de 512 ± 22 µm. Esta baixa amplitude entre os valores de espessura nas regiões de ensaio é importante para que haja uma boa reprodutibilidade dos resultados obtidos durante as medidas de aderência.

A Tabela 2 apresenta os valores de tensão de arrancamento da tinta e o tipo de falha observada nos diferentes sistemas de pintura, após a realização dos ensaios de aderência pelo método *pull-off*. Analisando os valores médios de tensão de arrancamento, podemos observar que o aditivo bicomponente, em todas as condições estudadas, promoveu uma melhoria na propriedade de aderência da tinta. Em algumas condições, o valor de tensão de arrancamento apresentada foi duas vezes maior

Amostra	Valor médio da tensão de arrancamento (MPa)	Desvio padrão	Tipo de falha
E000	6,5	0,7	Adesiva B/C
EP100_10C	9,5	0,3	Adesiva B/C
EPO20_10C	9,3	0,6	5 % coesiva em D, 93 % adesiva B/C e 2 % coesiva em C
EP120_10C	11,8	0,6	5 % coesiva em C, 2% coesiva em D, 83% coesiva em Y e 10 % adesiva B/C
EP100_15C	12,2	0,6	70% coesiva em Y e 30 % adesiva C/D
EPO20_15C	9,3	0,1	95 % adesiva B/C e 5 % adesiva C/D
EP120_15C	13,8	0,1	2 % coesiva em B, 5 % coesiva em C e 93 % coesiva em Y

Tabela 2 - Resultados de aderência pelo método pull-off representados pelos valores de tensão de arrancamento e tipo de falha observado

do que o valor obtido para a amostra sem as microcápsulas, atingindo valores próximos aos valores mínimos exigidos para um sistema de pintura do tipo epóxi com alto teor de sólidos. Mesmo que a tensão de arrancamento da tinta sem aditivos não tenha apresentado o valor mínimo esperado de 12 MPa de tensão de arrancamento, os valores obtidos entre as diferentes condições de ensaio podem ser utilizados para uma comparação.

A Figura 8 apresenta o aspecto da região dos corpos de prova em que foram realizados os ensaios de aderência (à esquerda) e os seus respectivos pinos (à direita), utilizados durante os ensaios de destacamento. Como os ensaios de aderência foram realizados em 3 diferentes locais de cada chapa e os ensaios apresentaram uma boa reprodutibilidade, optou-se por apresentar apenas as imagens correspondentes ao ensaio realizado na posição central das chapas. Estas imagens foram utilizadas para a caracterização do tipo de falha apresentado pelos diferentes sistemas de pintura descritos na Tabela 2. Pela análise visual das regiões onde a tinta foi destacada e pelos pinos de destacamento,

percebe-se que a presença do aditivo autorreparador bicomponente alterou o tipo de falha apresentado pelo revestimento sem aditivo, avaliado nos ensaios de aderência. A falha passou de predominantemente adesiva para coesiva, o que mostra os ganhos no comportamento geral de adesão do sistema aditivado.

As imagens revelam que quanto maior a concentração de microcápsulas, principalmente na primeira camada (vermelha) do sistema de pintura, maior a aderência entre a primeira e segunda camada (branca) do sistema pela diminuição da falha adesiva entre essas camadas. Esta observação pode ser feita pela observação das regiões de ensaio das amostras EP100_10C e EP100_15C, onde há menor participação das falhas adesivas do tipo B/C no corpo de prova aditivado em 15% em relação aos corpos de prova aditivados com 10%.

A aditivação das microcápsulas apenas na segunda camada do sistema de pintura, também teve uma contribuição no aumento da aderência da tinta, pois os valores de tensão de destacamento apresentados para as amostras EP020_10C e EP020_15C são maiores do que o

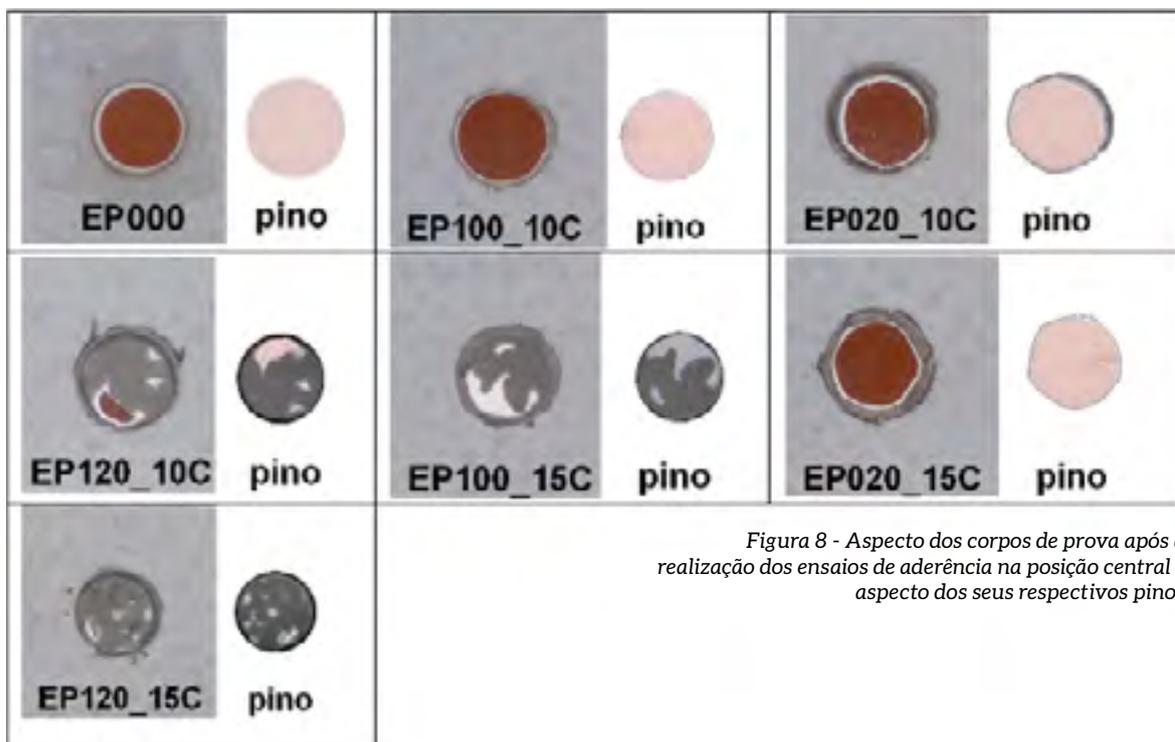


Figura 8 - Aspecto dos corpos de prova após a realização dos ensaios de aderência na posição central e aspecto dos seus respectivos pinos

valor apresentado para o sistema sem aditivação, mas a participação da falha adesiva entre as camadas B/C é significativa. No entanto, a aditivação na primeira camada teve uma maior influência no aumento da aderência entre as duas primeiras camadas de tinta aplicada, devido à predominância da falha tipo coesiva na amostra EP100_15C.

Quando a aditivação foi realizada nas duas primeiras camadas do sistema de pintura, o aspecto dos corpos de prova EP120_10C e EP120_15C ilustraram o sinergismo entre a aditivação nas duas camadas e o tipo de falha foi praticamente um somatório do comportamento de falhas adesivas e coesivas observado para as amostras aditivadas na primeira e segunda camada, isoladamente, mas com menor participação de falha adesiva entre B/C.

Entre as condições avaliadas, a amostra EP120_15C apresentou o melhor desempenho na avaliação da aderência pelo método *pull-off*, pois além de apresentar um alto valor de tensão de destacamento, a ruptura ocorreu na camada da cola utilizada.

Resultados de EIE para os sistemas de pintura aditivados com o aditivo autorreparador bicomponente sem a realização de um defeito

As regiões selecionadas para os ensaios de EIE das amostras contendo o aditivo autorreparador bicomponente e sem defeito apresentaram uma espessura de camada seca média de ($527 \pm 19 \mu\text{m}$). Os diagramas de impedância foram obtidos após 6 h, 24 h, 48 h, 7 dias e 28 dias de imersão no eletrólito, para as amostras sem defeito. A Figura 9 apresenta os diagramas de EIE obtidos para as diferentes condições de aditivação das microcápsulas em estudo e para a condição sem aditivação, após 6, 24 e 48 h de imersão em NaCl 0,1 mol/L.

Pelos diagramas apresentados após 6 h de imersão, na Figura 9, é possível notar que o aditivo bicomponente não perturbou as propriedades anticorrosivas da tinta, pois os valores de módulo de impedância em BF das amostras aditivadas ficaram muito próximos ao valor

apresentado para a amostra sem aditivo, indicando que a resistência dos sistemas aditivados é muito próxima ao do sistema de pintura sem aditivação. A sobreposição das constantes de tempo em AF, apresentadas pelos diagramas de - ângulo de fase \times $\log f$, também confirmam que a presença do aditivo não prejudicou as propriedades de proteção por barreira da tinta [23]. Praticamente todos os sistemas de pintura apresentaram um desempenho igual ou superior ao do sistema de pintura sem aditivação, após 6 h de imersão.

Após 24 h de imersão há uma diminuição mais acentuada nos valores do módulo de impedância das amostras EP020_10C e EP020_15C, que foram aditivadas apenas na segunda camada. Este efeito indica que houve uma maior penetração do eletrólito para estas duas condições de aditivação, após este período de imersão. Esta maior penetração do eletrólito pode estar associada à criação de caminhos preferenciais, quando o sistema de pintura é aditivado apenas na segunda camada, prejudicando a propriedade de selagem da camada mais externa. Para este tempo de imersão, não são observadas alterações significativas para os outros sistemas de pintura aditivados, como também não são observadas alterações para o sistema de pintura sem aditivação.

Após 48 h de imersão, o sistema de pintura sem microcápsulas apresentou uma grande diminuição em sua impedância em BF, assumindo um valor de módulo de impedância em BF muito próximo aos valores apresentados pelas amostras EP020_10C e EP020_15C. Para este período de imersão, nenhum dos sistemas autorreparadores apresentaram variações significativas em seu comportamento eletroquímico, indicando que a presença do aditivo bicomponente nos sistemas de pintura não foi capaz de perturbar a tinta de forma significativa

A Figura 10 apresenta os diagramas de EIE obtidos para os sistemas de pintura contendo o aditivo autorreparador e para o sistema de pintura sem aditivação, após os tempos de imersão de 7 e 28 dias.

Na Figura 10 se pode observar que houve pequenas variações na resposta dos sistemas

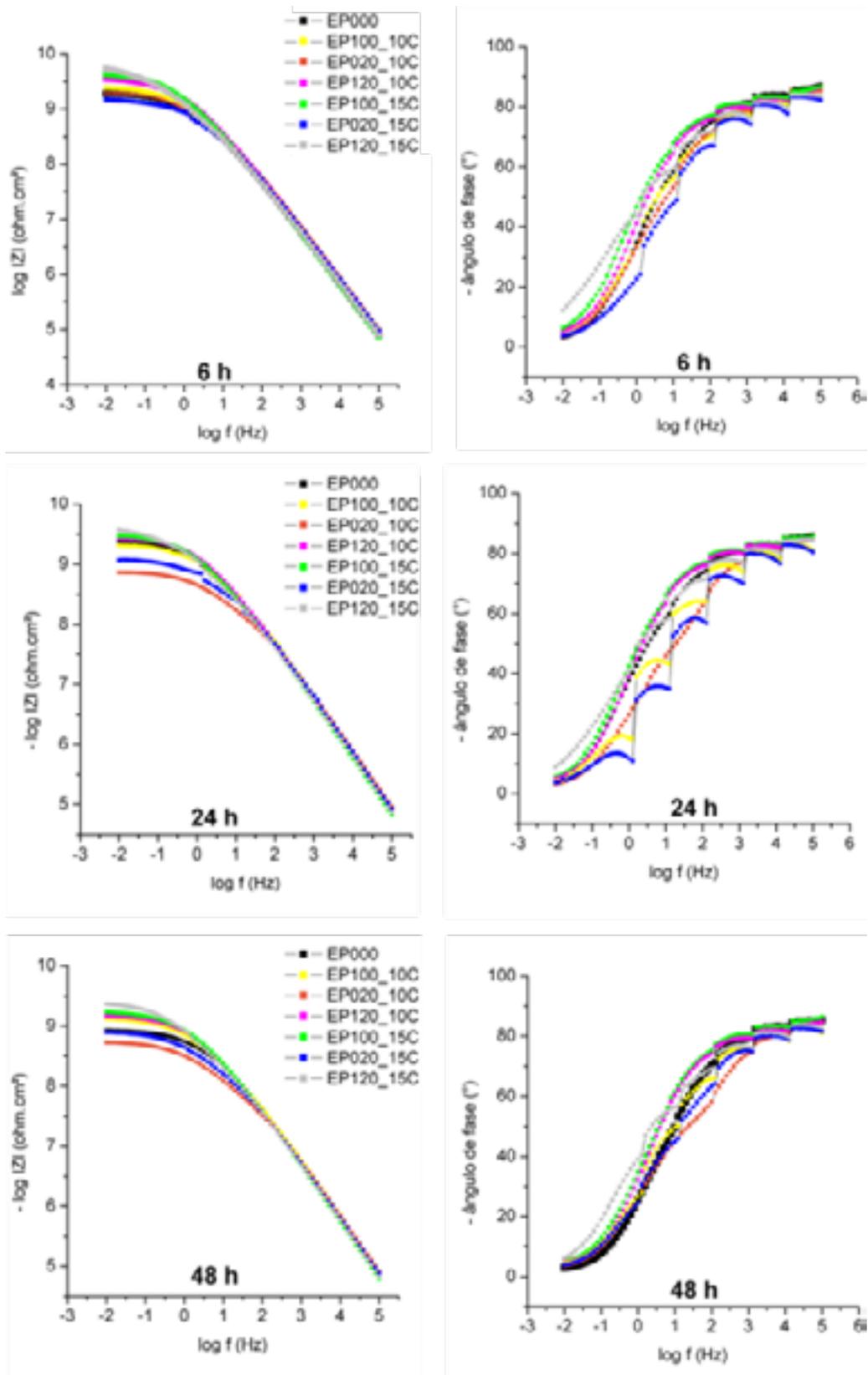


Figura 9 - Diagramas de EIE para o sistema de pintura sem microcápsulas e com diferentes condições de aditivação do aditivo autorreparador bicomponente, sem defeito e em meio de NaCl 0,1 mol/L, após os tempos de imersão de 6, 24 e 48 h

de pintura entre o tempo avaliado de 48 h (Figura 9) e o tempo de imersão de 7 dias, pois os valores de módulo de impedância em BF permaneceram praticamente iguais após 7 e 28 dias de imersão. Além disto, os diagramas - ângulo de fase x log f são praticamente constantes durante todo o tempo de imersão, sugerindo que as propriedades de barreira das amostras estudadas foram pouco afetadas. As principais alterações observadas pelos sistemas em estudo foram feitas após 24 h de imersão das amostras, devido à permeação do eletrólito. O efeito de barreira não foi prejudicado durante o período total de 28 dias de imersão, sendo que os sistemas E120-15C e E120 -10C até mostraram leve melhora da resistência com o tempo.

Após o tempo de imersão de 28 dias no eletrólito, não foram observados visualmente empolamentos nos sistemas de pintura que continham o aditivo autorreparador bicomponente. As regiões foram fotografadas e são apresentadas na Figura 11. Pelas imagens apresentadas podemos confirmar que nenhuma das amostras aditivadas apresentou pontos de empolamento na área em que ficaram sob imersão. Este resultado faz com que todas as amostras aditivadas se enquadrem na classificação 10 da norma ASTM D-714 [24]. Já a condição do sistema sem aditivos mostrou empolamento classificado como 8D e esse resultado corrobora os resultados de EIE apresentados anteriormente, em que o sistema sem aditivção apresentou um dos menores valores

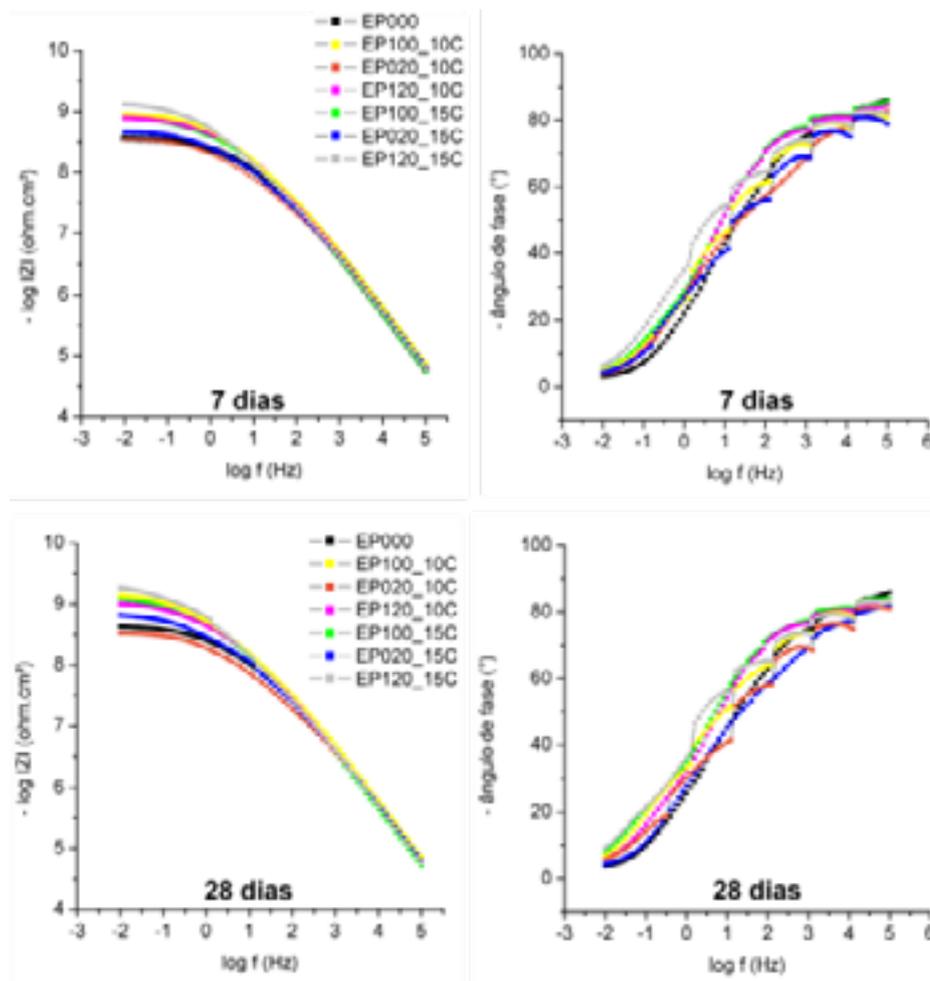


Figura 10 - Diagramas de EIE para o sistema de pintura sem microcápsulas e com diferentes condições de aditivção do aditivo autorreparador bicomponente, sem defeito e em meio de NaCl 0,1 mol/L, após os tempos de imersão de 7 e 28 dias

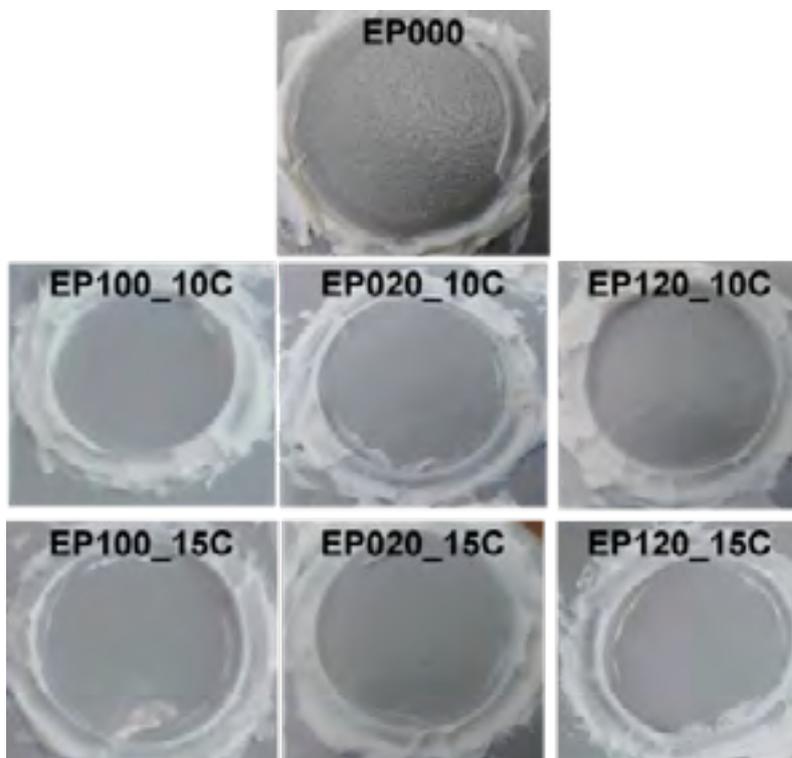


Figura 11 - Imagens fotográficas da região imersa durante os ensaios de EIE para as diferentes condições avaliadas

de módulo de impedância em baixas frequências após 28 dias de imersão.

Resultados de EIE para os sistemas de pintura aditivados com o aditivo autorreparador bicomponente com a realização prévia de um defeito

As regiões selecionadas para os ensaios de EIE, nas chapas contendo o aditivo autorreparador bicomponente com defeito, apresentaram uma espessura de camada seca média de $(521 \pm 13 \mu\text{m})$. Com o objetivo de avaliar o efeito autorreparador dos diferentes sistemas de pintura analisados, as medidas de EIE foram realizadas após 6 h de imersão no eletrólito. Para avaliar a resistência dos filmes de autorreparação, foram realizadas medidas de EIE após 24 h, 48 h e 7 dias imersão das amostras em NaCl 0,1 mol/L.

A Figura 12 apresenta os diagramas de EIE dos sistemas de pintura nas diferentes condições de aditivção e na condição onde não há aditivção das microcápsulas. Para uma melhor discussão do efeito autorreparador, também foram

plotados os diagramas dos sistemas de pintura sem microcápsulas (E000) com defeito e sem defeito.

Os diagramas de Bode ($\log \text{IZI} \times \log f$) apresentados após 6 h de imersão para as amostras sem aditivção mostram que o defeito provocado no sistema de pintura foi capaz de prejudicar drasticamente as suas propriedades de proteção. Na condição sem aditivo e com defeito há uma grande diminuição no comportamento capacitivo puro do sistema de pintura em relação à condição sem defeito, que pode ser confirmado pela diminuição dos valores de módulo de impedância nas regiões de BF e o aparecimento de outra constante de tempo, em baixas frequências, nos diagramas de Bode de -ângulo de fase $\times \log f$.

Devido à região danificada não possuir material de reparação, também pode ser observada uma grande diminuição na resistência à transferência de carga do sistema avaliado (EP000). Pelos diagramas de -ângulo de fase $\times \log f$, a constante de tempo nas regiões de AF relacionada ao revestimento, não apresenta valores significativos de proteção. No entanto, uma nova constante

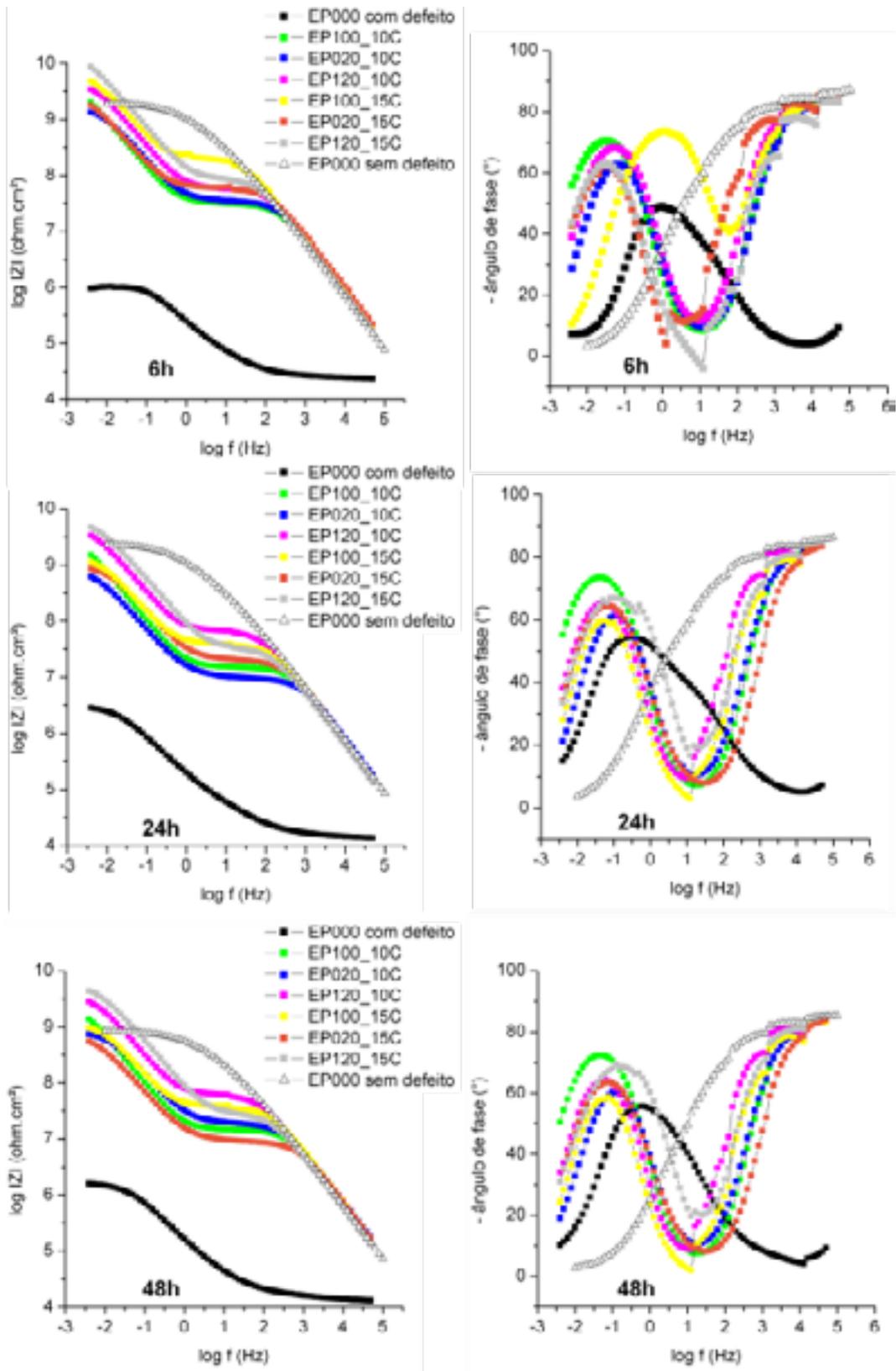


Figura 12 - Diagramas de EIE para os sistemas de pintura sem microcápsulas e com diferentes condições contendo o aditivo autorreparador bicomponente, com defeito e em meio de NaCl 0,1 mol/L, após os tempos de imersão de 6, 24 e 48 h

de tempo pode ser observada em regiões de frequências mais baixas e pode ser associada às reações de interface metal/eletrólito.

Os sistemas de pintura aditivados e danificados apresentaram um comportamento semelhante entre si. Pelos diagramas de $\log IZI \times \log f$, nas regiões entre 50 kHz a 100 Hz, os sistemas de pintura aditivados apresentaram um comportamento capacitivo muito semelhante ao do revestimento intacto. Esta resposta obtida para os sistemas aditivados está associada à autorreparação do sistema de pintura pela liberação dos agentes de reparação (resina epóxi e endurecedor de poliamida) na região do defeito. Porém, devido à presença do defeito e pela menor espessura do filme de autorreparação frente ao sistema de pintura original, a resposta dos sistemas aditivados apresenta um patamar na região de frequências entre 100 e 10 Hz, que está relacionado com a resistência do filme de autorreparação formado. A impedância ou resistência apresentada entre os filmes de autorreparação não apresentou uma sequência lógica, onde se espera que a maior concentração de aditivo resulte em um filme mais resistente.

Pelos diagramas de $-\text{ângulo de fase} \times \log f$, duas constantes de tempo bem definidas são observadas para os sistemas de pintura autorreparadores. A constante de tempo observada nas regiões de AF está relacionada ao filme de autorreparação. Para esta constante de tempo são observados altos valores de ângulo de fase e uma larga amplitude de frequências alcançadas, confirmando que o filme de autorreparação possui propriedades de proteção muito próximas as do sistema de pintura sem defeito (E000). A constante de tempo observada nas regiões de BF está relacionada aos fenômenos de interface metal/eletrólito, indicando que o filme autorreparador formado não bloqueou totalmente estas reações. No entanto, esta constante de tempo está deslocada para regiões mais baixas de frequência, quando comparada com a constante de tempo do revestimento sem aditivo e com defeito, mostrando que as reações de interface na presença dos aditivos possui uma cinética mais lenta [25].

Verifica-se que, após 48 h de imersão no eletrólito, não foram observadas variações significativas no comportamento eletroquímico dos filmes de autorreparação formados nos sistemas de pintura contendo o aditivo bicomponente. Estes resultados mostram que o filme autorreparador formado possui uma boa resistência nestas condições de imersão, o que é uma característica das resinas epóxi reticuladas com agentes de cura à base de poliamida. Os resultados obtidos estão de acordo com os resultados apresentados por Liu et al. (2012) [26], onde o comportamento da tinta aditivada e danificada foi muito semelhante ao comportamento da tinta sem aditivação e sem defeito.

Ensaio de SVET para o sistema de pintura autorreparador bicomponente

Os mapas de densidade de correntes iônicas resultantes dos ensaios de SVET são apresentados na Figura 13. Devido à alta espessura dos sistemas de pintura estudados, os ensaios de SVET foram realizados em amostras onde apenas a primeira camada do sistema de pintura foi aplicada sem aditivos e com o aditivo autorreparador bicomponente, na proporção de 10 e 15 % de aditivação. A espessura média da camada de tinta seca determinada para as amostras dos ensaios de SVET foi de $203 (\pm 4 \mu\text{m})$.

Pelos mapas de SVET apresentados, para as duas amostras aditivadas, nota-se uma atividade catódica de baixa intensidade na região do defeito após 6 h de imersão no eletrólito, pela detecção de densidades de corrente iônicas catódicas em torno de $-2 \mu\text{A}\cdot\text{cm}^2$. Como possuem um valor muito baixo e por serem correntes resultantes de reações catódicas, estas correntes iônicas não são preocupantes. Além disto, a atividade eletroquímica da superfície é muito menor do que a situação sem microcápsulas, comprovando o efeito autorreparador oferecido pelo sistema bicomponente tanto na condição de aditivação de 10 %, quanto na condição de aditivação de 15 %. Após 12 h e 24 h de imersão, as amostras aditivadas não apresentaram correntes iônicas na região do defeito, revelando que os filmes autorreparadores formados apresentaram uma alta resistência ao eletrólito

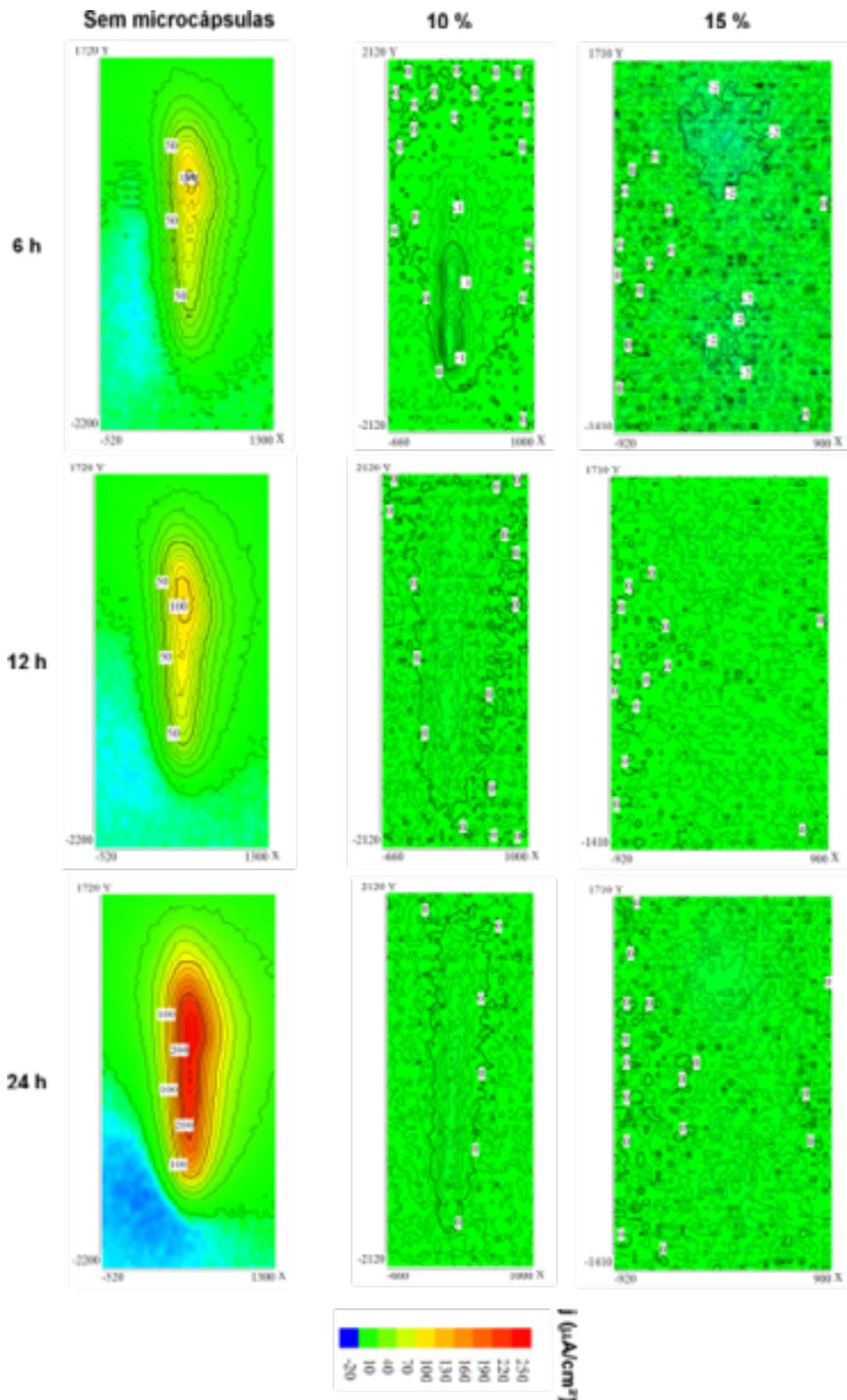


Figura 13 - Mapas de densidades de correntes iônicas obtidos pela técnica de SVET para as amostras sem o aditivo bicomponente, com 10% de aditivo e com 15% de aditivo, após 6, 12 e 24 h de imersão em NaCl 0,01 mol/L

utilizado nos ensaios. Outra observação importante a ser feita é que não são observadas correntes iônicas fora da região do defeito, mostrando que não foram criados caminhos preferenciais para a penetração do eletrólito.

Conclusões

Foi possível a obtenção de microcápsulas de poli(ureia-formaldeído-melamina) contendo a resina epóxi. Foi determinada uma grande quantidade de resina epóxi nas microcápsulas, resultando em uma fração mássica de 78 % de eficiência de encapsulamento.

Foi possível a obtenção de microcápsulas de poliestireno contendo o endurecedor à base de poliamida através do método de evaporação de solvente. A morfologia polinuclear das microcápsulas obtidas resultou em uma baixa quantidade de endurecedor nas microcápsulas, resultando em uma fração mássica de endurecedor na amostra de 18 % de eficiência de encapsulamento. Tanto a presença da resina epóxi quanto a presença do endurecedor dentro das microcápsulas, foi confirmada através da técnica de espectroscopia Raman.

O aditivo autorreparador bicomponente melhorou a propriedade de adesão do revestimento aditivado, diminuiu a formação de bolhas após longos períodos de imersão no eletrólito, não perturbou as propriedades dielétricas da tinta e apresentou um excelente efeito de autorreparação em uma condição de degradação por ação mecânica na tinta. Todas as amostras aditivadas apresentaram um elevado poder de autorreparação até 48 h de imersão no eletrólito, mas após 7 dias de imersão o filme autorreparador formado nas amostras aditivadas apenas na segunda camada apresentaram uma grande degradação em relação às outras condições estudadas. Estes resultados mostram que a aditivação apenas na segunda camada do sistema de pintura não é a melhor opção entre as condições estudadas.

Os resultados obtidos através deste trabalho indicam que o sistema desenvolvido irá possibilitar o aumento entre os intervalos de repintura nas estruturas, pois fornecerá uma proteção

adicional quando a propriedade de barreira da tinta for rompida mecanicamente. Este efeito irá diminuir os custos diretos e indiretos causados pelas ações de repintura e também irá diminuir os impactos ambientais e sociais causados por esta ação de manutenção. Outro aspecto promissor é que alguns sistemas bicomponente podem se polimerizar sob condições de imersão, o que justifica intensificar os estudos para desenvolver sistemas desse tipo

Referências bibliográficas

- [1] SCHWEITZER, P.A. Fundamentals of Corrosion: mechanisms, causes, and preventative Methods. In: New York: Taylor and Francis Group, 2010, p. 416.
- [2] FAZENDA, J.M.R. Tintas & Vernizes: Ciência e Tecnologia. In: Blucher (Ed.); **Tintas: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: 2009, p. 1146.
- [3] MARCUS, P. **Corrosion Mechanisms in Theory and Practice**. 2011.
- [4] NACE INTERNATIONAL Corrosion Costs and Preventive Strategies in the United States, summary of the US FHWA publication No. FHWA-RD-01-156. **Materials Performance**, v. 41, n. 7 (cost of corrosion supplement), p. 12, 2002.
- [5] MATHIAZHAGAN, A; JOSEPH, R. Nanotechnology-A New Prospective in Organic Coating: a review. **International Journal of chemical Engineering and applications**, v. 2, n. 4, p. 228-237, 2011.
- [6] MONTEMOR, M.F. Functional and smart coatings for corrosion protection: A review of recent advances. **Surface and Coatings Technology**, v. 258, p. 17-37, 2014.
- [7] COTTING, F.; AOKI, IV. Smart protection provided by epoxy clear coating doped with polystyrene microcapsules containing silanol and Ce (III) ions as corrosion inhibitors. **Surface and Coatings Technology**, v. 303, n. Part B, 2016.
- [8] LI, Q.; SIDDARAMAIAH; KIM, N.H.; HUI, D.; LEE, J.H. Effects of dual component microcapsules of resin and curing agent on the self-healing efficiency of epoxy. **Composites Part B: Engineering**, v. 55, p. 79-85, 2013.
- [9] F. COTTING. **Obtenção de microcápsulas poliméricas contendo um agente formador de filme em seu núcleo para o desenvolvimento de revestimentos autorreparadores**. 2017. 237p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- [10] BASTOS, A.C.; DIAS, S.A.S.; DIAMANTINO, T.C.; FERREIRA, M.G.S. Uma introdução à técnica SVET. **Corrosão e Protecção de Materiais**, v. 32, n. 2, p. 50-57, 2013.
- [11] INTERNATIONAL, A. Standard Test Method for Evaluating Degree of Blistering of Paints. **Order A Journal On The Theory Of Ordered Sets And Its Applications**, v. 2, n. 4, p. 1-6, 2006.
- [12] SZABÓ, T.; TELEGDÍ, J.; NYIKOS, L. Linseed oil-filled microcapsules containing drier and corrosion inhibitor - Their effects on self-healing capability of paints. **Progress in Organic Coatings**, v. 84, p. 136-142, 2015.
- [13] COSCO, S.; AMBROGI, V.; MUSTO, P.; CARFAGNA, C. Urea-formaldehyde microcapsules containing an epoxy

resin: Influence of reaction parameters on the encapsulation yield. **Macromolecular Symposia**, v. 234, p. 184-192, 2006.

[14] LIU, J.; GONG, G.; ZHONG, Y.; GU, Y.; ZHANG, F. Preparation of poly(urea-formaldehyde) microcapsules filled with epoxy resins via in-situ polymerization method. **Hecheng Shuzhi Ji Suliao/China Synthetic Resin and Plastics**, v. 32, n. 5, 2015.

[15] TONG, X.M.; ZHANG, T.; YANG, M.Z.; ZHANG, Q. Preparation and characterization of novel melamine modified poly(urea-formaldehyde) self-repairing microcapsules. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 371, n. 1-3, p. 91-97, 2010.

[16] YUAN, L.; GU, A.; LIANG, G. Preparation and properties of poly (urea-formaldehyde) microcapsules filled with epoxy resins. **Mater.Chem.Phys**, v. 110, n. 15, p. 417-425, 2008.

[17] MALLEPALLY, R.R.; PARRISH, C.C.; MC HUGH, M.A.M.; WARD, K.R. Hydrogen peroxide filled poly(methyl methacrylate) microcapsules: Potential oxygen delivery materials. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 475, n. 1-2, p. 130-137, 2014.

[18] SILVA, C.; RIBEIRO, A.; FERREIRA, D.; VEIGA, F. Administração oral de peptídeos e proteínas: II. Aplicação de métodos de microencapsulação. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, n. 1, p. 1-20, 2003.

[19] YUAN, L.; GU, A.; LIANG, G. Preparation and properties of poly(urea-formaldehyde) microcapsules filled with epoxy resins. **Materials Chemistry and Physics**, v. 110, n. 2-3, p. 417-425, 2008.

[20] MCILROY, D.A.; BLAISZIK, B.J.; CARUSO, M.M.; WHITE, S.R.; MOORE, J.S.; SOTTOS, N.R. Microencapsulation of a reactive liquid-phase amine for self-healing Epoxy composites. **Macromolecules**, v. 43, n. 4, p. 1855-1859, 2010.

[21] PALM, A. Raman Spectrum of Polystyrene. **The Journal of Physical Chemistry**, v. 55, n. 8, p. 1320-1324, 1951.

[22] ANEMA, J.R.; BROLO, A.G.; FELTEN, A.; BITTENCOURT, C. Surface-enhanced Raman scattering from polystyrene on gold clusters. **Journal of Raman Spectroscopy**, v. 41, n. 7, p. 745-751, 2010.

[23] KOPEĆ, M.; SZCZEPANOWICZ, K.; MORDARSKI, G.; PODGÓRNA, K.; SOCHA, R.P.; NOWAK, P.; WARSZYŃSKI, P.; HACK, T. Self-healing epoxy coatings loaded with inhibitor-containing polyelectrolyte nanocapsules. **Progress in Organic Coatings**, v. 84, p. 97-106, 2015.

[24] ASTM-INTERNATIONAL Norma ASTM D714-02. Standard Test Method for Evaluating Degree of Blistering of Paints. **Order A Journal On The Theory Of Ordered Sets And Its Applications**, v. 2, n. 4, p. 1-6, 2006.

[25] PLAWECKA, M.; SNIHIROVA, D.; MARTINS, B.; SZCZEPANOWICZ, K.; WARSZYŃSKI, P.; MONTEMOR, M.F. Self healing ability of inhibitor-containing nanocapsules loaded in epoxy coatings applied on aluminium 5083 and galvanized substrates. **Electrochimica Acta**, v. 140, p. 282-293, 2014.

[26] LIU, X.; ZHANG, H.; WANG, J.; WANG, Z.; WANG, S. Preparation of epoxy microcapsule based self-healing coatings and their behavior. **Surface and Coatings Technology**, v. 206, n. 23, p. 4976-4980, 2012.

A pesquisa tecnológica é fundamental na área de corrosão

Pesquisadoras Olga e Zehbour assumirão a presidência e vice-presidência da ABRACO nos próximos anos

As pesquisas são ações que visam ao desenvolvimento de novos conhecimentos em uma área específica, buscando a inovação de novos processos ou produtos.

Tais atividades são executadas em cursos técnicos, universitários, pós-graduação, mestrado, doutorado e também nos centros de pesquisas onde pesquisadores se dedicam ao desenvolvimento científico e tecnológico.

O pesquisador normalmente escolhe temas que tenham relevância social, dentro dos vários formatos de métodos científicos a serem abordados. Apesar de ser semelhante à pesquisa científica, a pesquisa tecnológica é direcionada à aplicação do conhecimento visando ao desenvolvimento de processos e produtos para atender à necessidade das empresas e da sociedade.

A Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO), desde seu início, tem sido incentivadora de pesquisas científicas e tecnológicas. De acordo com a nova presidente da ABRACO, Olga Ferraz, a pesquisa nas universidades e centros de pesquisas é de extrema importância uma vez que gera conhecimento científico básico, que é a matéria prima para pesquisa tecnológica. “Mostrar onde existe carência de conhecimento e como esse conhecimento pode ser aplicado para o desenvolvimento social, industrial e econômico do País,

para desenvolver a metodologia científica e divulgação dos estudos desenvolvidos”, disse a doutora em engenharia eletroquímica, ainda destacando que, para seguir carreira nessa área, é necessário estudar muito e divulgar os trabalhos, pois isso é fundamental para a sociedade em geral.

Para a Vice-Presidente da entidade, Zehbour Panossian, a Associação cria condições para divulgar os trabalhos e interagir com os corrosionistas de todo o Brasil e até do exterior, inclusive teve um papel fundamental em seu desenvolvimento pessoal e na divulgação do trabalho do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). “A minha profissão me encanta, porque realizo projetos de pesquisa e serviços tecnológicos e permite que eu escreva artigos. A cada trabalho finalizado, a sensação que sinto é de uma satisfação imensa”, contou a doutora em físico-química. Na oportunidade, Zehbour aconselhou aos jovens que escrevam artigos e façam projetos de iniciação científica durante a graduação.

Pesquisa Tecnológica na Área da Corrosão

Ainda de acordo com Zehbour, o custo da corrosão representa entre 3% e 4% do PIB (Produto Interno Bruto) de um país e cerca de 30% destes custos poderiam ser minimizados se os métodos de mitigação da corrosão já conhecidos fossem empregados corretamente. “O desenvolvimento de pesquisas tecnológicas e de inovação em corrosão e proteção é primordial, não só para melhorar a eficiência dos métodos já consagrados de combate à corrosão como também para a prospecção e desenvolvimento de novos

métodos de proteção capazes de reduzir ainda mais os custos da corrosão”, ressaltou.

Segundo a Vice-Presidente, um ponto importante a ser destacado é a intervenção da manutenção ainda nos estágios iniciais da corrosão. “Por exemplo, se numa edificação as armaduras estiverem num estado avançado de corrosão, os custos de manutenção serão muito altos quando comparados aos custos quando são constatados os primeiros sinais de um processo corrosivo. Nesse sentido, o desenvolvimento de sensores capazes de fornecer dados em tempo real do estado da corrosão dos metais usados nos diversos setores industriais é mandatório para inserir a ciência da corrosão no contexto atual de digitalização das atividades humanas. Em outras palavras, devemos focar na Corrosão 4.0”, observou Zehbour.

Para Olga, há profissionais qualificados para desenvolver tecnologia na área da corrosão, inclusive, existem bastantes centros acessíveis que desenvolvem tecnologia, como o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes) da Petrobras e o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel). No entanto, é necessário investir para alcançarmos o patamar em que se encontram os países desenvolvidos no momento.

A Associação sempre organizou no Brasil eventos muito importantes no campo da corrosão, onde há uma interação dos pesquisadores entre si e também com o setor produtivo. Portanto, como presidente, seus objetivos estão diretamente relacionados com a pesquisa científica e tecnológica na ABRACO.

PROTEJA OS CRÍTICOS ATIVOS DA PLANTA



MANTENHA-O SECO | EVITE CORROSÃO | PROTEJA OS PROCESSOS

Visite www.aerogel.com/cui para saber mais sobre como o isolamento Pyrogel pode ajudar você a proteger sua planta da Corrosão sob Isolamento

A Revista Corrosão & Proteção entrevistou duas pesquisadoras que estarão à frente da ABRACO nos próximos dois anos

Olga Baptista Ferraz

Presidente da Associação



Quando a pesquisa tecnológica entrou na sua vida? Quais transformações ela proporcionou em sua carreira?

Iniciei minha carreira profissional no setor privado e houve a oportunidade de fazer um doutorado em Eletroquímica, na Inglaterra. Ao retornar para o Brasil, trabalhei em uma empresa de projetos até que optei por voltar à área de pesquisa no Instituto Nacional de Tecnologia – INT, no ramo de Corrosão/Tecnologia dos Materiais. A transformação foi total ao ponto de consolidar minha atuação na área de Pesquisa Tecnológica.

Qual a importância da pesquisa tecnológica dentro da área da corrosão?

Naquela época, a pesquisa do INT na área da corrosão fazia parte do Programa Nacional do Álcool. Com nossos projetos contribuimos para a definição da especificação do álcool combustível não corrosivo e para a utilização de materiais resistentes à corrosão pelo álcool.



No aspecto geral da pesquisa tecnológica, aplicada ao campo da corrosão é fundamental, desde a geração de conhecimento até o produto no mercado.

Quais os desafios a senhora encontrou dentro de sua profissão, especialmente no início da carreira?

Como primeiro desafio, posso destacar o choque cultural da visão que se adquire na universidade e a necessidade de dar soluções aos problemas práticos e reais que são apresentados dentro das empresas.

Qual a finalidade de se inserir pesquisas tecnológicas na Revista C&P?

A Revista é um dos meios de divulgação da ABRACO, onde trabalhos técnicos relacionados com a pesquisa são apresentados para conhecimento de toda comunidade da corrosão. É um veículo digital de abrangência, principalmente no setor produtivo.

Zehbour Panossian

Vice-Presidente da Associação

Conte um pouco de sua história nessa área de atuação

Sou física de formação e nunca pensei em trabalhar com corrosão porque no Instituto de Física da USP (Universidade de São Paulo), onde obtive os títulos de Bacharel em Física e Licenciatura em Física, não oferecia disciplinas relacionadas com a ciência da corrosão. Quando me formei Bacharel em Física, eu já trabalhava há seis anos na indústria de tratamento de

superfície (eletrodeposição de metais). Nessas alturas, eu queria ser cientista e não continuar na indústria. Procurei alguns professores da Física e externei meu desejo de ficar na USP. As bolsas oferecidas na universidade na época eram muito baixas e eu já ganhava muito na indústria. Uma professora minha, a saudosa e querida Elisa Wolynech, disse que o marido dela, Stephan Wolynech, estava precisando de uma pessoa na área de eletrodeposição de metais. Ele trabalhava no IPT. Assim, em janeiro de 1976, comecei trabalhando no Laboratório de Corrosão do IPT, onde acabei me tornando uma corrosionista apaixonada pelo que faz.

Quais desafios a senhora encontrou dentro de sua profissão, especialmente no início da carreira?

Muitos. Primeiro queria continuar os meus estudos até chegar ao doutorado. Então em março do mesmo ano (1976), fui até o Instituto de Física para ingressar no programa de pós-graduação e trouxe os formulários preenchidos para o Dr. Wolynech assinar. Ele me disse que não tinha como justificar no IPT uma pós-graduação em Física. Então tive que ingressar no Instituto de Química, prestar um exame de ingresso. Eu tinha feito o curso Técnico de Química que não era suficiente para prestar um exame de ingresso do curso de pós-graduação no Instituto de Química da USP. Tive que estudar muito, muito. Em 1981, eu já era doutora. No IPT, eu trabalhava no meio de engenheiros

metalurgistas. Fui discriminada um pouquinho por ser física e mulher. Agora não!

Quais os maiores sucessos que essa carreira lhe trouxe?

Infinitas. Tudo que sou devo à Ciência da Corrosão e Proteção. Trabalho no IPT há 43 anos e já conheci muitos países sempre tendo a minha profissão como propulsora.

Quais assuntos a senhora tem preferência dentro da pesquisa e por quê?

Trabalho num Instituto que atende o mercado. No Laboratório de Corrosão e Proteção do IPT, já realizamos cerca de três mil análises de falhas e emitimos 7.128 relatórios de ensaio, 10.769 relatórios técnicos e 340 pareceres técnicos. Já conduzimos 145 projetos de pesquisa e desenvolvimento e publicamos 526 trabalhos técnicos. Nós não escolhemos o tema. O cliente traz o assunto. Resumindo, atuamos em todas as áreas da Corrosão e Proteção. Assim, aprendi a não ter preferências. Gosto de todos os ramos.

Em média, quantos artigos foram publicados pela senhora? Em quais temáticas?

173 artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, incluindo revistas dirigidas para o mercado, 214 artigos publicados em anais de congressos, 10 resumos expandidos publicados em anais de congressos, cinco capítulos de livros e dois livros, com temas muito variados.

**Conheça as vantagens
de fazer parte da ABRACO**

Saiba mais:
marketing@abraco.org.br

Conformabilidade e resistência à corrosão de eletrodepósitos de zinco

Fabiano R. Santos^a e Zehbour Pannosian^b

Resumo: Este trabalho estudou duas amostras de chapas de aço zincadas em processos de eletrodeposição contínua, sendo uma obtida em um banho à base de cloreto com aditivos e outra obtida em um banho à base de sulfato/cloreto sem aditivos. O objetivo desse trabalho é caracterizar chapas de aço-carbono revestidas com esses dois banhos, verificar de maneira qualitativa a conformabilidade e avaliar a resistência à corrosão por meio de ensaios de imersão em solução de cloreto de sódio e dos ensaios acelerados de corrosão. Os resultados obtidos permitiram confirmar a influência da textura cristalográfica dos depósitos de zinco na conformabilidade e na resistência à corrosão. Verificou-se que o obtido em banho de cloreto com aditivos apresentava características desfavoráveis ao desempenho. Foi verificado que o revestimento obtido em banho de sulfato/cloreto sem aditivos apresenta maior resistência à corrosão do que o revestimento obtido em banho de cloreto com aditivos. A superioridade desse último foi atribuída à textura do zinco e à ausência de tensões residuais no eletrodepósito.

Palavras-chave: Aço zincado, Eletrodeposição contínua, Cloretos, Sulfatos, Aditivos.

^a Mestre, Tecnólogo em Processos Metalúrgicos - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

^b Doutora em Ciências-Pesquisadora - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Introdução

Um dos revestimentos mais utilizados para a proteção do aço carbono é o zinco (1). Esse metal pode ser aplicado por diferentes processos, um deles é a eletrodeposição que pode ser feita utilizando banhos ácidos e alcalinos, sendo possível revestir produtos acabados (processo por batelada) ou chapas e fios (processo contínuo). Segundo a literatura consultada (2), os banhos mais utilizados em processos contínuos, na prática, são à base de sulfato e cloreto sem aditivos por serem mais estáveis, eficientes e versáteis do que os banhos à base de só sulfato e, ainda, menos agressivos do que os banhos à base de só cloreto.

No mercado brasileiro, têm surgido ofertas de banhos à base de só cloreto com aditivos para processos contínuos os quais produzem chapas brilhantes, característica essa requerida em alguns setores. No entanto, a aceitação das chapas revestidas com esse processo esbarra na falta de conhecimento das características

requeridas para esse produto: a conformabilidade e a resistência à corrosão.

Quando um metal é exposto a um meio corrosivo, a taxa de corrosão de cada grão é diferente, uma vez que a energia de ligação de cada átomo com os seus vizinhos é diferente para planos cristalográficos diferentes (3). De acordo com Scully (4), a energia total envolvida para a quebra da ligação de um átomo metálico com os seus vizinhos, e subsequente corrosão do átomo, é maior quando o átomo possui um número maior de átomos vizinhos, ou seja, é maior para planos cristalográficos mais compactos. Em outras palavras, os planos mais compactos são os mais resistentes à corrosão.

Dini (5) também afirma que a intensidade da corrosão de revestimentos de zinco é afetada pela sua textura e cita um exemplo do trabalho de Takeshi et al. (6) que verificou que depósitos de zinco imersos em NaOH apresentam taxas de corrosão menores para a textura basal (00.1) do que para outras texturas.

Park e Szupnar [1] estudaram a resistência à corrosão de eletrodos de zinco obtidos a partir de banhos contendo $ZnSO_4$ e $(NH_4)_2SO_4$. Variando a densidade de corrente de 3 A/dm² para 50 A/dm², esses autores obtiveram diferentes depósitos, os quais foram caracterizados quanto à textura (por difração de raios X) e quanto à resistência à corrosão em solução de NaCl a 5 % des aerada. Os autores obtiveram as correntes de corrosão por meio de curvas de polarização obtidas com varredura de 250 mV a +250 mV em relação ao potencial de circuito aberto.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo comparar as características de resistência à corrosão e de conformabilidade de dois lotes de chapas zincadas cedidos por uma empresa produtora de chapas zincadas, um obtido em banho à base de só cloreto com aditivos e outro obtido em banho à base de sulfato/cloreto tradicional sem aditivos, ambos em processo contínuo. Nesse trabalho serão apresentados e discutidos os ensaios de caracterização das chapas zincadas sem e com pintura e os ensaios de desempenho no que se refere à resistência à corrosão e à conformabilidade dessas mesmas chapas.

Metodologia

Duas amostras de chapas zincadas em processo contínuo foram fornecidas pela empresa Brasmetal Waelzholz S.A. Ambos os revestimentos estavam aplicados sobre chapas relaminadas de aço baixo carbono para estampagem Grau 2 da NBR 5007 (7).

A espessura da camada de zinco das chapas revestidas foi obtida por método gravimétrico (8) e por método microscópico medindo-se diretamente a espessura da seção transversal produzida por remoção de material com FIB (Focused Ion Beam) em um microscópio eletrônico de varredura (MEV). A rugosidade R_a das camadas de zinco foi obtida em um microscópio confocal de luz branca da marca Zeiss, modelo Axio CSM 700. Para avaliar o comportamento dos revestimentos de zinco quando submetidos a uma deformação mecânica, foi adotado o ensaio de embutimento (9). Após o embutimento, a região de máxima deformação da calota dos

corpos de prova foi examinada no microscópio eletrônico MEV/FEG. A textura dos depósitos foi determinada por meio das figuras de polo (00.1), (10.0) e (10.1). pela técnica de difração de raios X foi empregada usando um difratômetro de marca Rigaku, acoplado a um goniômetro de textura. Foi realizado um ensaio para a verificação qualitativa da presença de tensões residuais nas camadas de zinco.

Para ambos os revestimento, os ensaios de imersão e os ensaios eletroquímicos foram realizados utilizando como eletrólito uma solução de NaCl 0,35 mol/L.

O ensaio de imersão com monitoramento do potencial de circuito aberto e exame visual teve como objetivo o acompanhamento do potencial de circuito aberto (PCA) do revestimento de zinco imerso em solução salina. A medição do PCA foi repetida a cada 24 h, até que se percebesse a presença de produtos de corrosão de coloração vermelha o que indicava que o zinco tinha sido consumido pelo menos em parte da superfície dos corpos de prova. A determinação da taxa de corrosão das camadas de zinco foi feita, em triplicata, por perda de massa. A massa final dos corpos de prova foi determinada após a retirada dos produtos de corrosão que foi feita imergindo os corpos de prova ensaiados, por 5 min, em solução de NH_4OH (150 mL de NH_4OH concentrado P.A. em 1000 mL de água deionizada) (10). Com os valores de massa inicial e massa final, calculou-se a taxa de corrosão.

Três corpos de prova de cada tipo de chapa zincada foram submetidos ao ensaio de exposição à névoa salina, segundo NBR 8094 [8], em câmara de marca Equilam modelo Q-Fog, e ao ensaio em câmara úmida em uma câmara de umidade saturada, de acordo NBR 8095 (11). Nesse último, a câmara utilizada foi de marca Equilam, modelo KEUM. Os corpos de prova foram avaliados a olho desarmado e seu aspecto superficial foi registrado por meio de fotografias.

Resultados e discussão

As espessuras dos revestimentos obtidas por método gravimétrico e por método microscópico estão apresentadas na Tabela 1.

Banho	Método gravimétrico		Método microscópico	
	Média (mm)	Desvio padrão (mm)	Média (mm)	Desvio padrão (mm)
Cloreto	6,7	0,3	5,34	0,09
Sulfato/cloreto	3,4	0,3	3,50	1,2

Tabela 1 - Espessura da camada de zinco.

Os valores de desvio padrão obtidos nas medições feitas pelo método gravimétrico são iguais para as duas camadas e não refletem às diferenças microscópicas entre ambas. No entanto, há uma grande diferença nos valores de desvio padrão obtidos pelo método microscópico: o baixo valor do desvio padrão (0,09 μm) para a camada obtida com o banho de cloreto é indicativo de uma uniformidade microscópica muito superior à da camada obtida em banho de sulfato/cloreto que apresentou um elevado valor de desvio padrão (1,2 μm).

Esses resultados refletem o aspecto visual dos revestimentos: o de cloreto brilhante e o de sulfato/cloreto fosca. Essa diferença pode ser atribuída à presença de aditivos no banho de cloretos. Muito provavelmente, havia um aditivo nivelador na composição do banho cloreto. Essas diferenças foram claramente verificadas por exames microscópicos da seção transversal dos revestimentos obtidas no MEV/FEG/

FIB, conforme mostrado na Figura 1. Pode-se verificar que o revestimento de zinco cloreto apresenta uma uniformidade microscópica (nivelamento) muito superior à do revestimento de zinco sulfato/cloreto.

A Tabela 2 apresenta os resultados da rugosidade das camadas de zinco. Pode-se verificar que a rugosidade do revestimento cloreto é cerca de 12,5 vezes inferior à do revestimento sulfato/cloreto. Esses resultados são concordantes com os resultados discutidos.

Cloreto		Sulfato/cloreto	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
0,64	0,08	8,03	0,11

Tabela 2 - Rugosidades Ra das camadas de zinco (μm).

A Figura 2 mostra micrografias da superfície no MEV/FEG das camadas de zinco estudadas. Pode-se verificar que, no revestimento de zinco cloreto,

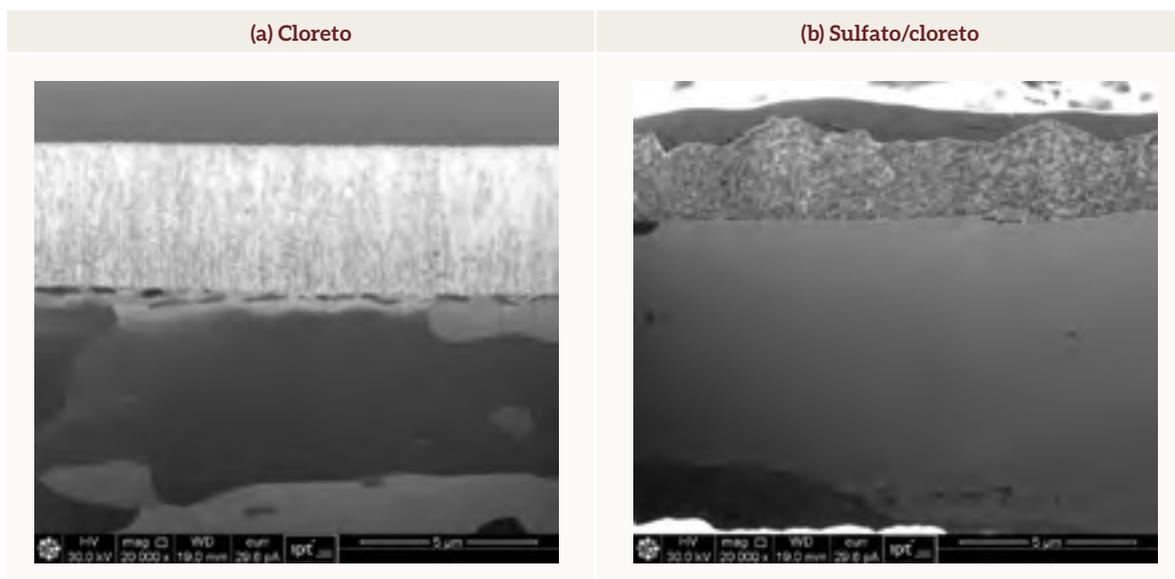


Figura 1 - Micrografias da seção transversal das camadas de em microscópio eletrônico de varredura Dual Beam MEV/ FEG/ FIB.

os grãos são muito pequenos, não sendo possível visualizá-los mesmo com uma magnificação de 10.000 vezes. Isso indica que os grãos são de tamanho nanométrico, podendo ser explicado pela presença de aditivos refinadores de grãos ou abrillantadores no banho de eletrodeposição à base de cloretos (12-13). Já, no revestimento de zinco sulfato/cloreto, ao contrário do revestimento cloreto, a estrutura hexagonal do zinco pode ser perfeitamente percebida. Para facilitar a visualização, o contorno hexagonal de algumas

plaquetas foi ressaltado em amarelo. Esse tipo de revestimento é citado por diferentes autores (14-15) como sendo obtidos em banhos comerciais à base de sulfato sem aditivos, tendo sido descrito como conjuntos de plaquetas hexagonais, de tamanho variando entre 5 μm e 10 μm , paralelas entre si e inclinados em relação à superfície do substrato, formando textura piramidal.

A Figura 3 mostra o aspecto da região de máxima deformação das camadas de zinco após

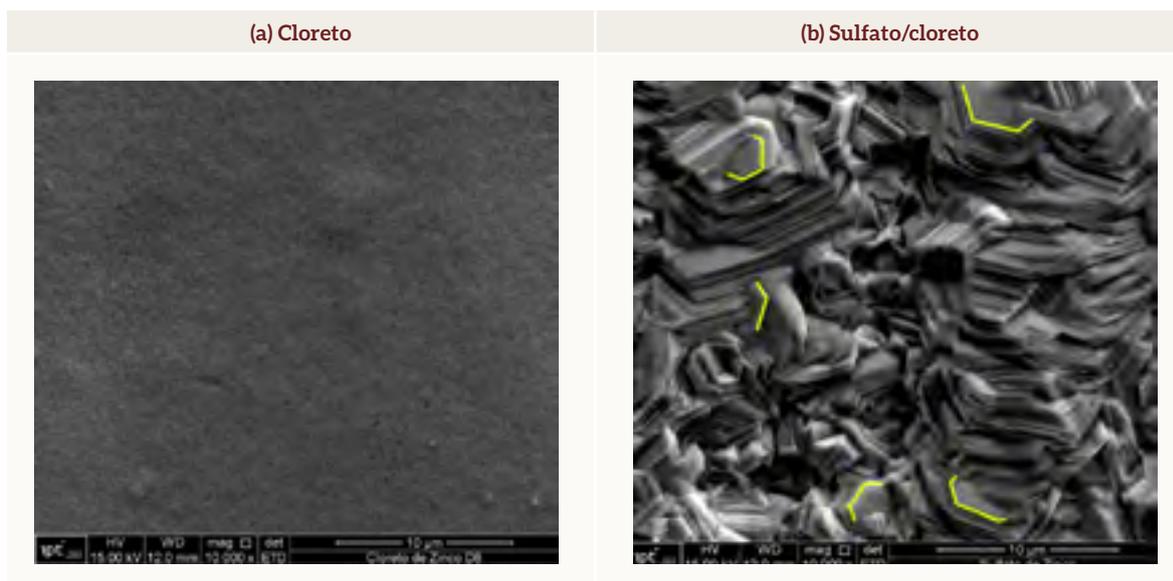


Figura 2 - Micrografias da superfície das camadas de zinco obtidas em microscópio eletrônico de varredura (MEV/FEG).

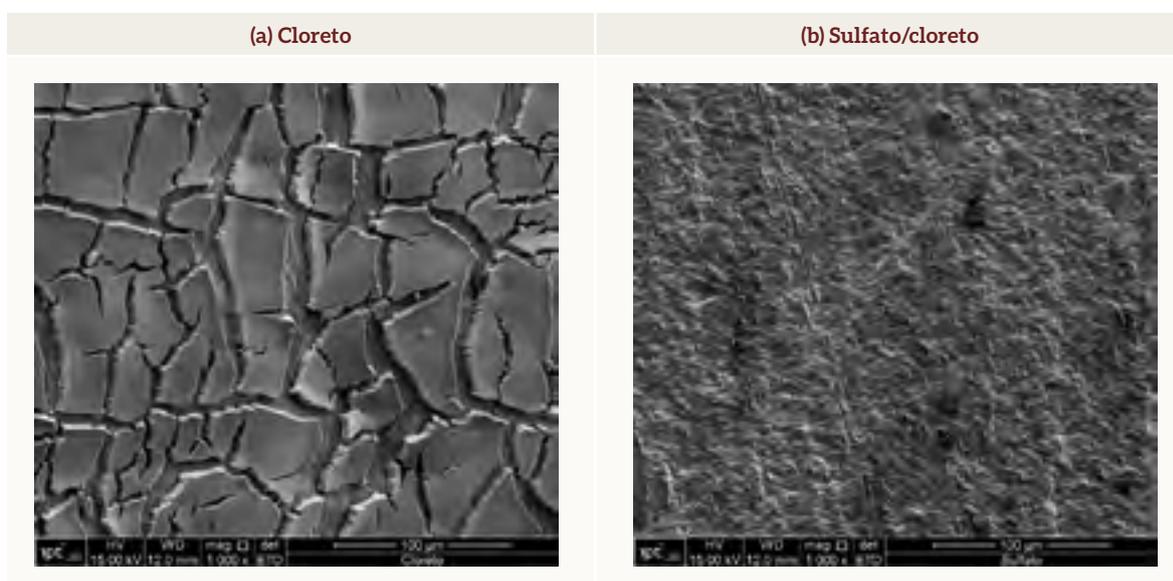


Figura 3 - Imagens obtidas em MEV/FEG da região de máxima deformação dos revestimentos de zinco.

o embutimento. Pode-se observar a diferença marcante do aspecto das superfícies dos depósitos. Em toda a superfície do revestimento cloreto, são observadas trincas que expõem o substrato. Na literatura, é citada que revestimentos de textura prismática quando deformados apresentam trincas capazes de expor o substrato (16). Por outro lado, o revestimento sulfato/cloreto não apresentou trincas, mas somente modificação da aparência da superfície quando comparado com a superfície sem deformação. Essa modificação, muito provavelmente, decorre da mudança da textura da camada devido à deformação (17).

Os resultados da difração de raios X realizada para a determinação da textura dos depósitos estão apresentados na Tabela 3. Pode-se verificar que o revestimento cloreto apresenta textura prismática (10.0) com o eixo c apontado para todas as direções de maneira aleatória. Já o revestimento obtido em banho de sulfato/cloreto apresentou uma textura piramidal (10.3) com o eixo c inclinado de 35,6°. Nesse caso, o eixo c não está apontando uniformemente em todas as direções.

Amostra	Orientação
Cloreto	Plano prismático (10.0) está paralelo à superfície da chapa com distribuição radial uniforme.
Sulfato/cloreto	O plano piramidal (10.3) está paralelo à superfície da chapa com distribuição radial não uniforme.

Tabela 3 - Orientações preferenciais dos revestimentos de zinco obtidos por difração de raios X.

Os resultados do ensaio de verificação qualitativa das tensões residuais das camadas de zinco mostraram que o revestimento cloreto apresentava tensões residuais de tração (deflexão das tiras em direção aos anodos de zinco) e o revestimento sulfato/cloreto não apresentaram tensões residuais nem de tração e nem de compressão (nenhuma deflexão nas tiras).

A Tabela 4 mostra o aspecto de um dos três corpos de prova ensaiados imersos em solução de NaCl 0,35 mol/L com os respectivos valores do PCA para diferentes tempos de imersão.

Apesar das medidas terem sido realizadas a cada 24 h, nem todos os resultados foram apresentados. Analisando os dados da tabela **Tabela 4**, é possível observar que o comportamento dos dois tipos de revestimento foi muito parecido, tendo a corrosão branca e vermelha iniciadas no mesmo período e os valores de PCA muito próximo um do outro. Isso mostra que o consumo do revestimento de zinco cloreto com espessura maior (média de 6,7 μm) ocorreu em um tempo praticamente igual ao consumo do revestimento de zinco sulfato/cloreto de espessura menor (média de 3,4 μm). Isso mostra que a taxa de corrosão do revestimento de zinco cloreto foi maior.

A Tabela 5 e a Tabela 6 apresentam o aspecto visual de um dos três corpos de prova dos revestimentos de zinco cloreto e de sulfato/cloreto expostos à névoa salina e à umidade saturada, respectivamente. Os ensaios foram conduzidos até o aparecimento de corrosão vermelha em ambos os tipos de revestimento.

Pela Tabela 5, pode-se observar que os corpos de prova de ambos os revestimentos apresentaram início de corrosão branca em 24 h de ensaio em câmara de névoa salina, sendo que a intensidade dessa corrosão foi maior para o revestimento sulfato/cloreto. Após 48 h de ensaio, o revestimento sulfato/cloreto já apresentou corrosão do substrato. Após 72 h, o revestimento cloreto apresentou início de corrosão vermelha enquanto o revestimento sulfato/cloreto apresentou intensificação da corrosão vermelha já iniciada após 48 h.

Pela Tabela 6, pode-se observar que, após 48 h, ocorreu o escurecimento do revestimento cloreto e início da corrosão branca do revestimento sulfato/cloreto, sendo que o revestimento cloreto apresentou início da corrosão branca somente após 336 h. Após esse período, ambos os revestimentos apresentaram intensificação da corrosão branca com o tempo. Com 1080 h, foi verificado início de corrosão vermelha no revestimento sulfato/cloreto (fotografia não apresentada). A corrosão vermelha no revestimento cloreto ocorreu somente após 1444 h.

t (h)	PCA (V, ECS)		t (h)	PCA (V, ECS)	
	Cloreto	Sulfato/cloreto		Cloreto	Sulfato/cloreto
0			216		
	-1,039	-1,040		-1,045	-1,035
48			312		
	1,078	-1,069		-0,761	-0,701
168			336		
	-1,042	-1,049		-0,775	-0,687

Tabela 4 - Aspecto visual e PCA do aço zincado em banho de cloreto e de sulfato/cloreto.

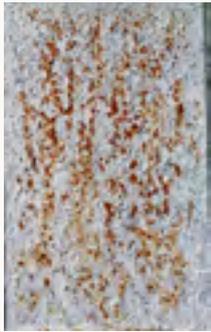
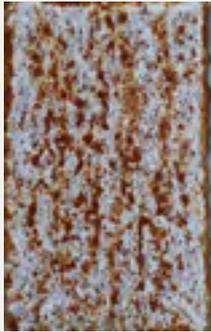
t(h)	Cloreto	Sulfato/cloreto	t(h)	Cloreto	Sulfato/cloreto
0			48		
	Aspecto antes do início do ensaio	Aspecto antes do início do ensaio		Intensificação da corrosão branca	Início da corrosão vermelha
24			72		
	Início da corrosão branca	Início da corrosão branca		Início da corrosão vermelha	Intensificação da corrosão vermelha

Tabela 5 - Aspecto visual de um dos três corpos de provas zincados expostos à câmara de névoa salina.

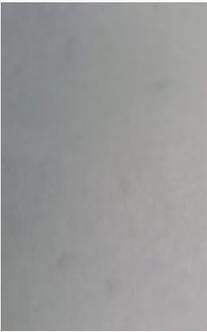
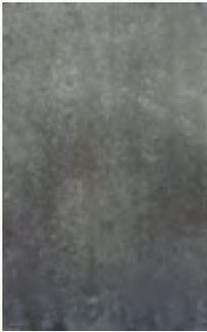
t(h)	Cloreto	Sulfato/cloreto	t(h)	Cloreto	Sulfato/cloreto
0			336		
	Aspecto antes do início do ensaio	Aspecto antes do início do ensaio		Início da corrosão branca	Intensificação da corrosão branca
48			1444		
	Escurecimento da superfície e da perda do brilho	Início da corrosão branca		Início da corrosão vermelha	Intensificação da corrosão vermelha

Tabela 6 - Aspecto visual dos corpos de provas zincados expostos à câmara úmida.

Conclusões

Eletrodepósitos de zinco obtidos, em processo contínuo, em banho de cloreto com aditivos e em banho de sulfato/cloreto sem aditivos foram caracterizados e a sua conformabilidade foi verificada de maneira qualitativa. Diferenças significativas foram observadas entre ambos, principalmente no que se refere ao tamanho de grão e textura. O primeiro apresentou grãos nanométricos e textura prismática e o segundo grãos micrométricos e textura prismática de baixo ângulo. Essa diferença influenciou na conformabilidade desses revestimentos. O de textura prismática apresentou trincas após conformação e o de textura piramidal de baixo ângulo não trincou ao ser deformado. O revestimento cloreto, apesar de mais espesso (cerca de duas vezes), apresentou desempenho comparável ao do sulfato/cloreto quando exposto a meios corrosivos. A textura cristalográfica diferenciada foi um elemento chave para compreender esse comportamento diferenciado dos dois revestimentos estudados. A textura piramidal do revestimento sulfato/cloreto, contra a textura prismática do revestimento cloreto, favoreceu à sua resistência à corrosão. A presença de tensões residuais de tração do revestimento cloreto foi mais um fator que prejudicou o seu desempenho.

Referências bibliográficas

- (1) BOX, G. E. P.; HUNTER, W. G.; HUNTER, J. S. **Statistical for experiments** - an introduction to design, data analysis and model building. New York: John Wiley & Sons, 1978. p. 650-653.
- (1) LOTO, C. A. Electrodeposition of zinc from acid based solutions: a review and experimental study. **Asian Journal of Applied Sciences**. 2012;5:314-3261
- (2) PANOSSIAN, Z. Principais tipos de banhos para eletrodeposição de zinco - Revisão bibliográfica. **Tratamento de Superfície**. 1999;20:32-40.
- (3) PARK, H.; SZPUNAR, J. A. The role of texture and morphology in optimizing the corrosion resistance of zinc-based electrogalvanized coatings. **Corrosion Science**. v. 40, n. 4/5, p. 525-545, 1998.
- (4) SCULLY J. C. 1990 apud PARK, H.; SZPUNAR, J. A. The role of texture and morphology in optimizing the corrosion resistance of zinc-based electrogalvanized coatings. **Corrosion Science**. v. 40, n. 4/5, p. 525-545, 1998.
- (5) DINI, J. W. **Electrodeposition - The materials science of coatings and substrates**. Saddle River: Noyes Publications, 1993. 367 p.
- (6) TAKESHI et al. 1981 apud DINI, J. W. **Electrodeposition - The materials science of coatings and substrates**. Saddle River: Noyes Publications, 1993. 367 p.
- (7) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5007: 2008. Tiras relaminadas de aço baixo teor de carbono para estampagem - **Especificação**. Rio de Janeiro.
- (8) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7397: 2016. Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - **Método de ensaio**. Rio de Janeiro.
- (9) INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Norma ISO 1520 : 2006**. Paints and varnishes - Cupping test.
- (10) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. G1: **standard practice for preparing**, cleaning, and evaluating corrosion test specimens. West Conshohocken, 2011. 9 p.
- (11) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8095**: Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição à atmosfera úmida saturada - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2015: 3 p.
- (12) PANOSSIAN, Z. Eletrodeposição de metais. São Paulo: Universidade de São Paulo: Escola Politécnica/ Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, (**Apostila do curso da disciplina PMT 5742**).1986;101
- (13) KARAHAN, I. H.; ÇETINKARA, H.A.; GÜDER, H.S. Electrodeposition and characterization of Zn, Zn-Fe and Zn-Fe-Ni coatings in the presence of gelatin as additive. **Transactions of the Institute of Metal Finishing**. 2008;86:157-16.
- (14) LINDSAY, J. H. ET AL. The interaction between electrogalvanized zinc deposit structure and the forming of sheet steel. **Plating and Surface Finishing**. 1989;76: 62-89.
- (15) Rangarajan, V. et al. The effect of texture and microstructure on deformation of zinc coatings. **Journal of Materials Shaping Technology**. 1989;6:217-227.
- (16) De Boeck, A.; Vanthournout, M.; van der hoeven, J.-M. The influence of texture on the deformation behavior of electrodeposited zinc coatings. In: **International Deep Drawing Research Group**. Lisbon: IDDRG. 1994;55-66.

A importância do anodo no sistema de proteção catódica

1. INTRODUÇÃO

O anodo é um dos componentes fundamentais do sistema de proteção catódica que é integrado pelos seguintes elementos: 1) anodo, 2) condutor elétrico metálico ligando o anodo à estrutura a ser protegida (ou catodo da célula eletroquímica formada), 3) estrutura a proteger (catodo) e, finalmente, 4) um eletrólito em contacto simultâneo entre anodo e catodo.

A importância do anodo foi a alma dos estudos que levaram Sir Humphrey Davy a descobrir a proteção catódica, na Inglaterra, onde apresentou os seus estudos que estão registrados nos anais da Royal Society, do ano de 1824 e seguintes (1), onde ele relata suas experiências com a utilização de diversos materiais, dentre eles estanho, ferro e zinco, utilizados para proteger as placas de cobre dos navios de Sua Majestade. A proteção catódica então descoberta foi galvânica, utilizando as forças da natureza para prover a proteção do cobre.

Por essa razão o anodo foi a peça chave para a descoberta do sistema de proteção. E até hoje, com todo o progresso da ciência e da tecnologia, são poucos os materiais utilizados como anodo e eles têm que ser cuidadosamente elaborados para que possam cumprir adequadamente a sua função.

2. ANODOS GALVÂNICOS

Os materiais mais comuns utilizados na proteção catódica galvânica eram as ligas de zinco e as ligas de magnésio para uso em campo restrito, tendo em vista seu elevado potencial que, na água salgada, libera uma corrente muito alta e o consumo do material é muito grande, tornando antieconômico o seu uso. Restou o mercado para os anodos de liga de zinco, considerando as indiscutíveis vantagens do seu uso na água do mar, tanto nas embarcações como nas estruturas portuárias e terminais construídos com estruturas de aço.

HOMENAGEM

Nesta ocasião em que completamos 60 anos de nossa fundação, servimo-nos desta oportunidade para prestar uma profunda homenagem ao nosso fundador, o grande Henrique dos Santos, que nos deixou recentemente, partindo em sua grande viagem para o outro lado da vida. Foi um grande empreendedor, um grande amigo e, acima de tudo, um excelente pai, carinhoso e dedicado marido. E no trabalho foi sempre um exemplar chefe que, para resolver os problemas, mesmo os mais complexos, encarava-os com naturalidade e sempre chegando a um bom resultado para a Empresa e para as pessoas. Por isso tudo será sempre lembrado com o maior carinho e atenção.



O problema que surgiu com esse largo emprego foi que, para a formulação da liga e o seu emprego prático, havia necessidade de um elevado rigor no controle da qualidade na produção do anodo, requerendo como matéria prima o zinco de alta pureza, da classe 99,99 bem como o teor de alguns elementos aditivados e ainda um rigoroso controle das impurezas, especialmente do ferro e do cobre cujo limite fica abaixo de 0,005%, e do chumbo, abaixo de 0,006%. Considerando todos esses problemas e o largo emprego desses anodos nos Estados Unidos, muito cedo veio à publicação a norma militar americana Mil A 18001 que está hoje na revisão Mil A 18001-L definindo todos os requisitos a serem observados na fabricação desse tipo de anodo, apresentando as seguintes características: potencial em circuito aberto na água do mar igual a -1,05V em relação ao eletrodo de Ag/AgCl e uma capacidade de corrente de 780 Ah/kg, onde a reação anódica que ocorre na superfície do anodo é



Foi seguindo os requisitos dessa norma que a Sacor Siderotécnica começou sua produção de anodos de zinco para uso naval, lá pela década de 1960, dispondo para isto um modesto laboratório de análise química, por via úmida, para realizar o controle da composição dos anodos fabricados, colocando à disposição do mercado um produto de qualidade controlada.

Até então não havia anodo de liga de alumínio, especialmente porque é sabido que ele tem suas semelhanças com o zinco, porém apresenta alta resistência à corrosão atmosférica, e certamente também na água. Daí não haver estímulo para tentar fazer um anodo de liga de alumínio.

Mas, considerando que a reação de dissolução anódica do alumínio é:



e que a densidade do alumínio é significativamente menor do que a do zinco, favorecendo duplamente um melhor desempenho como anodo, os pesquisadores americanos não desistiram e continuaram suas pesquisas até que, em 1966, durante a Conferência Anual da NACE o pesquisador

da Dow Chemical apresentou um anodo de liga de alumínio, cujo nome comercial proposto foi "Galvalum" com excelentes características (2). O potencial em circuito aberto na água do mar, semelhante ao potencial do anodo de zinco, porém a capacidade de corrente do Galvalum apresentada era de 2.800 Ah/kg. Comparado com os 780 Ah/kg do anodo de zinco era uma extraordinária vantagem, especialmente no aspecto comercial.

Nessa época a Petrobras já tinha seu Departamento de Transporte (DETRAN - hoje Transpetro) onde estava incluída a Frota Nacional de Petroleiros com muitos navios de grande porte e consumindo uma alta quantidade de anodos de liga de zinco para a sua adequada proteção catódica. O uso do anodo de liga de alumínio trairia uma expressiva economia. Em face disso os engenheiros do então DETRAN nos procuraram para propor o desafio de produzir no Brasil um anodo de liga de alumínio de alto desempenho. Esta liga não seria a liga do Galvalum que, por ter o mercúrio como elemento ativador da eficiência da liga, o que foi posteriormente proibido pelas lideranças ambientalistas.

O desafio foi aceito por nosso Diretor e estimulado pelos engenheiros do citado DETRAN que nos ofereceram artigos técnicos especializados, a exemplo de um que foi publicado em revista americana, relatando experiências com uma nova liga, desta vez tendo como elemento ativador o metal Índio (3).

O desafio foi superado em todas as suas dificuldades, de tal modo que hoje nosso anodo de liga de alumínio, tendo como elemento ativador o Índio, é um autêntico sucesso, já em uso em várias partes do mundo.

Tal como o anodo de liga de zinco, o anodo de alumínio tem também o rigor do controle de sua fabricação, envolvendo tanto a matéria prima de alta pureza, bem como elementos auxiliares e o próprio Índio, exigindo um controle da qualidade muito eficiente, especialmente no que se refere à composição química da liga, para o que o nosso laboratório de química está dotado de um moderno espectrômetro de emissão óptica que nos permite ter a análise da composição química de todas as corridas, realizada



com rapidez e eficiência, tendo como elemento de controle o uso continuado de Material de Referência Certificado, importado da Europa e dos Estados Unidos.

3. ANODOS PARA CORRENTE IMPRESSA

Por outro lado, enquanto os anodos galvânicos apresentaram significativa melhoria, registrou-se grande desenvolvimento do sistema de proteção catódica por corrente impressa, tanto para estruturas imersas no mar ou mesmo enterradas no solo, como no caso de dutos. Neste caso a função do anodo é tão importante como no caso galvânico, porém com um processo totalmente diferente. Os materiais usados nesses anodos apresentam todos baixa taxa de desgaste nas suas reações anódicas, tornando-se, portanto, econômicos.

Para nós, por aqui, os primeiros anodos para corrente impressa foram os anodos de grafite. Comprava-se tarugos de grafite de grande diâmetro - da ordem de 20 cm e comprimento de 1,5 m. Este tarugo era serrado em cruz, obtendo-se 4 anodos de 1,5m de comprimento. Preparava-se a cabeça para conectar o cabo fazendo o acabamento com massa epóxi. Instalava-se no campo em furos com 20 cm, de diâmetro com um enchimento de moinha de coque metalúrgico, particularmente para a proteção de dutos enterrados. Este tipo de anodo era usado também no mar.

Nessa época também já havia no mercado americano, anodos de liga ferro-silício (Fe com 14% de Si) próprio para sistemas enterrados no solo, também com enchimento de moinha de coque metalúrgico.

Esta liga não deu bom resultado para uso na água do mar ou enterrado em solo rico em cloretos. Para esse uso foi desenvolvida a liga Fe-Si com cerca de 4,5% de cromo, dando bom resultado. Essas ligas foram também fundidas na Sacor para atender ao nosso mercado.

Outro material que também foi muito usado nos Estados Unidos e na Europa foi a platina, considerando que ela é um material muito nobre e praticamente não é consumido nas reações anódicas. Foi usada como um simples filamento e também eletrodepositado numa camada extremamente delgada, em base de titânio.

Mais recentemente o material de mais largo uso é o titânio revestido com uma camada de óxido de metais nobres, classificada comercialmente como "mix metal oxides", especialmente para a água do mar onde o seu consumo é muito baixo, mesmo trabalhando com alta densidade de corrente anódica.

Referências

1. The Beginnings of Cathodic Protection - Original Papers by Sir Humphrey Davy - Publicação da NACE com extratos da Philosophical Transactions of the Royal Society - London 1824-1825
2. C. F. Schrieber and J. T. Reding (DOW Chemical) - Development of a New Aluminum Galvanic Anode for Sea Water Service - 22nd Annual NACE Conference 1966 - Miami Beach - USA
3. Tests on the Effects of Indium for High Performance Aluminum Anodes - Materials Protection Vol 5 - Dec. 1966 Nr. 12 - NACE - USA

Henrique Osorio Santos

Diretor Técnico - SACOR

grupo@sacor.com.br

www.sacor.com.br

Programação de cursos 2019

CURSOS	CIDADE	CH	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Inspetor de Pintura Nível 1	Rio de Janeiro/RJ	96	28/01 a 09/02			06/04 a 06/07					09 a 21			
	São Paulo/SP	96				01 a 13								02 a 14
	Macaé/RJ	88			18 a 29				08 a 19				25/11 a 06/12	
	Vitória/ES	88								05 a 16				
	Jaraguá do Sul/SC	88					06 a 17							
	Dias D'Ávila/BA	88						03 a 14						
	Fortaleza/CE	88									30/09 a 11/10			
Inspetor de Pintura Nível 2	Rio de Janeiro/RJ	40											04 a 08	
	São Paulo/SP	40						24 a 28						
Intensivo de Inspetor de Pintura Nível 1	Rio de Janeiro/RJ	40					20 a 24							
Encarregado de Pintura	Rio de Janeiro/RJ	40							22 a 26					09 a 13
Profissionais de Proteção Catódica Nível 1	Rio de Janeiro/RJ	40				08 a 12				19 a 23			25 a 29	
Básico de Pintura Industrial	Rio de Janeiro/RJ	8		9					20			19		
	São Paulo/SP	8				6								7
Básico de Corrosão	Rio de Janeiro/RJ	8									21			
Básico de Proteção Catódica	Rio de Janeiro/RJ	8			23								9	
Aulas Práticas para Inspetor N1	Rio de Janeiro/RJ	8		20	20	17	22	19	17	21	25	23	27	
Corrosão, Revestimento e Proteção Catódica	Rio de Janeiro/RJ	24						10 a 12						
	São Paulo/SP	24			11 a 13							14 a 16		
Corrosão: Fundamentos, Monitoração e Controle	Rio de Janeiro/RJ	24								26 a 28				

Novidades no Setor de Certificação

No dia 30 de janeiro de 2019, a Associação Brasileira de Corrosão - ABRACO representada pela sua vice-presidente Olga Baptista Ferraz e pelos funcionários do Setor de Certificação Ednilton Alves Pereira e Úrsula Moraes de Faria se reuniram no Instituto Nacional de Tecnologia - INT com os representantes de um grupo de cerca de 250 (duzentos e cinquenta) inspetores de pintura certificados pela Associação.

O encontro foi realizado a pedido deste grupo de profissionais que, entre eles, definiram os temas a serem apresentados pelos inspetores Marcelo Francisco Silva de Souza, Paulo Sérgio Lima Inácio e Robson José Nunes de Andrade.

Dentre os assuntos discutidos no encontro estão as seguintes sugestões:

- a) alterações no processo de recertificação dos profissionais com a inclusão de treinamentos específicos que ponham no crédito estruturado;
- b) orientações sobre as atribuições de inspetores de pintura industrial níveis 1 e 2;
- c) esclarecimentos sobre requisitos de contratação de empresas nacionais e internacionais;
- d) possibilidade de implantação de sistemática de verificação da assinatura de profissionais do SNQC-CP e
- e) disponibilização de documentação técnica para os inspetores.

Todos os assuntos foram amplamente discutidos pelos participantes da reunião, onde a ABRACO se comprometeu a avaliar as sugestões de mudanças no processo de recertificação e consultar os requisitos que estão sendo utilizados pelas empresas para a contratação de inspetores de pintura industrial certificados pelo SNQC-CP (Sistema Nacional de Qualificação e Certificação em Corrosão e Proteção).



Nutec festeja 40 anos de criação

No dia 11/12/2018 a Assembleia Legislativa do Estado do Ceará realizou uma sessão solene especial para comemorar os 40 anos de criação da **Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará - NUTEC**, por iniciativa da Presidente da Comissão de Ciência, Tecnologia e Educação Superior, Deputada Mirian Sobreira e total apoio do Senhor Presidente da Assembleia, Deputado José Albuquerque que conduziu a solenidade com homenagem ao Deputado Ariosto Holanda, fundador do NUTEC. Na oportunidade também foram homenageadas outras autoridades, dentre elas o empresário Beto Studart, Presidente da Federação das Indústrias do Ceará, o Reitor da Universidade Federal do Ceará, Prof. Henry Campos, o Secretário de Ciência, Tecnologia e Educação Superior, Inácio Arruda e o Presidente da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP, Tarciso Pequeno. Nessa ocasião transmitimos as nossas efusivas congratulações ao Senhor Presidente do NUTEC, Francisco Magalhães, desejando-lhe o pleno sucesso dessa nobre instituição para o bem do Ceará.



Rosemary Coutinho

Química Industrial, formada na UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) com mais de 20 anos dedicados a corrosão e pintura industrial.

Foi apresentada a Abraco pelo seu mestre da cadeira de corrosão, Vicente Gentil, quando ainda era estagiária em uma multinacional americana; a Westinghouse; onde atuava na área de proteção da corrosão e se dedicou aos setores de fosfatização, galvanostegia e pintura industrial.

A experiência na área de corrosão adquirida na Westinghouse e em mais 2 empresas foi muito focada em desenvolvimento de esquemas de pintura e o estudo da aplicação de tintas industriais. Dentro de laboratórios químicos específicos para análise de tintas, preparo de corpos de provas, estudando métodos de análise de tintas, aplicação de tintas e fazendo especificações de tintas, procedimentos de pintura, cálculo de rendimento de tintas, avaliando tintas industriais antes de aplicar e após aplicação. Definia esquemas de pintura com o apoio de testes de envelhecimento da pintura como Salt spray, umidade e imersão em água doce ou do mar. Um esquema de pintura adequado para cada grande cliente. Também atuava nas áreas de fosfatização de aço e banhos eletrolíticos de níquel, estanho, cromo, cobre, zinco e cádmio, dando suporte técnico para estes setores.

Começou a trabalhar na área de corrosão em 1980 e nesta época havia poucas normas brasileiras para pintura e corrosão. Fluente em inglês, não teve problema em aplicar as normas internacionais em seus trabalhos. Por isso as normas que sustentavam seus testes e definições de esquemas de pintura eram as internacionais IMO, ISO, ASTM e SSPC; principalmente.

Durante esta trajetória fez alguns cursos na ABRACO que também ajudaram muito no seu crescimento profissional e teve conhecimento sobre o curso de Inspetor de Pintura que a ABRACO estava iniciando; através do mestre

Gentil, mas naquela época não pode fazer o curso.

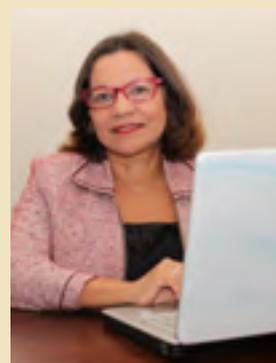
Quando se qualificou; anos mais tarde; foi trabalhar no campo, em canteiros de obras e refinarias de petróleo. O curso de qualificação foi muito tranquilo de fazer porque já possuía muita intimidade no trabalho com normas. Os testes de avaliação já eram todos conhecidos também. No entanto o fato de trabalhar em obras, trouxe outros desafios profissionais e outro tipo de experiência.

“Eu achava que o trabalho de Inspetor de Pintura seria muito fácil”.

A qualificação abriu um novo mundo de aplicação de seus conhecimentos. Aprender a trabalhar com condições climáticas desfavoráveis e em local aberto com ventanias, temperaturas muito altas ou muito baixas; os 2 extremos de temperatura são proibidos para pintura; fazer inspeções em espaço confinado, em altura, em áreas eletrificadas, fazer leitura de desenho técnico; além de lidar com pessoas que estão fora de seu habitat por muito tempo; foram alguns dos desafios que me fizeram evoluir profissionalmente e como ser humano.

“Eu achava que o trabalho de Inspetor de Pintura não me traria mais novidades.”

“Mas valeu muito a pena fazer a qualificação e me deparar com todos estes desafios, porque me tornaram uma profissional mais abrangente e conseqüentemente mais experiente e também me mostrou que sempre temos o que aprender. A frase de Sócrates “Todo o meu saber consiste em saber que nada sei” passou a ser muito mais relevante para mim.”



21st International Corrosion Congress - ICC & INTERCORR 2020

O ICC - 21st
International
Corrosion
Congress &
INTERCORR 2020
- 8th International
Corrosion Meeting
serão realizados
em São Paulo, no
Centro de Difusão
Internacional da
USP, no período
de 10 a 14 maio
de 2020.

O ICC é considerado o maior encontro de corrosionistas do mundo e esta é a segunda vez que ele acontece na América Latina. Em 1978, a própria ABRACO teve a honra de promovê-lo no Rio de Janeiro. Em conjunto, a Associação realizará seu tradicional INTERCORR, mais representativo evento de prevenção à corrosão do País. Será uma excelente oportunidade de estar em contato com a comunidade mundial de corrosão e seus maiores mestres.

O evento contará com uma programação especialmente preparada para seus congressistas, incluindo a difusão de trabalhos técnicos-científicos advindos de todos os continentes.

Dessa forma, os autores podem se preparar para submeter seus artigos, pois a chamada de trabalhos já tem calendário definido:

Recebimento dos Resumos	Até 30/06/2019
Notificação aos Autores	Até 30/09/2019
Recebimentos dos Resumos Estendidos	Até 14/11/2019
Notificação aos Autores (comunicação sobre apresentação oral ou pôster)	Até 14/01/2020

Neste ano, os autores deverão submeter inicialmente o resumo e, após a triagem inicial, deverão enviar seus trabalhos no formato de resumo estendido. As possibilidades de apresentação serão como pôster ou oral.

Como tradicionalmente ocorre, os trabalhos inscritos concorrem a dois prêmios: Prêmio Professor Vicente Gentil, para o melhor trabalho em apresentação oral, e Prêmio Excelência, para o melhor trabalho apresentado sob a forma de pôster.

A edição de 2020 do INTERCORR também não poderá deixar de trazer aos seus participantes o 22º Concurso de Fotografia de Corrosão e Degradação de Materiais. Além disso, os Inspectores terão um dia dedicado aos seus temas no 3º CONBRASCORR para Inspectores de Pintura.

Durante o fechamento desta edição, a ABRACO estava finalizando todos os preparativos relacionados ao website do evento e o sistema para recebimento dos trabalhos. Todas as informações estarão disponíveis no site da Associação e em suas redes sociais. Acompanhe e participe!

COTEQ 2019

A ABRACO, mais uma vez, está promovendo a COTEQ - Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos, juntamente com o IBP (Instituto Brasileiro de Petróleo), ABENDI (Associação Brasileira de Ensaaios Não Destrutivos e Inspeção) e ABCM (Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas), contando com o apoio da FBTS (Fundação Brasileira de Tecnologia da Soldagem).

Em sua 15ª edição, o evento deste ano tem como lema “Tecnologia de Equipamentos: Integrando Pessoas e a Indústria Brasileira”, convergindo os assuntos relacionados a Integridade e Inspeção

de Equipamentos, Ensaaios Não Destrutivos, Corrosão e Pintura, Análise Experimental de Tensões e Comportamento Mecânico de Materiais e Soldagem.

A edição de 2017, realizada no Rio de Janeiro, contou com 886 participantes, 206 trabalhos técnicos e 41 expositores.

A COTEQ 2019 acontecerá de 27 a 30 de maio, no Hotel Windsor Ocêânico, na Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, e em paralelo o IBP estará realizando, no mesmo local, a Rio Automação 2019.

Participe! Mais informações em:
coteq.org.br

Coteq
2019
Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos

Tecnologia de Equipamentos: Integrando Pessoas e a Indústria Brasileira

27-30 MAIO | 2019
Rio de Janeiro - RJ

coteq.org.br

Um evento voltado para o desenvolvimento de tecnologias aplicadas à integridade de equipamentos

A **Coteq** - Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos vai oferecer a oportunidade de desenvolver e debater as tecnologias voltadas para segurança e eficiência operacionais, conectando os diversos atores que interagem com a indústria brasileira em seus mais diversos setores.

Oportunidades de patrocínio e exposição disponíveis.

CONFIRA A PROGRAMAÇÃO EM NOSSO SITE E INSCREVA-SE!

Confira os números da edição 2017

 886 PARTICIPANTES	 41 EXPOSITORES	 206 TRABALHOS TÉCNICOS
---	--	--

Organizadores:



Apoio:



II Seminário Brasileiro de Corrosão Interna

O II Seminário Brasileiro de Corrosão Interna procura apresentar uma visão holística dos desafios, demandas, soluções de mercado e tendências tecnológicas do setor, além de um debate sobre as necessidades e oportunidades de capacitação para os profissionais especializados que atuam na área de monitoramento da corrosão interna.

O público-alvo do evento é formado por profissionais e empresas que atuam na integridade e gerenciamento da corrosão interna e aplicação de tratamentos químicos anticorrosivos

Data: 16 de abril de 2019

Local: ABRACO
Av. Venezuela, 27 - Sala 418 - Centro - Rio de Janeiro/RJ

Comitê Técnico: Carlos Alexandre Martins da Silva - TRANSPETRO
Pedro Altoé - PETROBRAS

Taxas de inscrição: A taxa de inscrição inclui: acesso a toda programação técnica, material do participante, certificado de participação e coffee break.

Categoria	Até 15/03/2019 (15% de desconto)	Até 29/03/2019 (10% de desconto)	Até 11/04/2019 ou faturado
Estudante	R\$ 220,00	R\$ 235,00	R\$ 260,00
Associado Abraco	R\$ 320,00	R\$ 335,00	R\$ 375,00
Não associado	R\$ 440,00	R\$ 460,00	R\$ 520,00

Mais informações e inscrições no site da ABRACO:
<http://abraco.org.br/abraco-cursos/monitoracao-corrosao-interna/>

Informações: ABRACO - Coordenação de Eventos
Telefone: (21) 2516-1962 | Ramal 27
E-mails: eventos@abraco.org.br | coordenacao.eventos@abraco.org.br

Realização:



Programação

Horário	Atividade
8h - 8h30	Credenciamento
8h30 - 8h45	Abertura
8h45 - 9h45	Tecnologia Digital: Oportunidades da Indústria 4.0 e IOT para a Monitoração da Corrosão Interna <i>Palestrante a definir</i>
9h45 - 10h45	Segurança: Requisitos para operações seguras das atividades de Monitoração da Corrosão <i>Ricardo Mouro IEC</i>
10h45 - 11h15	Intervalo
11h15 - 12h15	Gestão do Ciclo de Vida de Ativos: estratégias de avaliação e mitigação da Corrosão Interna para maior segurança e retorno financeiro <i>Pedro Altoé CENPES/Petrobras</i>
12h15 - 12h30	Discussão
12h30 - 13h30	Almoço
13h30 - 14h15	Qualificação do Profissional de Corrosão Interna: Oportunidades de treinamento e certificação <i>Ednilton Alves ABRACO</i>
14h15 - 14h45	Novos Ativos: Requisitos de projeto necessários para a monitoração e controle da Corrosão Interna no setor dutoviário <i>Sérgio Furley Petrobras</i>
14h45 - 15h45	O Cenário da Corrosão: Perspectivas atuais e futuras de unidades operacionais na cadeia integrada de óleo e gás <i>Palestrante a definir ANP</i>
15h45 - 16h20	Mesa-Redonda O profissional do amanhã: a importância da capacitação dos profissionais ligados à corrosão interna para a sustentabilidade do negócio <i>Pedro Altoé Petrobras</i> <i>Carlos Alexandre Martins Transpetro</i> <i>Laerce de Paula Nunes ABRACO</i>
16h20 - 16h30	Encerramento

V Seminário Brasileiro de Pintura Anticorrosiva

O evento ocorreu no dia 5 de dezembro de 2018, no INT - Instituto Nacional de Tecnologia, no Rio de Janeiro, instituição parceira da ABRACO.

O SBPA reuniu aproximadamente 150 pessoas e teve por objetivo promover o encontro de especialistas e demais profissionais para apresentar e discutir aspectos deste importante segmento como técnica na proteção de equipamentos e estruturas metálicas em geral.

O destaque da programação desta 5ª edição foi a oportunidade que os grandes usuários de diversos setores industriais tiveram de compartilhar suas experiências com o público do evento. Vale, Petrobras, Eletrobras e Marinha difundiram seus *cases* e processos na área de pintura a uma plateia entusiasmada que lotou o auditório do INT desde a abertura até o encerramento do evento.

O V SBPA teve a colaboração das seguintes empresas, como patrocinadoras:

- Advance Tintas
- Akzo Nobel/International
- Granafer's
- Hempel Tintas
- Hita/Belzona
- Jotun Brasil
- Tinôco Anticorrosão
- Pinturas Ypiranga

Além das empresas já mencionadas, o evento ainda contou com a participação das seguintes empresas: AASJ, Actemium, AFV, Aker, Alphatec, BN Jateamento, Braskem, CBC, CEG, Ecila, Enaval, End Oliveira, Estrutural, Gasmar, Imetame, Macseal, Mar Consultoria, Mineração Curimbaba, Nuclep, O Pintor Consultoria, OEngenharia, Paumar/WEG, RC Comercial, Said Abrasivos, Smartcoat, Super Finishing, Suzano, Transpetro, Viapol, e Zinga Metall.

O evento foi bem avaliado pelo público, que espera sua próxima edição, agendada para o dia 4 de dezembro de 2019.

Confira as apresentações da programação do Seminário

Seleção de esquemas de pintura para estrutura e equipamentos portuários

Fabiano Gaeede | Vale

Novas tecnologias em pintura - Tintas autorregenerantes

André Koebsch | Petrobras

Pintura de embarcações no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro

Capitão-Tenente Erich Reinold | Marinha do Brasil

PAINEL: AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA FABRICAÇÃO DE TINTAS

Uma solução de engenharia para vários ambientes desafiadores

Hilton Wanderley de Castro | Akzo Nobel/International

Novas soluções em pintura anticorrosiva para manutenção

Rosileia Mantovani | Jotun

Redefinindo proteção anticorrosiva

Miguel Cavalcanti Filho | Hempel

Novas tecnologias em jateamento abrasivo úmido

Mario Teixeira Peres Junior | Eco restauradora

PAINEL: PROTEÇÃO ANTICORROSIVA EM CONDIÇÕES ESPECIAIS

A eletroquímica da pintura e sua importância no controle industrial

Luiz Roberto de Miranda | UCP Universidade Católica de Petrópolis

Sugestões para simplificar manutenção de pintura externa

Diego Gonzalo Hita | Hita

Elastômero Securit® 2 | Tecnologia à base de água, de fácil aplicação, pioneira e líder no Brasil na proteção anticorrosiva de flanges, válvulas, frestas, junções de materiais dissimilares e interface aço e concreto

Marcelo Candiotto Werneck Tinôco | Tinôco Anticorrosão

Inovações na proteção ecológica de peças, equipamentos e estruturas contra a corrosão e seus efeitos - Da armazenagem a operação

Renato Teixeira de Freitas | Tecnofink

Revestimentos nanoestruturados na proteção anticorrosiva

Neusvaldo Lira de Almeida | IPT

III Seminário Brasileiro de Proteção Catódica

O evento ocorreu no dia 12 de dezembro de 2018, no IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, em São Paulo, instituição parceira da ABRACO.

O evento, que reuniu aproximadamente 60 pessoas, teve por objetivo promover o encontro da comunidade para divulgar boas práticas em situações adversas, congregando empresas prestadoras de serviços e operadoras de dutos, uma vez que difusão de conhecimento e troca de experiências são fundamentais para superação de desafios.

Os temas foram debatidos com entusiasmo pelo público, com destaque para as discussões sobre interferências elétricas. As interferências são

geradas a partir de sistemas de corrente contínua ou alternada e podem acelerar muito o processo corrosivo. Por isso seu controle é fundamental e deve ser tratado com extremo cuidado. É essencial que haja um bom relacionamento entre as empresas envolvidas nesse processo. A formação de uma Comissão Especial está em andamento e foi pauta da última palestra, apresentada pelo coordenador técnico do evento, João Paulo Klausling, da Petrobras.

Além das empresas já mencionadas, o evento ainda contou com a participação das seguintes empresas: 3M, Concrejato, Dinatécnica, EGD Engenharia, Enel Distribuição, Fatec Osasco, Naturgy, GCP do Brasil, IEC Engenharia, Inspek, Metal Sales, Silvestre Energia e Transpetro.

O evento foi bem avaliado pelo público, que espera sua próxima edição, agendada para o dia 5 de novembro de 2019, no mesmo local.

Confira as apresentações da programação do Seminário

Inspecção Indireta por MMM do Sistema de Proteção Catódica
Caio Palumbo de Abreu | COMGAS

Proteção Catódica de Estruturas Complexas na Prática
Antonio Carlos Pires Caetano | IEC ENGENHARIA

Integridade de Dutos Terrestres
Marcelo de Almeida Lopes | TRANSPETRO

Otimizações e Melhorias em um Sistema de Proteção Catódica para Redes de Distribuição de Gás Natural - Case Potigás
José Augusto Dantas de Rezende | POTIGAS

Termo de Ajuste para Interferências Eletromagnéticas em Distribuidora de Gás
Vinícius Giorgetti | COMGAS

Proteção Catódica em Estruturas de Concreto Armado
Adriana de Araújo | IPT

Futuro da Comissão Especial de Interferências Elétricas (ABNT CEE-212)
João Paulo Klausling Gervásio | PETROBRAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CORROSÃO

MISSÃO

Difundir e desenvolver o conhecimento da corrosão e da proteção anticorrosiva, congregando empresas, entidades e especialistas e contribuindo para que a sociedade possa garantir a integridade de ativos, proteger as pessoas e o meio ambiente dos efeitos da corrosão.

ATIVIDADES

CURSOS: Ministra cursos em sua própria sede, que conta com modernas instalações. Também são realizados cursos em parceria com importantes instituições nacionais de áreas afins e cursos In Company, sempre com instrutores altamente qualificados.

EVENTOS: Organiza periodicamente diversos eventos como: congressos, seminários, palestras, workshops e fóruns, com o objetivo de promover o intercâmbio de conhecimento e informação, além de compartilhar os principais avanços tecnológicos do setor.

QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO: Mantém um programa de qualificação e certificação de profissionais da área de corrosão e técnicas anticorrosivas, por meio do seu Conselho de Certificação e do Bureau de Certificação.

BIBLIOTECA: Possui uma Biblioteca especializada nos temas corrosão, proteção anticorrosiva e assuntos correlatos. O acervo é composto por livros, periódicos, normas técnicas, trabalhos técnicos, anais de eventos e fotografias da ação corrosiva.

CB-43: Coordena o CB-43 – Comitê Brasileiro de Corrosão, que abrange a corrosão de metais e suas ligas no que concerne à terminologia, requisitos, avaliação, classificação, métodos de ensaio e generalidade. O trabalho é desenvolvido desde 2000, após aprovação da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

COMUNICAÇÃO: Utiliza canais de comunicação para informar ao mercado e à comunidade técnico-empresarial todas as novidades da área, conquistas da Associação, dos filiados e de parceiros, por meio de boletins eletrônicos, site, redes sociais e revista.

ASSOCIE-SE À ABRACO E APROVEITE SEUS BENEFÍCIOS:

Descontos em cursos e eventos técnicos

Descontos significativos nas aquisições de publicações na área de corrosão e proteção anticorrosiva

Descontos em anúncios na Revista Corrosão & Proteção

Recebimento de exemplares da Revista Corrosão & Proteção

Pesquisas bibliográficas gratuitas na Biblioteca da ABRACO

Inserção do perfil da empresa no site institucional da ABRACO

E MUITO MAIS! PARTICIPE DO DESENVOLVIMENTO DA ÁREA!

Agenda de eventos

Conheça a programação preliminar dos eventos agendados:

EVENTO	DATA	LOCAL	CIDADE
II Seminário Brasileiro de Corrosão Interna	16 de abril	Sede da ABRACO	Rio de Janeiro - RJ
COTEQ 2019 Conferência de Tecnologia de Equipamentos	27 a 30 de maio	Hotel Windsor Oceânico	Rio de Janeiro - RJ
II Seminário Brasileiro de Revestimentos em Dutos	06 de agosto	INT - Instituto Nacional de Tecnologia	Rio de Janeiro - RJ
III Workshop de Galvanização a Fogo - Experiências e Aplicações	10 de setembro	IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas	São Paulo - SP
Seminário Brasileiro de Corrosão de Armaduras de Concreto	02 de outubro	INT - Instituto Nacional de Tecnologia	Rio de Janeiro - RJ
SBPC 2019 VI Seminário Brasileiro de Proteção Catódica	05 de novembro	IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas	São Paulo - SP
SBPA 2019 VI Seminário Brasileiro de Pintura Anticorrosiva	04 de dezembro	A definir	Rio de Janeiro - RJ
ICC & INTERCORR 21st International Corrosion Congress & 8th International Corrosion Meeting	10 a 14 de maio/2020	USP/CDI - Centro de Difusão Internacional	São Paulo - SP

PARTICIPE!

MAIS INFORMAÇÕES E INSCRIÇÕES NO SITE DA ABRACO: WWW.ABRACO.ORG.BR

A ABRACO dá boas-vindas às novas empresas associadas

A **FOX Treinamentos** foi fundada no ano de 2008 em Campos dos Goytacazes/RJ. Dedicase exclusivamente ao setor de manutenção. Alcançando uma base técnica e uma aguda visão de mercado. A identificação e aproveitamento de novas demandas foram passos naturais que estenderam suas atividades em Consultoria de Segurança do Trabalho e Treinamentos Industriais em QSMS marítimos praticados em seu CT, In Company e a Bordo de Plataformas. Os treinamentos atendem a NR (Normas Regulamentadoras) do MTE (Ministério do Trabalho e Emprego), a NBR (Normas Brasileiras) e a NORMAM 24 e 30 da Marinha do Brasil. Para atender seus clientes de maneira rápida e flexível, oferecem treinamentos teóricos e práticos, online, a bordo ou desenvolvidos nas instalações das empresas e em seu CT FOX.



Acesse o site para conhecer mais:
www.foxtreinamentos.com

PRINER Serviços Industriais S.A. é o novo nome da Mills|Si, uma divisão de negócios oriunda da Mills Estruturas e Serviços de Engenharia S.A., que em 2013 foi vendida para um fundo de investimentos em Private Equity (FIP), gerido pela Leblon Equities. Com uma equipe em torno de 3.000 colaboradores, a Priner atua em todo Brasil prestando serviços nas áreas de Petroquímica, Papel e Celulose, Siderurgia, Offshore, Naval e Mineração. Especializada em acesso industrial, pintura industrial, tratamento de superfície, isolamento térmico e habitáculo pressurizado|Habitat, busca soluções inovadoras que oferecem praticidade, aliando produtividade e conservação ambiental.



Acesse o site para conhecer mais:
www.priner.com.br



JUNTOS PODEMOS FAZER A DIFERENÇA

Seja uma empresa associada
a ABRACO e participe do desenvolvimento da área!

Canais de atendimento:

Telefone: (21) 2516-1962

Whatsapp: (21) 99788-8428

E-mail: marketing@abraco.org.br

Site: www.abraco.org.br



EMPRESAS ASSOCIADAS

A IDEAL SOLUÇÕES ANTICORROSIVAS EIRELI ME
www.aideal.com.br/site/

ADVANCE TINTAS E VERNIZES LTDA.
www.advancetintas.com.br

AKZO NOBEL LTDA - DIVISÃO COATINGS
www.akzonobel.com/international

BBOSCH GALVANIZAÇÃO DO BRASIL LTDA.
www.bbosch.com.br

BLASPINT MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.
www.blaspint.com.br

CEPEL - CENTRO PESQ. ENERGIA ELÉTRICA
www.cepel.com.br

CIA. METROPOLITANO SÃO PAULO – METRÔ
www.metro.sp.gov.br

DE NORA DO BRASIL LTDA.
www.denora.com

DEEPWATER DO BRASIL ENGENHARIA LTDA.

EGD ENGENHARIA LTDA.
www.egdengenharia.com.br

ELÉTRON QUÍMICA COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA.
www.eletronquimica.com.br

FIRST FISCHER PROTEÇÃO CATÓDICA
www.firstfischer.com.br

FOX TREINAMENTOS E SERVIÇOS ON & OFFSHORE
www.foxtreinamentos.com

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A
www.furnas.com.br

G P NÍQUEL DURO LTDA.
www.grupogp.net

GAIATEC COM. E SERV. AUT SISTEMAS DO BR LTDA.
www.gaiatecsistemas.com.br

HAPO PINTURAS LTDA – ME
www.grupohapopinturas.com.br

HITA COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA.
www.hita.com.br

IEC INSTALAÇÕES E ENG^a DE CORROSÃO LTDA.
www.iecengenharia.com.br

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA – INT
www.int.gov.br

ITAGUAÍ CONSTRUÇÕES NAVAIS - ICN
www.icnavais.com

JOTUN BRASIL IMP. EXP. E IND. DE TINTAS LTDA.
www.jotun.com

MARINE INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TINTAS LTDA.
www.marinetintas.com.br

MORKEN BRASIL COM. E SERV. DUTOS E INSTAL. LTDA.
www.morkenbrasil.com.br

PAUMAR S.A - INDÚSTRIA E COMÉRCIO (WEG TINTAS LTDA.)
www.weg.net

PETROBRAS S/A - PETRÓLEO BRASILEIRO /CENPES
www.petrobras.com.br

PETROBRAS TRANSPORTES S/A - TRANSPETRO
www.transpetro.com.br

PINTURAS YPIRANGA LTDA.
www.pinturasypiranga.com.br

PRESSERV DO BRASIL LTDA.
www.cortecpresserv.com.br

PRINER SERVIÇOS INDUSTRIAIS S.A.
www.priner.com.br

PROMAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.
www.promarpintura.com.br

RENNER HERRMANN S/A
www.renner.com.br

REVESTIMENTOS E PINTURAS BERNARDI LTDA.
bernardi@pinturasbernardi.com.br

SACOR SIDEROTÉCNICA S/A
www.sacor.com.br

SMARTCOAT ENGENHARIA EM REVESTIMENTOS LTDA.
www.smartcoat.com.br

TBG - TRANSP. BRAS. GASODUTO BOLÍVIA – BRASIL
www.tbg.com.br

TECHNIQUES SURFACES DO BRASIL LTDA.
www.tsbrasil.srv.br

TECNOFINK LTDA.
tecnofink.com

TINÔCO ANTICORROSÃO LTDA.
www.tinocoanticorrosao.com.br

W&S SAURA LTDA.
wsequipamentos.com.br

ZERUST PREVENÇÃO DE CORROSÃO LTDA.
www.zerust.com.br

ZINCOLIGAS INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.
www.zincoligas.com.br



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CORROSÃO

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • CEP 20081-311

(21) 2516-1962 • www.abraco.org.br

Facebook: facebook.com/abraco.oficial

LinkedIn: linkedin.com/in/abraco

Instagram: [@abraco_br](https://instagram.com/abraco_br)

Youtube: Associação Brasileira de Corrosão

SETORES

Associados: secretaria@abraco.org.br

Biblioteca: biblioteca@abraco.org.br

CB-43: cb43@abraco.org.br

Comunicação: marketing@abraco.org.br

Eventos: eventos@abraco.org.br

Financeiro: financeiro@abraco.org.br

Gerência Geral: gerenciageral@abraco.org.br

Presidência: presidencia@abraco.org

Qualificação e Certificação: qualificacao@abraco.org.br

Treinamentos: cursos@abraco.org.br