

Corrosão & Proteção

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

Ano 15 | nº 65 | novembro/dezembro 2018

**Juntos
podemos
fazer com
que a ABRACO
seja cada vez
melhor**

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 Baptista Ferraz - INT

Diretores

Adauto 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,

Adobe Stock, Can Stock Photo, Depositphotos,

Dollar Photo, Fotos Públicas, Pexels, Shutterstock

e Stock Unlimited.

A **Revista Corrosão & Proteção** é um veículo eletrônico concebido, desenvolvido e editado pela ABRACO. De acesso livre e gratuito, o periódico é publicado bimestralmente no site da Associação. 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
Prof. Marco Antonio Guglielmo Cecchini:
Um dos pioneiros da ciência e tecnologia da corrosão no Brasil
- 08 Nova gestão da ABRACO já tem planos para 2019
- 10 Aniversário da ABRACO é comemorado com solenidade
- 12 ARTIGO CIENTÍFICO
Avaliação das propriedades de adesão e de autorreparação de uma tinta aditivada com microcápsulas poliméricas contendo um formador de filme
Fernando Cotting, Sérgio Henrique Cavallaro, Fernando Coelho, Mônica Marroig, André Koebsch e Idalina Vieira Aoki
- 23 ARTIGO TÉCNICO
Ensaio cíclico de corrosão em pinturas
Celso Gnecco
- 13 ARTIGO TÉCNICO
Influência da gelatina em depósitos de zinco eletrodepositados com banhos contendo cloreto de amônio
Anezio Raymundo Gomes de Oliveira Júnior, Carlos Alberto Caldas de Souza, Claudia Lisiane Fanezi da Rocha, Alexandre Magno Coutinho Borges, Paulo Moura Bispo de Santana
- 44 OPINIÃO
Nós preservamos seu projeto. Você preserva seus recursos
Mensagem da BBosch Galvanização
- 46 Setor de cursos | Retrospectiva 2018 e Calendário para 2019
- 47 Programação de cursos
- 48 Qualificação de Profissionais de Proteção Catódica Nível 1
- 50 Notícias ABRACO
- 54 Rio Oil & Gas 2018
- 55 ABRACO viabiliza seminário com palestrante internacional
- 56 SBPA 2018
- 58 Seminário Brasileiro de Proteção Catódica
- 60 3º Seminário Espírito Santense de Corrosão
- 61 Agenda de eventos 2019
- 62 Empresas associadas

ABRACO 50 ANOS

É hora de darmos as mãos

A ABRACO completou cinquenta anos no dia 18 de outubro de 2018 com toda singeleza de uma entidade que soube comportar-se de forma digna durante todo este tempo.

Neste meio século a ABRACO contou com colaboração de muitos profissionais e de um grande número de empresas que dedicaram tempo e recursos em prol da Associação.

Para reverenciar pessoas que ao longo da história foram significativamente importantes para a área de corrosão e para a Associação destacamos, na edição anterior desta revista, o Prof. Vicente Gentil e o Eng. Aldo Cordeiro Dutra.

Nesta edição estamos homenageando o Prof. Marco Antônio Guglielmo Cecchini. Professor e reitor do Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA que muito engrandeceu a área da corrosão, sendo um orgulho para todos nós.

Falando ainda um pouco mais sobre a nossa revista, é bom lembrar que a revista da ABRACO voltou a circular em junho deste ano, em novo formato, em versão eletrônica e com algumas seções importantes, tais como: os grandes nomes da corrosão, o espaço das empresas associadas, o espaço do inspetor, além das seções tradicionais de notícias da Associação e matérias técnicas, tanto as de cunho tecnológico quanto as de cunho científico.

Sobre o futuro da Associação é importante frisar que estamos em período de eleições para o novo corpo diretivo da ABRACO, ou seja, a Diretoria Executiva, dentro de um novo formato, como contempla o novo Estatuto.

Logo a seguir serão iniciados os primeiros movimentos para as eleições do Conselho Deliberativo e do Conselho Fiscal, também neste novo formato, um formato novo como dissemos, nunca antes experimentado na ABRACO.

Neste modelo, como se sabe, as candidaturas são por áreas de atuação dos profissionais e das empresas, sendo dividido como prescreve o Estatuto, em cinco grandes áreas, a saber:

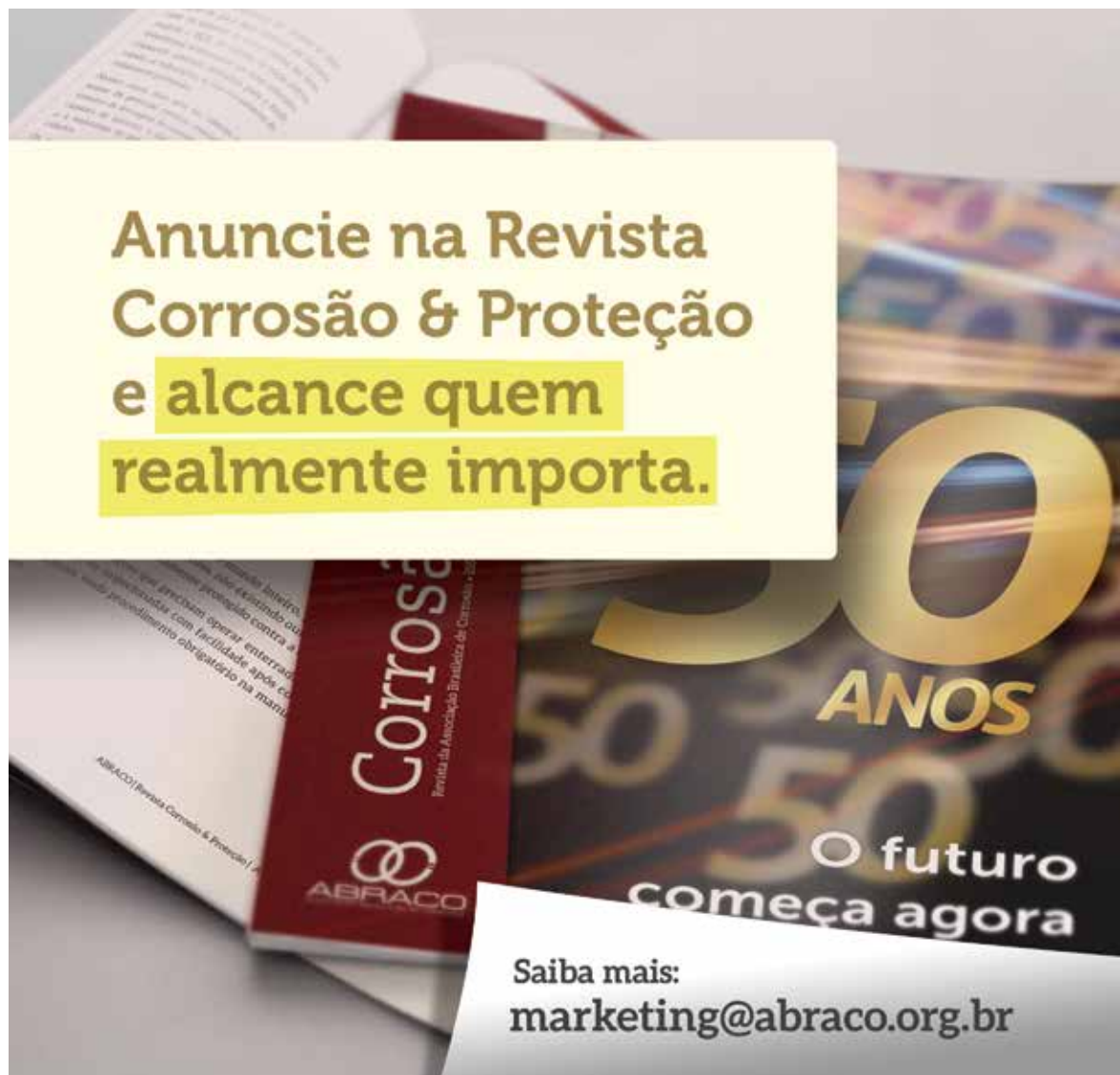
- Corrosão Atmosférica, Revestimentos Metálicos e Inorgânicos;
- Pintura Anticorrosiva e Revestimentos Orgânicos;
- Corrosão pelo Solo, pela Água e Proteção Catódica;
- Corrosão Interna, Inibidores de Corrosão, Biocorrosão e Monitoração da Corrosão;
- Materiais Resistentes à Corrosão, Pesquisa e Ensino da Corrosão.

É conveniente também recordar que o que norteou este modelo foi o fato de que a Associação Brasileira de Corrosão é uma federação onde as áreas devam ser igualmente representadas no corpo diretivo, seja na Diretoria Executiva, seja nos Conselhos. Este equilíbrio de forças é fundamental para os seus destinos e para sua pujança.

A Associação tem muitos planos para o futuro e temos absoluta certeza de que está no caminho certo, podendo almejar um futuro promissor e para torná-la cada vez maior e melhor, só há um caminho: darmos as mãos em um esforço coletivo, tornando-a cada vez mais forte.

Laerce de Paula Nunes

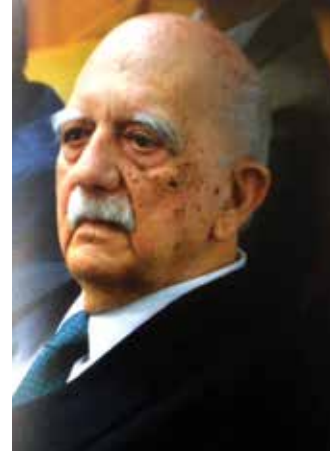
Presidente da ABRACO

The image is a promotional graphic for the magazine 'Corrosão & Proteção'. It features a background with a large, stylized '50 ANOS' in gold and black. The magazine cover is visible, showing the title 'Corrosão & Proteção' and the ABRACO logo. A white text box in the center contains the text: 'Anuncie na Revista Corrosão & Proteção e alcance quem realmente importa.' In the bottom right corner, another white text box says: 'Saiba mais: marketing@abraco.org.br'. The overall design is professional and celebratory.

GRANDES NOMES DA CORROSÃO

Prof. Marco Antonio Guglielmo Cecchini

Por Laerce de Paula Nunes e Aldo Cordeiro Dutra



Um dos pioneiros da ciência e tecnologia da corrosão no Brasil

O Professor Marco Antonio Guglielmo Cecchini, juntamente com o Prof. Vicente Gentil são os nossos pioneiros da ciência e tecnologia da corrosão no Brasil. O Prof. Cecchini, como era conhecido, na qualidade de professor na área da química do Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, estudou o assunto com muito interesse, fazendo cursos tanto na Europa como nos Estados Unidos, dispondo, portanto, de indiscutível capacidade para ministrar aulas sobre o assunto e divulgá-lo com a devida propriedade. Por isso a Petrobras atribuiu a ele a missão de dar as aulas de corrosão do seu então recém-criado Curso de Manutenção de Equipamentos de Refinarias, no ano de 1958, o qual foi ministrado quase todo dentro do próprio ITA. Os cursos subsequentes foram realizados no Centro de Treinamento da Refinaria Presidente Bernardes, em Cubatão-SP onde, todos os anos, sempre no mês de julho, o Prof. Cecchini estava presente, permanecendo nessa missão até o ano de 1962, dando maravilhosas aulas. A partir de 1963 esse

Curso de Manutenção passou a ser realizado na Refinaria Duque de Caxias, no Rio de Janeiro, onde o Professor Cecchini não teve condições de vir aqui dar as suas aulas. Foi então nessa ocasião que o Prof. Vicente Gentil entrou no sistema.

Com relação a este assunto, o Eng. Aldo Cordeiro Dutra foi aluno do mencionado Curso de Manutenção no ano de 1960 e, como tal, ficou muito entusiasmado com as aulas do Prof. Cecchini, especialmente por sua excelente didática complementada por exemplos de corrosão em amostras de materiais corroídos. Quanto aos métodos de proteção anticorrosiva, Aldo ficou encantado com a proteção catódica que ele a considera uma dádiva da natureza que tem o amparo da termodinâmica.

O Professor Cecchini nasceu em Paris no dia 13 de junho de 1924, filho de pai italiano (Luigi Alfio Cecchini) e mãe francesa (Marie Marguerite Vigouroux Cecchini). Ao completar 18 anos, em 1942, teve que fazer a opção por uma cidadania que, pela legislação francesa,

por parte de sua mãe, poderia ser a francesa, ou por parte de seu pai poderia ser italiana. Como já estava Brasil, optou pela cidadania brasileira já que o Presidente Vargas concedia essa regalia aos imigrantes, em seu programa de nacionalização, em pleno Estado Novo.

Em 1927, quando estava com dois anos e meio de idade, a família emigrou para o Brasil, vindo morar na cidade de Olímpia, no noroeste do Estado de São Paulo, onde aprendeu as primeiras letras. Em 1932 mudou-se para Jaboticabal, também nessa região, passando a frequentar o seu 2º Grupo Escolar. Em 1937 a família mudou-se para a cidade de São Paulo onde ele frequentou o Colégio Dante Alighieri, concluindo os seus estudos secundários e preparado para a Universidade.

Foi sempre um aluno muito estudioso que considerava estudar uma coisa muito natural, daí supor-se que ele iria para a carreira do magistério. Tanto assim que, em 1944, foi admitido na Faculdade de Ciências e Letras da Universidade de São Paulo onde, em 1947, obteve o título de bacharel em Química voltado para a especialização em tecnologia. Continuando os seus estudos na mesma Faculdade foi licenciado em Química em 1951 e Doutor em Química em 1952.

Com sua forte vocação para o magistério começou, em 1948, a dar aulas como Auxiliar de Ensino de Química Analítica no Departamento de Química da própria Faculdade, mais tarde transformada no Instituto de Química da USP. Prosseguindo seus estudos na USP especializou-se em Físico-Química do Estado Sólido, no período de 1948 a 1953. Avançando mais em seus estudos fez cursos na Argentina e no México no período de 1958 a 1960, abraçando a especialidade no campo da corrosão metálica, que considerava muito mais importante para o ensino da engenharia.

Considerando que sua carreira como professor da USP oferecia poucas oportunidades de crescimento, aceitou convite do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) onde foi muito bem recebido. Imediatamente mudou-se

para São José dos Campos, realizando ali uma brilhante carreira, por um período de 41 anos de bons serviços prestados tendo, inclusive, assumido o cargo de Reitor do Instituto de 1960 a 1965.

Em outubro de 1968, durante o V Seminário do IBP, realizado no Rio de Janeiro, sobre Corrosão, foi criada a Associação Brasileira de Corrosão - ABRACO onde o Prof. Cecchini deu-lhe todo o seu apoio, sendo, portanto, um Associado Fundador.

No período de 1970 até 1974 o Prof. Cecchini coordenou o programa de pesquisa em química e metalurgia, realizado no CTA, com a colaboração da Comisión Nacional de Energia Atômica Argentina (CNEA), realizado no CTA tendo recebido o patrocínio da OEA. No âmbito desse programa, o Prof. Cecchini realizou no ITA um curso especializado sobre tópicos avançados de corrosão, com a participação de alunos externos ao ITA convidados, inclusive da Petrobras. Este curso contou com a colaboração de um grupo de professores da CNEA, sob a coordenação do Prof. José Rodolfo Galvele. Nessa ocasião o Prof. Cecchini deu uma parte referente a teoria da corrosão, complementada com aulas práticas no seu laboratório quando, mais uma vez, o Eng. Aldo foi seu aluno que ficou encantado com a prática laboratorial ao participar de ensaios de polarização anódica e catódica de alguns materiais em alguns eletrólitos, tanto pelo método galvanostático como pelo potencióstático.

Com relação à importância da grande personalidade do Prof. Cecchini, manifestada em toda aquela região do Estado de São Paulo, mencionando-se a seguir apenas alguns exemplos dentre os numerosos, que tanto dignificam sua pessoa.

Em 1965 e 1966 foi relator da comissão que instituiu a Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, hoje integrante da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

De 1969 a 1982 participou do Conselho de Curadores nomeado pelo Ministério da Educação para elaborar o estatuto, instalar e

iniciar as atividades da Universidade Estadual de São Carlos onde, desde seu início, contou com especialistas em corrosão que participaram dos eventos da ABRACO.

Em 1974 foi um dos fundadores da Academia de Ciências do Estado de São Paulo do qual tornou-se membro e, como tal, foi fundador da sua Área de Ciências Aplicadas.

De 1978 a 1979 presidiu a Comissão criada pela Prefeitura de São José dos Campos para implantação de sua Universidade.

De 1979 a 1985 coordenou a área de Química da Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Em 1978 foi condecorado com a Medalha do Mérito Aeronáutico, no Grau de Grande Oficial, concedida pelo Governo Brasileiro, recebendo também o Diploma de Amigo do CTA.

Ao longo de muitos anos foi consultor de corrosão de grandes empresas em vários estados do País, como a Embraer e Furnas Centrais Elétricas, para as instalações da unidade de conversão de corrente alternada em corrente contínua, de Itaipu, dentre muitas outras.

Fica aqui o nosso reconhecimento e o nosso tributo de gratidão ao Grande Professor Cecchini por sua extraordinária contribuição à melhoria da qualidade de vida dos brasileiros. Portanto, um verdadeiro Grande Nome da Corrosão.

Finalmente, fica registrado o nosso agradecimento pela autorização para utilizarmos informações contidas no livro "MARCO ANTONIO GUGLIELMO CECCHINI - Uma Vida Dedicada à Educação", publicado em 2017, pela Riemma Editora.

ECOVANCE DF SF 102

Revestimento anticorrosivo
solvent-free de altíssima
performance.

A melhor opção para pintura
interna e externa de tubulações
para saneamentos e produtos
químicos.



- Livre de metais pesados e produtos nocivos
- Alta espessura em demão única de até 1000µm
- Possui certificação que atende os padrões de potabilidade

Para maiores informações entrar em contato com a assistência técnica da Advance. e-mail: assistencia@advancetintas.com.br - tel: (19) 3936-9055.

www.advancetintas.com.br

Nova gestão da ABRACO já tem planos para 2019

A próxima equipe tem o objetivo de implantar novos cursos, ampliar a certificação e buscar o equilíbrio financeiro

O próximo ano vem trazendo muitas mudanças no Brasil, no Estado do Rio de Janeiro e também na ABRACO (Associação Brasileira de Corrosão). Isso porque, em 2019, diversas repartições terão novos representantes, como Presidente da República, Governadores, Senadores, Deputados Federais e Estaduais, além de começar uma nova gestão na Associação. Quem irá presidir a ABRACO a partir de março de 2019 será a Dra. Olga Ferraz, que cumprirá um mandato de dois anos.

Atualmente, a Dra. Olga é vice-presidente da instituição, tendo desenvolvido trabalhos importantes nos anos de 2017 e 2018. Junto com

ela, a Associação ganha uma nova diretoria, que pretende dar continuidade às atividades realizadas, programando novas ações que possam diversificar a atuação da ABRACO.

Entre os planos para a nova gestão, destacam-se novos programas de certificação de profissionais: proteção catódica, galvanização, etc; acreditação da certificação junto ao Inmetro; assinatura de convênios de cooperação técnica com instituições congêneres no Brasil e no exterior; realização da COTEQ 2019, no Rio de Janeiro, em conjunto com outras associações técnicas; realização do International Corrosion Congress (ICC); o INTERCORR, em São Paulo, no ano de 2020 e a



realização do Curso de Pintor Industrial N1 nas instalações do Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, no âmbito do convênio vigente entre o Arsenal e a ABRACO.

A futura presidente da Associação falou em manter e ampliar os parceiros e patrocinadores. “É necessário estabelecer uma estratégia de atuação junto a empresas da área de corrosão, ampliando os segmentos atendidos por cursos e eventos de capacitação, como também qualificação e certificação”, ressaltou, ainda destacando que pretende informatizar a ABRACO de forma integrada.

Conselho Deliberativo

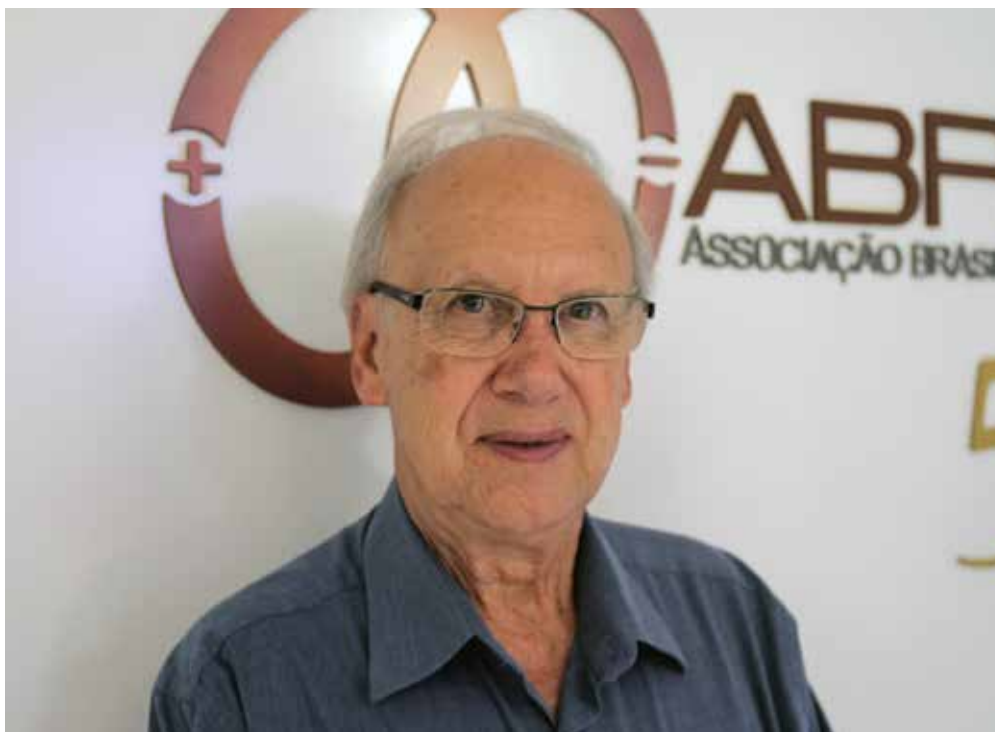
Laerce de Paula Nunes, atual presidente da entidade, tornar-se-á presidente do Conselho Deliberativo ano que vem. Segundo o Estatuto, este é o órgão estratégico da Associação. Entre suas principais atividades, estão a elaboração das orientações estratégicas, fiscalização e acompanhamento do trabalho da Diretoria Executiva e zelo pelo cumprimento do Regimento Interno.

O engenheiro já esteve à frente da instituição em três períodos diferentes: 1999 - 2000; 2009

- 2010; 2017 - 2018. Em cada ciclo, conforme determina o Estatuto, Laerce participou dois anos antes como vice-presidente e os dois anos seguintes como presidente do Conselho Deliberativo.

“No primeiro período citado, como presidente da ABRACO, o maior desafio foi superar as sérias dificuldades financeiras da Associação. No segundo período, foi à estruturação física da sede e dos cursos de capacitação de profissionais e no terceiro foi manter a ABRACO unida e atenuar as consequências da retração econômica do País, através da adequação do quadro de colaboradores”, relatou o Presidente, que sempre buscou a participação efetiva de toda Diretoria, com uma visão maior de conjunto dos objetivos da instituição.

Laerce acredita que Dra. Olga fará uma excelente administração, pois a profissional possui conhecimento da corrosão em todas as áreas; por contar com o apoio da grande maioria dos associados importantes; bem como a experiência de gestão no Instituto Nacional de Tecnologia - INT. “A ABRACO está entrando em uma nova fase, tanto das relações externas quanto na gestão interna, de modo a cumprir os seus objetivos”, acrescentou.



Olga Ferraz e
Laerce Nunes

Aniversário da ABRACO é comemorado com solenidade

Evento reuniu pessoas que contribuíram para o sucesso da entidade ao longo de seus 50 anos

No mês de outubro, a ABRACO (Associação Brasileira de Corrosão) realizou um coquetel para comemorar os 50 anos de existência. A cerimônia aconteceu em sua própria sede e contou com a presença de membros da diretoria, dos conselhos, de representantes do Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) de São Paulo, INT (Instituto Nacional de Tecnologia), Abendi (Associação Brasileira de Ensaaios Não Destrutivos e Inspeção), CREA/RJ (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro), UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), IBP (Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis), empresas associadas, associados individuais e colaboradores da instituição. O encontro foi uma oportunidade para homenagear as pessoas que fizeram parte de sua história e uma celebração de ação de Graças pelo Monseñor Hélio Pacheco, pároco da Igreja Nossa Senhora da Candelária.

Durante o evento, foram homenageados como ex-presidentes: Vicente Gentil (*in memoriam*) – que foi representado pela Sra. Vilma Gentil; Aldo Cordeiro Dutra; Ubirajara Quaranta Cabral; Gutemberg Pimenta; Denise Souza de Freitas; e Laerce de Paula Nunes (mandatos de 1999 a 2000

e 2009 a 2010). Como membros da Diretoria foram agraciados Zehbour Panossian e Francisco de Assis Barreto – representado pelo Sr. Mauro Barreto. Além disso, também foram condecorados como membros das entidades parceiras João Conte – ABENDI e Celso Gnecco – Sherwin Williams; como coordenadores de comissões técnicas: João Paulo Klausling e Erik Barbosa Nunes.

O presidente da Associação, Laerce Nunes, a presidente do Conselho Deliberativo Denise Freitas e o fundador da ABRACO Aldo Cordeiro Dutra, aproveitaram a oportunidade para agradecer as pessoas que estiveram presentes e lembraram que o motivo do encontro era justamente reunir pessoas que contribuíram, de alguma forma, para o desenvolvimento da Associação, ao longo desses 50 anos.





Avaliação das propriedades de adesão e de autorreparação de uma tinta aditivada com microcápsulas poliméricas contendo um formador de filme

Fernando Cotting^a, Sérgio Henrique Cavallaro^b, Fernando Coelho^c, Mônica Marroig^d, André Koebsch^e e Idalina Vieira Aoki^f

Abstract: The search for more efficient painting systems led to the development of painting systems with the power of self-repair. Self-healing paint systems are systems that can protect the metal substrate against corrosion after degradation, where mechanical degradation and chemical degradation are the most studied. For high-thickness paint systems above 200 μm , the incorporation of polymeric microcapsules containing film-forming repair agents is the best alternative to make it self-healing. However, due to the amount of microcapsules added in the paint system (about 10%), to the dimensions of them and because they present a polymer wall of a different material from the paint matrix, there is a great questioning about the decrease of some properties of the paint when there is the addition of this type of material. It is feared that the presence of the microcapsules will decrease the barrier and adhesion/cohesion properties of the paint. In this work the adhesion properties of a paint containing polymeric microcapsules were evaluated by pull-off method. The painting system was also evaluated by the electrochemical impedance spectroscopy (EIS) technique and the localized scanning vibrating electrode technique (SVET). From the results obtained in this study it was possible to verify that the presence of the microcapsules did not disturb the adhesion/cohesion properties of the paint, still showing a superior performance when compared to the paint system without microcapsules. From the electrochemical tests it was possible to verify that the microcapsules did not affect the paint performance. The paint system containing the microcapsules showed a significant self-healing effect when subjected to a mechanical defect.

Keywords: self-healing, pull-off adhesion, polymeric microcapsules, SVET, EIS.

Resumo: A busca por sistemas de pintura mais eficientes levou ao desenvolvimento de sistemas de pintura com o poder de autorreparação. Os sistemas de pintura autorreparadores são sistemas capazes de proteger novamente o substrato metálico contra o fenômeno da corrosão, após sofrerem algum tipo de degradação, onde as degradações mecânicas e as degradações químicas são as mais estudadas. Para sistemas de pintura de alta espessura, acima de 200 μm , a incorporação de microcápsulas poliméricas contendo agentes de reparação formadores de filme é a melhor alternativa para torná-lo autorreparador. No entanto, devido à quantidade de microcápsulas adicionada no sistema de pintura (em torno de 10%), às dimensões destas e por apresentarem uma parede polimérica de um material diferente da matriz da tinta, há um grande questionamento em relação à diminuição de algumas propriedades da tinta quando há a adição deste tipo de material. Teme-se que a presença das microcápsulas diminua as propriedades de barreira e de adesão/coesão da tinta. Neste trabalho foram avaliadas as propriedades de adesão de uma tinta contendo microcápsulas poliméricas, através de medidas pelo método *pull-off*. O sistema de pintura também foi avaliado pela técnica de espectroscopia de impedância eletroquímica (EIE) e pela técnica localizada de varredura por eletrodo vibratório (SVET). Pelos resultados obtidos nesse estudo foi possível verificar que a presença das microcápsulas não perturbou as propriedades de adesão/coesão da tinta, mostrando ainda um desempenho superior quando comparado ao sistema de pintura sem microcápsulas. Por meio dos ensaios eletroquímicos foi possível verificar que as microcápsulas não afetaram o desempenho da tinta. O sistema de pintura contendo as microcápsulas apresentou um efeito significativo de autorreparação quando submetido a um defeito mecânico.

Palavras-chave: *pull-off*, microcápsulas poliméricas, autorreparação, SVET, EIS.

^a Doutor – Docente na UFMG

^b Mestre – Escola Politécnica USP

^c Engenheiro de Dutos Sênior - TGB

^d Engenheira de Equipamentos – Consultora técnica - Petrobrás

^e Engenheiro Mecânico - Consultor técnico - Petrobrás

^f Doutora – Docente na Escola Politécnica/USP

Introdução

Os sistemas de pintura com proteção ativa são conhecidos como tintas autorreparadoras [1-3]. As tintas autorreparadoras são capazes de se autorregenerar após serem danificadas, para que a proteção contra a corrosão do substrato metálico não seja prejudicada nestas condições [1-6]. A grande vantagem de um sistema de pintura autorreparador é que não há a necessidade da intervenção humana para que o reparo no sistema de pintura seja realizado. A propriedade de autorreparação pode ser conferida ao sistema de pintura após a incorporação de componentes específicos na tinta, durante a sua preparação. Estes componentes, em sua grande maioria, são constituídos por nanocontainers carregados com inibidores de corrosão ou partículas micro/nanocápsulas contendo formadores de filme em seu núcleo [3,5-9]. O encapsulamento de formadores de filme em microcápsulas poliméricas é uma excelente estratégia para tornar uma tinta autorreparadora diante de um defeito mecânico, pois o formador de filme será capaz de regenerar a proteção por barreira conferida pelo sistema de pintura antes da degradação [10-12]. Após o microencapsulamento do formador de filme as microcápsulas carregadas são incorporadas na tinta durante a sua preparação (antes da aplicação), para que então a tinta contendo as microcápsulas possa ser aplicada normalmente sobre o substrato metálico. Este processo faz com que o sistema de pintura fique com um “estoque” de proteção em toda a sua dimensão, pois desta maneira haverá um formador de filme inativo até que haja uma descontinuidade por ação mecânica no sistema de pintura, que também irá romper as microcápsulas, fazendo com que o formador de filme seja liberado e ativado.

Este trabalho tem como objetivo desenvolver e avaliar um sistema de pintura autorreparador contendo microcápsulas poliméricas, carregadas com uma resina a base de éster de epóxi. Utilizar ensaios de aderência pelo método *pull-off* para avaliar a influência das microcápsulas nas propriedades de adesão e coesão do sistema de pintura e utilizar técnicas eletroquímicas de

EIE e SVET para caracterizar e avaliar o possível efeito autorreparador do sistema de pintura.

Metodologia

Corpos de prova de aço carbono foram submetidos a um jateamento abrasivo com granalhas 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. O perfil de rugosidade obtido para o conjunto de corpos de prova jateados foi entre 60 e 80 μm (Rz), confirmados por medidas utilizando um rugosímetro Mitutoyo, modelo Sj-310.

A tinta utilizada para este estudo foi uma tinta alto teor de sólidos, *surface tolerant*, que atende a norma PETROBRAS N-2680, com teor de sólidos especificado em $98 \pm 2\%$. Foi utilizado um esquema de pintura de três camadas e foram empregadas as cores vermelha, branca e cinza para compor as diferentes camadas do sistema de pintura.

A resina à base de éster de epóxi microencapsulada foi a resina éster de epóxi AQ-950, gentilmente doada pela empresa Águia Química. A resina éster de epóxi foi microencapsulada em microcápsulas de poli(ureia-formaldeído-melamina) utilizando o método de microencapsulamento de polimerização *in situ* a partir de uma emulsão. O procedimento adotado foi semelhante ao da patente WO 2014/032130 A1 [13].

Aditivção e aplicação da tinta

As microcápsulas foram incorporadas na tinta epóxi alto teor de sólidos (*surface tolerant*), nas proporções mássicas de 10% e de 15 % em relação à massa de sólidos totais especificada pelo fabricante da tinta. Além da variação da proporção mássica de microcápsulas no sistema de pintura, houve a variação das microcápsulas nas diferentes camadas aplicadas. Porém, em nenhum esquema de pintura foram incorporadas microcápsulas na terceira e última camada. Cada camada foi aplicada com uma espessura úmida de aproximadamente 250 μm , resultando em uma espessura total seca de

aproximadamente 600 µm. O sistema de pintura foi aplicado utilizando uma pistola *airless*.

A Tabela 1 apresenta a composição de cada camada aplicada do esquema de pintura, indicando as camadas que contêm microcápsulas e a sua respectiva proporção. As siglas utilizadas podem ser compreendidas pela seguinte interpretação: a letra E representa o éster de epóxi microencapsulado, os três dígitos que aparecem após a letra "E" indicam qual camada está sendo aditivada e a quantidade de aditivo incorporada em cada camada é representada pelo número 10 ou pelo número 15. Por fim, as camadas que sofreram aditivação possuem a letra C em seu código e as camadas que não sofreram aditivação possuem as letras SC, indicando a ausência do aditivo.

Conjunto de amostras	1ª Camada	2ª Camada	3ª Camada	Siglas
1	SC	SC	SC	E000
2	SC	10 C	SC	E020/10C
3	SC	15 C	SC	E020/15C
4	10 C	SC	SC	E100/10C
5	10 C	10 C	SC	E120/10C
6	15 C	SC	SC	E100/15C
7	15 C	15 C	SC	E120/15C

Tabela 1 - Composição das diferentes camadas de tinta aplicadas, com ou sem microcápsulas, sobre o aço carbono ABNT 1020

Por conta da limitação na detecção de correntes iônicas pelo eletrodo vibratório em camadas de tintas muito espessas, foram preparados corpos de prova onde apenas uma camada de tinta foi aplicada na cor branca sobre o aço carbono. A camada de 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 E0, E1_10C e E1_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 2,54 cm de diâmetro. O adesivo utilizado foi o adesivo epóxi bicomponente da marca J-B Weld. Os ensaios foram realizados e interpretados de acordo com norma ABNT NBR 15877 [14].

Ensaio eletroquímico 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 analisadas em duas condições, onde a primeira consistiu na avaliação dos sistemas de pintura sem a execução de defeitos, para verificar se a presença das microcápsulas estavam perturbando o desempenho do sistema de pintura. Já 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 com microcápsulas. Para garantir a reprodutibilidade dos defeitos, estes foram realizados com o auxílio de uma microbroca manual. A efetividade dos defeitos foi testada com um multímetro, pelo teste de continuidade de corrente. Os ensaios imersão para a avaliação por EIE foram realizados 14 dias após a aplicação da última camada de tinta nos corpos de prova.

A faixa de frequências analisada nas amostras sem defeito foi de 100 kHz a 10 mHz, com uma perturbação senoidal 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 senoidal de 10 mV rms x EOC e também foram adquiridas 10 medidas por década de frequência. As amostras danificadas ficaram expostas ao ar atmosférico por 48 horas após a confecção do defeito, para que houvesse tempo de curar a resina éster de epóxi liberada de dentro das microcápsulas pelo contato com o oxigênio do ar. Foram realizadas medidas de EIE após 6, 24 e 48 horas de imersão do eletrodo de trabalho em uma solução aquosa de NaCl 0,1 mol/L.

Ensaios eletroquímicos de SVET

Os ensaios de SVET foram realizados em um equipamento da marca Applicable Electronics, controlado pelo software ASET-Sciencewares. O tratamento de dados foi realizado no software QuikGrid versão 5.4 Foi utilizado como eletrodo vibratório um microeletrodo de platina/irídio da marca MicroProbes contendo um depósito de platina em sua ponta de aproximadamente 10 µm. Nestes ensaios também foram utilizados dois eletrodos auxiliares de platina. 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. As amostras utilizadas foram cortadas nas dimensões aproximadas de 1,5 x 1,5 cm e as bordas destas amostras foram protegidas com duas camadas de cera de abelha.

A tinta aplicada sobre o substrato foi intencionalmente danificada com o auxílio de um estilete e os corpos de prova aditivados com as microcápsulas ficaram expostos ao ar atmosférico por 48 horas, 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.

Resultados e discussão

Ensaios de aderência pelo método pull-off dos corpos de prova pintados com e sem o aditivo autorreparador monocomponente

Os ensaios de aderência foram realizados após 21 dias da aplicação da última camada do sistema de pintura.

Amostra	Valor médio da tensão de arrancamento (MPa)	Desvio padrão	Tipo de falha
E000	6,5	0,7	Adesiva B/C
E100_10C	6,7	0,3	Adesiva B/C
E020_10C	5,9	0,2	Adesiva B/C
E120_10C	6,3	0,1	Adesiva B/C
E100_15C	6,3	0,4	Adesiva B/C
E020_15C	5,7	0,3	Adesiva B/C
E120_15C	6,1	0,1	Adesiva B/C

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

A Tabela 2 apresenta os valores de tensão de arrancamento e o tipo de falha observada no sistema de pintura, após a realização do ensaio de aderência pelo método pull-off nas diferentes condições estudadas. Pelos valores médios de tensão de arrancamento e pela natureza da falha apresentada para as amostras, não há como afirmar que houve um ganho ou uma diminuição na propriedade de aderência do sistema de pintura na presença das microcápsulas. No entanto, o que chama a atenção neste conjunto de resultados é o baixo valor obtido de tensão de arrancamento para o tipo de tinta aplicado, pois uma tinta que atende as especificações exigidas pela norma N-2680 deve apresentar uma tensão de destacamento acima de 12 MPa. Como houve um grande cuidado durante a preparação do substrato, que é comprovado pela aderência da primeira camada do sistema de pintura (tinta vermelha) ao substrato, como também houve um grande cuidado com os intervalos de tempo respeitados entre a aplicação das diferentes camadas de tinta, há

indícios de que a tinta utilizada não apresentou a qualidade esperada.

A Figura 1 apresenta a 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, nota-se que não há diferenças no tipo de falha entre os diferentes sistemas de pintura estudados. O destacamento ocorreu sempre na interface das camadas vermelha (primeira) e branca (segunda) de tinta, seja nos corpos de prova pintados com ou naqueles sem microcápsulas. Portanto,

podemos concluir que as microcápsulas de poli(ureia-formaldeído-melamina) contendo a resina éster de epóxi não prejudicaram as propriedades de aderência do sistema de pintura como um todo. Este é um resultado importante, porque sempre surge o questionamento sobre a aditivação de tintas com microcápsulas quanto à perda de aderência do sistema de pintura por influência da aditivação com as microcápsulas.

Ensaio de EIE para as amostras sem defeito

Os diagramas de impedância foram obtidos após 6 h, 24 h e 48 h de imersão das amostras sem defeito no eletrólito. A Figura 2 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 horas de imersão em NaCl 0,1 mol/L. Na Figura 2, ao observarmos os diagramas de EIE fica claro que a presença do aditivo autor-reparador no sistema de pintura perturbou as propriedades anticorrosivas da tinta, pois

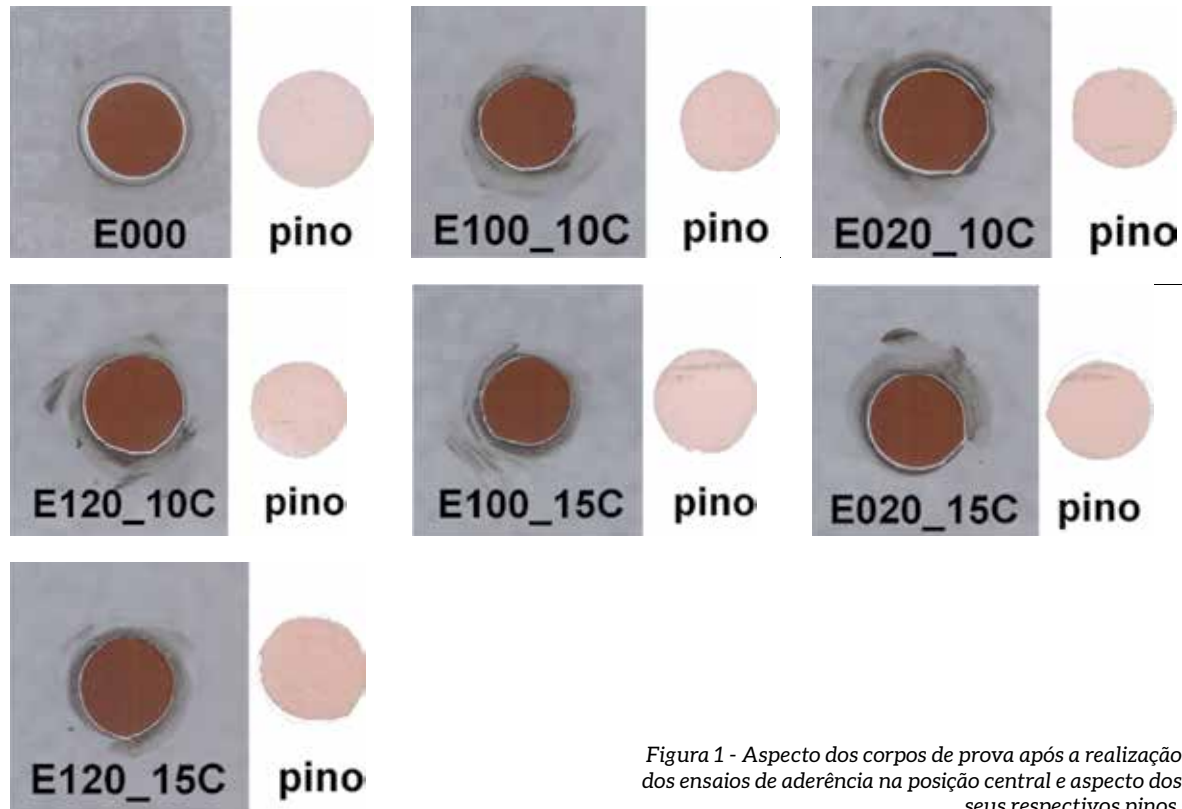


Figura 1 - Aspecto dos corpos de prova após a realização dos ensaios de aderência na posição central e aspecto dos seus respectivos pinos.

no diagrama de Bode $\log IZI \times \log f$, os valores de módulo de impedância na região de baixas frequências (BF), apresentados para as amostras aditivadas, são cerca de uma ordem de grandeza menores do que o sistema de pintura sem aditivação. Este comportamento mostra que a tinta aditivada possui uma menor resistência como barreira em relação ao sistema de pintura sem aditivação.

Esta perturbação do aditivo monocomponente, nos sistemas de pintura aditivados, provavelmente está relacionada a quebra de algumas microcápsulas durante a aplicação da tinta. Este fenômeno leva a liberação de uma parcela da resina éster de epóxi encapsulada, que é quimicamente compatível com a resina epóxi e não causa uma desestabilização no processo de cura e nem mesmo no aspecto visual da tinta aplicada. No entanto, a resina éster de epóxi possui ácidos graxos em sua cadeia, o que gera uma diminuição na resistência do revestimento aplicado. Outra explicação que vale para qualquer aditivo em tintas é que partículas maiores que 10 μm sempre causam diminuição nas propriedades barreira de uma tinta e isso também ocorre com as microcápsulas utilizadas, cujo diâmetro médio está em torno de 30 μm . Os menores valores de módulo de impedância foram obtidos para a maior porcentagem de microcápsulas aditivada na tinta e quando elas foram colocadas apenas na segunda camada.

Através dos diagramas de Bode ($-\text{ângulo de fase} \times \log f$) podemos identificar uma constante de tempo bem definida na região de AF para todas as amostras, que está relacionada com a propriedade de proteção por barreira do revestimento. A presença de uma única constante de tempo, com altos valores de ângulo de fase e abrangendo uma grande faixa de frequências mostra que as regiões avaliadas não possuem defeitos, impossibilitando a visualização das reações de interface metal/eletrolito. Pela avaliação da degradação com o tempo destes sistemas pela técnica de EIE, verifica-se que após 48 horas de imersão, todas as amostras apresentaram uma diminuição proporcional nos valores de módulo de impedância. Este comportamento indica que

as microcápsulas perturbaram o comportamento anticorrosivo inicial da tinta, porém não foram capazes de criar caminhos preferenciais para o contato do eletrólito com o substrato. No entanto, se observa no conjunto de amostras aditivadas, que os sistemas de pintura aditivados na primeira e segunda camada (E120), como também os sistemas de pintura aditivados apenas na segunda camada (E020) apresentaram a maior degradação após 48 horas de imersão. Estes resultados indicam que a aditivação das microcápsulas na segunda camada do sistema de pintura não é a melhor opção. Dessa forma, a melhor opção fazer a aditivação sempre na primeira camada do sistema de pintura, seja com 10% ou 15% sobre os sólidos da tinta.

Ensaio de EIE para as amostras com defeito

Com o objetivo de avaliar o efeito autorreparador dos diferentes sistemas de pintura analisados, os ensaios foram conduzidos após 6 horas de imersão no eletrólito. Para avaliar a resistência dos filmes de autorreparação, foram realizadas medidas de EIE após 24 h e 48 h de imersão das amostras no eletrólito. A Figura 3 apresenta os diagramas de EIE dos sistemas de pintura nas diferentes condições de aditivação e na condição onde não há aditivação das microcápsulas. Para uma melhor discussão do efeito autorreparador, também foram feitas as curvas dos sistemas de pintura sem defeito E000 e E100_10C. A amostra E100_10C sem defeito foi escolhida, pois apresentou o melhor desempenho anticorrosivo, nas primeiras horas de imersão, entre as amostras aditivadas e sem defeito estudadas.

Pelo comportamento eletroquímico das amostras após 6 horas de imersão, podemos verificar através dos diagramas de Bode $\log IZI \times \log f$ que todas as amostras aditivadas e com defeito apresentaram valores de módulo de impedância em BF maiores do que o sistema de pintura sem aditivação e com defeito. A maior resistência à transferência de carga apresentada para as amostras aditivadas está associada à formação de um filme protetor na região do defeito, pela liberação éster de epóxi encapsulado, após a

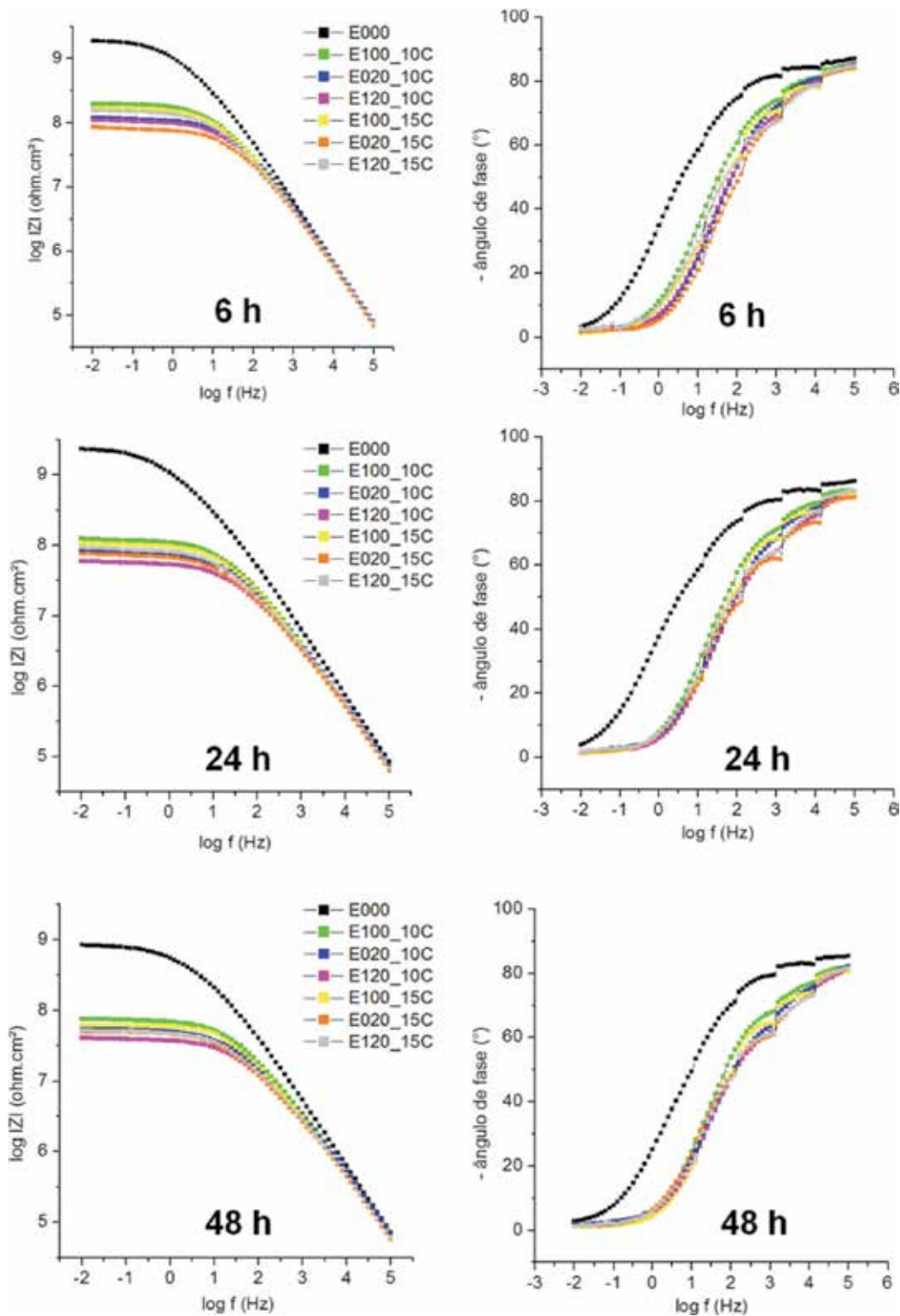


Figura 2 - Diagramas de EIE para os sistemas de pintura sem microcápsulas e com diferentes condições de aditivização de microcápsulas contendo a resina éster de epóxi, sem defeito e em meio de NaCl 0,1 mol/L, após os tempos de imersão de 6, 24 e 48 horas.

execução do defeito, promovendo o efeito de autorreparação. No entanto, o grau de autorreparação promovido por cada sistema aditivado foi influenciado pelas condições de aditivação.

Os sistemas de pintura aditivados apenas na segunda camada (E020) foram os sistemas que apresentaram o menor desempenho de autorreparação, isto porque o material de reparação liberado, durante a execução do defeito, está a uma distância de aproximadamente 200 μm (espessura média da primeira camada) da superfície do aço carbono. Além disto, as amostras aditivadas apenas na primeira camada mostraram que o melhor desempenho autorreparador é oferecido pelo sistema em que há a maior concentração de aditivo (E100_15C), isto muito provavelmente ocorre por conta da maior quantidade de microcápsulas disponíveis na região danificada. As amostras aditivadas nas duas primeiras camadas do sistema de pintura (E120) apresentaram um efeito autorreparador muito semelhante ao da amostra E100_15C e valores muito próximos ao do sistema de pintura sem defeito (E100_10C sem defeito), o que indica que a máxima proteção do agente de autorreparação foi alcançada para estas três amostras.

Nos diagramas de Bode ($-\text{ângulo de fase} \times \log f$) da Figura 3, se observa a presença de duas constantes de tempo bem definidas para as amostras aditivadas e com defeito, após 6 horas de imersão. A constante de tempo em AF está relacionada ao filme autorreparador formado pela resina éster de epóxi, liberada de dentro das microcápsulas quando o sistema de pintura foi danificado. Já a constante de tempo nas regiões de BF está relacionada aos fenômenos de interface que apesar de presentes, são menos ativos do que os fenômenos de interface apresentados pela condição E000.

Pela avaliação da degradação dos filmes de autorreparação, verifica-se que os filmes formados pelas amostras E100_15C e E120_15C apresentaram altos valores de módulo de impedância na região de BF. Valores que inclusive estão muito próximos ao da amostra aditivada e sem defeito (E100_10C sem defeito), mostrando que o filme formado na região danificada nas

condições de maior concentração de aditivo oferece uma proteção prolongada ao substrato.

Ensaio de SVET

Os mapas de densidade de correntes iônicas resultante dos ensaios de SVET são apresentados na Figura 4. A espessura média da camada de tinta seca determinada para as amostras dos ensaios de SVET foi de $200 \pm 5 \mu\text{m}$. Pelos mapas de SVET apresentados para a amostra sem microcápsulas podemos observar uma região de intensa atividade anódica no centro da imagem. Esta região é o local onde foi feito o corte com o estilete. Portanto, como o aço carbono está totalmente exposto por conta do defeito realizado, as correntes iônicas da reação de oxidação do metal são detectadas, resultando em densidades de corrente por volta de $100 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ após 6 e 12 horas de imersão. Como nesta amostra não há material de reparação que possibilite proteger o substrato exposto, após 24 horas de imersão há um aumento significativo nos valores de densidades de corrente, resultando em valores próximos a $200 \mu\text{A}/\text{cm}^2$. Uma região catódica (coloração azul) também pode ser notada nos mapas apresentados, durante todo o ensaio. Esta região é resultante das reações catódicas de redução do oxigênio dissolvido no eletrólito, que inicialmente são detectadas apenas numa região próxima ao defeito. Porém, com o avanço do processo corrosivo, estas regiões catódicas vão se alastrando por conta de algum ponto mais fragilizado do revestimento. Analisando os mapas de SVET obtidos para as amostras aditivadas, podemos notar que após 6 horas de imersão apenas a amostra aditivada em 10% apresentou atividades iônicas anódicas e catódicas. No entanto, os valores de densidade de corrente determinados na região do defeito para esta amostra são muito baixos em relação aos valores apresentados para a amostra sem aditivo. Este comportamento comprova o efeito autorreparador da tinta aditivada pela formação de um filme protetor na região danificada. Com o aumento do tempo de imersão não se observam densidades de correntes anódicas e catódicas expressivas nas amostras aditivadas, provando que o filme de autorreparação possui um efeito protetor prolongado.

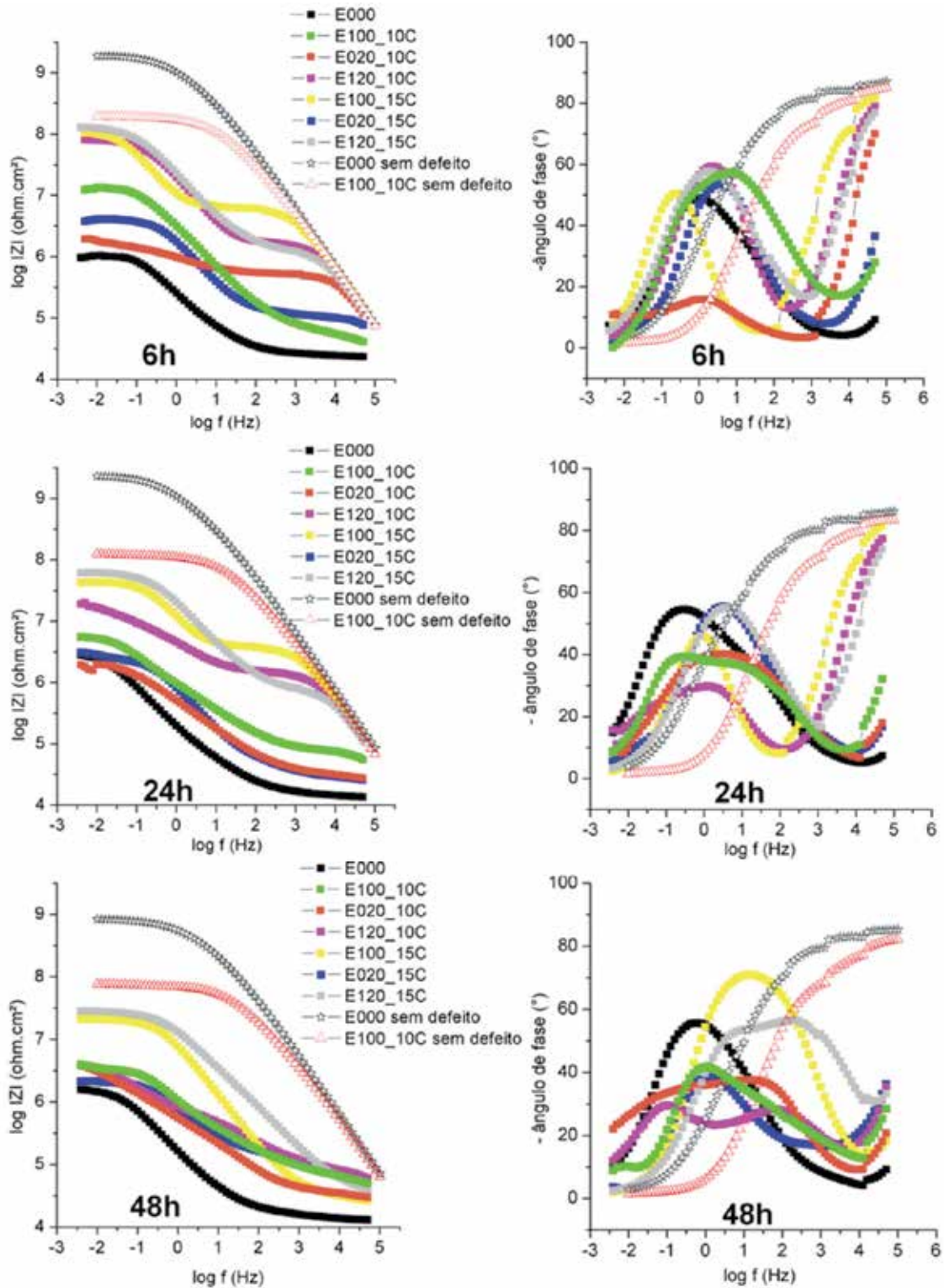


Figura 3 - Diagramas de EIE para os sistemas de pintura sem microcápsulas e com diferentes condições contendo o aditivo autorreparador monocomponente, com defeito e em meio de NaCl 0,1 mol/L, após os tempos de imersão de 6, 24 e 48 horas.

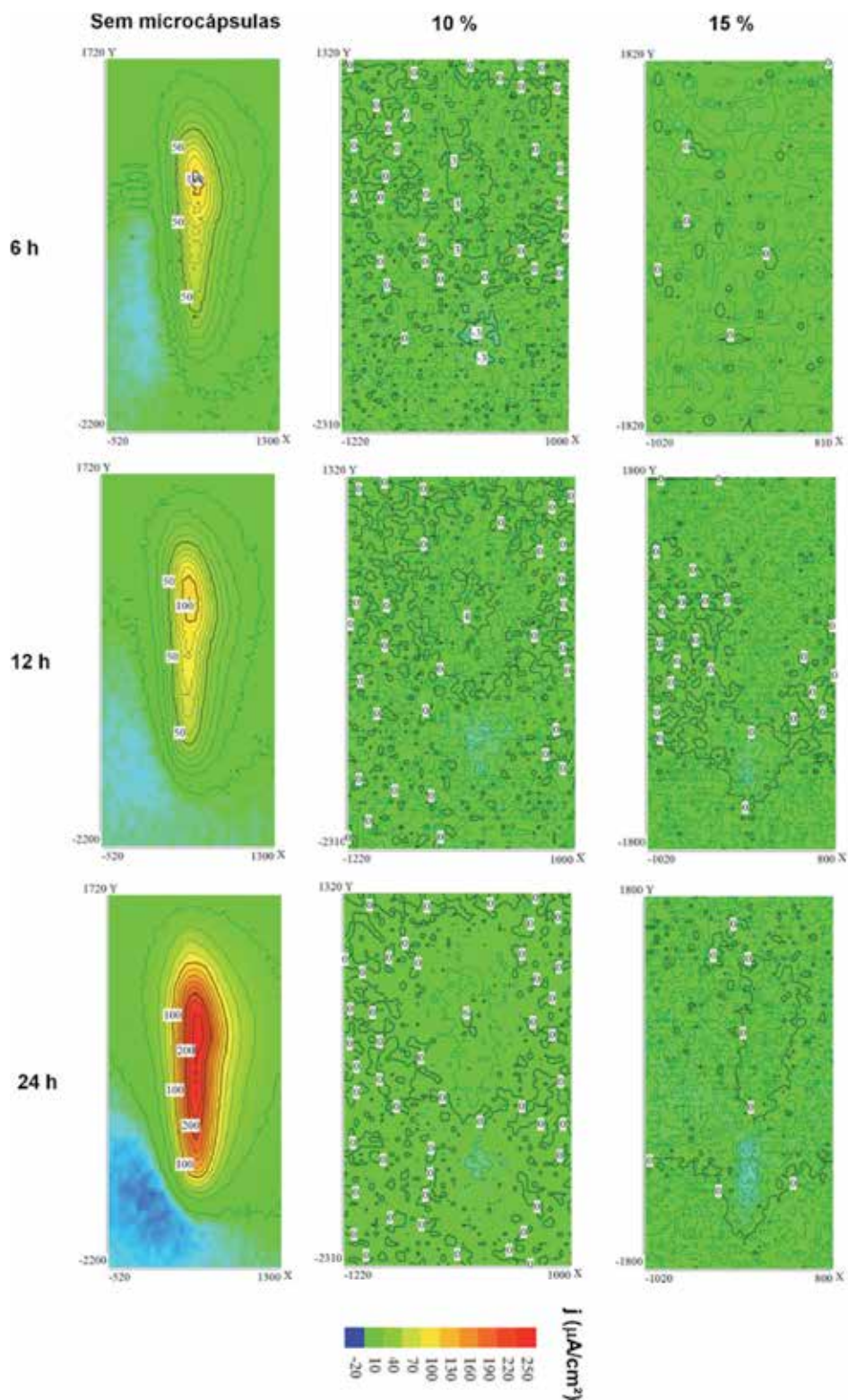


Figura 4 - Mapas de densidades de correntes iônicas obtidos pela técnica de SVET para as amostras sem o aditivo monocomponente, com 10 % de aditivo e com 15% de aditivo, após 6, 12 e 24 horas de imersão em NaCl 0,01 mol/L.

Conclusões

A aditivação do sistema de pintura com o aditivo autorreparador causou uma diminuição da impedância total do sistema de pintura, mostrando que houve uma certa perturbação do sistema de pintura na presença deste material. No entanto, o efeito de autorreparação pode ser comprovado para todas as amostras contendo microcápsulas através das técnicas eletroquímicas empregadas neste trabalho.

A maior concentração de microcápsulas no sistema de pintura proporcionou um melhor filme de autorreparação, onde as camadas aditivadas em 15% apresentaram um melhor desempenho anticorrosivo do que as camadas aditivadas em 10%. Além disto, aditivação das microcápsulas apenas na segunda camada do sistema de pintura não apresentou efeitos de autorreparação satisfatórios, devido à dificuldade do agente de reparação chegar até o substrato.

Os ensaios de adesão por *pull-off* foram fundamentais para provar que a presença das microcápsulas não prejudicou de maneira alguma as propriedades de adesão ou coesão do sistema de pintura, independentemente da camada aplicada ou da quantidade de microcápsulas adicionada na tinta.

Referências bibliográficas

- [1] 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.
- [2] COTTING, F.; AOKI, I.V. 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.
- [3] LANG S, ZHOU Q. Synthesis and characterization of poly(urea-formaldehyde) microcapsules containing linseed oil for self-healing coating development. *Prog Org Coatings* 2017;105:99-110. doi:10.1016/j.porgcoat.2016.11.015.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] PLAWECKA, M.; SNIHIROVA, D.; MARTINS, B.; SZCZEPANOWICZ, K.; WARSZYNSKI, P.; MONTEMOR, M.F. Self-healing ability of inhibitor-containing nanocapsules loaded in epoxy coatings applied on aluminium 5083 and galvaneal substrates. *Electrochimica Acta*, v.140, p. 282-293, 2014.
- [8] CHENAN A, RAMYA S, GEORGE RP, KAMACHI MUDALI U. Hollow mesoporous zirconia nanocontainers for storing and controlled releasing of corrosion inhibitors. *Ceram Int* v 40, p57-63, 2014.
- [9] LIU X, ZHANG H, WANG J, WANG Z, WANG S. Preparation of epoxy microcapsule based self-healing coatings and their behavior. *Surf Coatings Technol*, v.206:4976-80, 2012.
- [10] KHORASANI SN, ATA EI S, NEISIANY RE. Microencapsulation of a coconut oil-based alkyd resin into poly(melamine-urea-formaldehyde) as shell for self-healing purposes. *Prog Org Coatings*; v.111, p.99-106, 2017.
- [11] BEHZADNASAB M, ESFANDEH M, MIRABEDINI SM, ZOHURIAAN-MEHR MJ, FARNOOD RR. Preparation and characterization of linseed oil-filled urea-formaldehyde microcapsules and their effect on mechanical properties of an epoxy-based coating. *Colloids Surfaces A Physicochem Eng Asp*, v. 457, p.16-26, 2014. [12] SURYANARAYANA C, RAO KC, KUMAR D. Preparation and characterization of microcapsules containing linseed oil and its use in self-healing coatings. *Prog Org Coatings*, v.8, p.63-72, 2008.
- [13] PETROBRAS, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, I.V. AOKI, M. G. LACHTERMACHER, J.F. C COELHO, KOEBSCH A, FERREIRA P.A. **Revestimento Autorregenerante contendo agentes de autorreparação**, WO2014032130A1, 28 agosto de 2012.
- [14] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15877: pintura industrial - ensaio de aderência por tração. Rio de janeiro: ABNT, 2010.

ENSAIOS CÍCLICOS DE CORROSÃO EM PINTURAS



Celso Gnecco

Gerente – Treinamento Técnico / Empresa: Sherwin Williams
celso@sherwin.com.br

Abstract

This article discusses some traditional corrosion tests like exposition to: the salt fog, saturated humidity, to sulphur dioxide and others, showing that they are much more aggressive than the natural condition of each environment that simulates. The traditional tests are useful yet, but the performance of paints, formulations or component of paint systems can behave in laboratory that sometimes does not correspond to natural condition. So were developed cyclic combined, where the concentration of corrosive agents, temperature and situations “wet/dry” approach more of the actual condition. The introduction of ultraviolet light, component of sunlight, in some tests contributes to the degradation of polymers (resins) and pigment changes influencing on loss of anti-corrosion properties of paints. Cyclic corrosion tests allow to obtain laboratory results closer to natural conditions to test, compare and develop anti-corrosive paints.

Resumo

Este artigo aborda alguns ensaios de corrosão tradicionais como os de exposição: a Névoa Salina, a Umidade Saturada, ao Anidrido Sulfuroso e outros, mostrando que são muito mais agressivos do que a condição natural de cada ambiente que simulam. Os ensaios tradicionais ainda são úteis, mas o desempenho de tintas, de componentes de formulações ou de sistemas de pintura podem ter um comportamento nos ensaios que em algumas vezes não corresponde a condição natural. Por isso foram desenvolvidos ensaios cíclicos combinados, onde a concentração de agentes corrosivos, de temperatura e de situações “molha/seca” se aproximam mais da condição real. A introdução da luz ultravioleta, componente da luz solar, em alguns ensaios contribui para a degradação dos polímeros (resinas) e alterações nos pigmentos que influenciam na perda das propriedades anticorrosivas das tintas. Os ensaios cíclicos de corrosão permitem obter resultados em laboratório mais próximos das condições naturais para testar, comparar e desenvolver tintas anticorrosivas.

Palavras-chave: Ensaios Cíclicos de Corrosão em Pinturas

Introdução

Para a verificação em laboratório do desempenho de tintas, foram criados ensaios que simulam as condições naturais. Assim, para o ambiente rural, sem poluição, o ensaio de Umidade Saturada, para a beira-mar, o ensaio de Névoa Salina, para o ambiente de polos industriais com atmosfera poluída, o ensaio de Anidrido Sulfuroso. Como as condições nestes ensaios eram muito agressivas e muitas vezes não produziam resultados que correspondiam ao bom desempenho de algumas tintas, como por exemplo as base água em exposição natural, foram desenvolvidos Ensaios Cíclicos como o Prohesion e outros, como o de Resistência à Radiação UV e Condensação de Umidade (QUV). A junção Prohesion/Luz UV e outros ensaios combinados também foram desenvolvidos, como o da norma ISO 20340 revisada pela ISO 12944-9 em 2018 e os ciclos de corrosão que constam das normas Petrobras N-1374 rev.H e N-2680. Vamos ver os ensaios citados e os ciclos combinados:

Exposição a Atmosfera Úmida Saturada (100 % Relative Humidity)

Normas: ABNT NBR 8095, ASTM D 2247 e ISO 6270-2.

Este ensaio também é referido como “Resistência a 100 % de Umidade Relativa. Ele simula

as condições de ambiente rural (Figura 1), sem poluição, longe do mar e é realizado na “Câmara Úmida”. (Figura 2), segundo as condições descritas no Quadro 1.

Na norma ISO 6270-2:2017 a atmosfera do teste no interior da câmara pode ser:

- CH - atmosfera saturada com umidade constante
- AHT - atmosfera saturada alternando com resfriamento a temperatura ambiente
- AT - atmosfera saturada alternando com resfriamento em temperaturas abaixo da ambiente

Exposição a Névoa Salina (Salt Spray ou Salt Fog)

Normas: ABNT NBR 8094, ASTM B-117 e ISO 9227

Em um ambiente marítimo (Figura 3), onde a névoa é produzida pela arrebentação das ondas em piso raso do mar nas praias, a nebulização da água (spray) é levada pelos ventos para a orla marítima e cai por gravidade. Quanto mais próximo da praia, maior é a presença de névoa salina no ar. O agente agressivo neste ensaio é o íon cloreto (Cl⁻) que provoca intensa corrosão. O ambiente é simulado em laboratório na câmara de névoa salina (Figura 4). Detalhes da Câmara



Figura 1 - Ambiente Rural



Figura 2 - Câmara úmida saturada

ABNT NBR 8095 e ISO 6270-2

Temperatura: 40°C + 3°C

Atmosfera no interior: Saturada contínua com condensação sobre os cps.

O ensaio pode ser contínuo ou em ciclos:

O tempo para avaliação não deve ultrapassar 30 minutos

ASTM D 2247

Condição de temperatura: 38°C + 2°C

Quadro 1 - Condições de ensaio

Na norma ABNT NBR 8095 o ensaio pode ser contínuo ou em ciclos, a critério do usuário e diz que os cps devem distar 100 mm das paredes e do teto, 200 mm do fundo e 20 mm entre si.

Na norma ASTM D 2247:2015 o ensaio é contínuo e a disposição dos cps é 15° em relação a vertical. A norma ABNT não define o ângulo. Já na norma ISO 6270-2 o ângulo dos cps é maior ou igual a 60° em relação a horizontal.

ASTM D 2247

15°



ISO 6270-2

60°



podem ser observados nas Figura 5, 6 e 7 e as condições de ensaio estão descritas no Quadro 2.

Uma comparação entre as condições das três normas pode ser visto no Quadro 3.

A norma ISO 9227:2017 prevê 3 tipos de névoas salinas: NSS - névoa neutra; AASS - névoa com ácido acético; CASS - névoa acelerada com cobre e ácido acético.

Para que a corrosão ocorra, em uma superfície de aço carbono é necessário que haja áreas com

potenciais elétricos diferentes, contato elétrico entre estas áreas e presença de um eletrólito forte como por exemplo a névoa salina (líquido bom condutor de corrente elétrica através de íons, que neste caso é predominantemente cloreto).

São colocados no interior da câmara corpos de prova com pintura e também com um corte ou uma incisão, ou "entalhe", para verificar a partir da falha intencional que expõe o metal base, quanto a corrosão penetra sob o filme de tinta,

	ABNT NBR 8094:1983	ASTM B 117: 2016	ISO 9227:2017 (NSS)
Tamanho da câmara	>0,4 m ³	opcional	>0,4 m ³
Temperatura interior	35±2°C	35±2°C	35±2°C
Concentração da névoa	5±1%	5±1%	50 g/l ± 5 g/l
pH da névoa	6,5 a 7,2	6,5 a 7,2	6,5 a 7,2
Dispositivo de coleta	80 cm ²	80 cm ²	80 cm ²
Diâmetro	10 cm	---	100 mm
Coleta de névoa	1 a 2 mL/h	1 a 2 mL/h	1,5 mL/h ± 0,5 mL/h
Tempo mínimo da coleta	16 h	16 h	24 h
Disposição dos cps	15° a 30° vertical	15° a 30° vertical	20° ± 5° vertical

Quadro 3 - Condições de ensaio das normas ABNT 8094, ASTM B 117 e ISO 9227



Figura 3 - Ambiente Marítimo



Figura 4 - Câmara de névoa salina

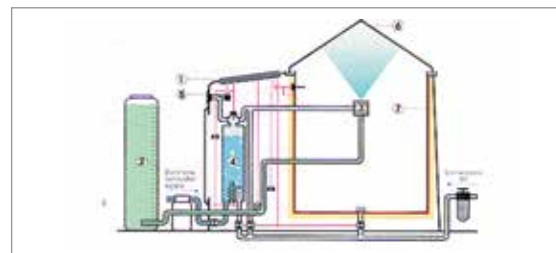


Figura 5 - Detalhes da Câmara (3)

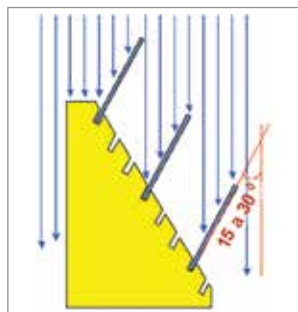


Figura 6 - Suporte dos corpos de prova dentro da Câmara



Figura 7 - Funil para recolher a névoa condensada

Norma ABNT NBR 8094

Temperatura: 35°C ± 2°C

Quantidade de solução recolhida em funil de Ø 10 cm (área aproximada de 80 cm²): 1,0 a 2,0 ml/h coletados por 16 h no mínimo

Concentração de Cloreto de Sódio na solução recolhida: 5% → (50 + 5) g em 1 L

pH da solução recolhida: 6,5 a 7,2

Quadro 2 - Condições de ensaio

ou quanto a tinta consegue confinar a corrosão na incisão.

Exposição ao Dióxido de Enxofre (SO₂) (Sulphur Dioxide)

Normas: ABNT NBR 8096, ASTM G 87 e ISO 3231

Este ensaio em câmara também chamada de “Kesternich”, procura simular a atmosfera de uma região industrial altamente poluída (Figura 8) com gás Dióxido de Enxofre (SO₂) também chamado de Anidrido Sulfuroso ou Ácido Sulfuroso Anidro. Este gás é produzido na queima de combustíveis contendo compostos de enxofre como se observa no Quadro 4 (ex. óleo combustível, diesel e gasolina). O SO₂ em presença de alguns metais, comuns nas ligas do aço e em presença de umidade e oxigênio produz ácido sulfúrico (H₂SO₄). Assim são as chuvas ácidas em ambientes industriais. Esta condição é simulada na Câmara de SO₂ (Figura 9) com capacidade para 300 L.

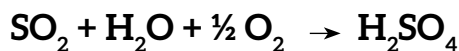
Os ciclos (ou rondas) das normas ABNT NBR 8096 e ISO 3231, podem ser vistos no Quadro 5.

Na norma ABNT NBR 8096 o volume de gás SO₂ injetado nos 300 L da câmara pode ser 0,2 L ou 2 L e na ASTM G 87 e na ISO 3231, o volume pode ser de 0,2 L, 1,0 L e 2,0 L. O volume de 0,2 L corresponde a 666,6 ppm ou 1.904.571,4 mg/m³, 1,0 L a 3.333,3 ppm ou 9.523.714,2 mg/m³ e 2,0 L a 6.666,6 ppm ou 19.047.428,5 mg/m³. Para testar tintas anticorrosivas é utilizado o volume de 2,0 L. Esta é uma condição muito agressiva, pois em uma região industrial como Capuava/SP por exemplo, a concentração em um dia muito poluído não chega a 0,5 ppm ou 1.428,5 mg/m³.

Só para ter uma ideia de quanto representa estes 0,5 ppm ou 1.428,5 mg/m³ na atmosfera, a CETESB-SP informa na FIT - Ficha de Informação Toxicológica. As concentrações médias anuais de SO₂ no ar atmosférico variam de 20 a 60 µg/m³ (0,007-0,021 ppm), com média diária acima de 125 µg/m³ (0,044 ppm). Essas concentrações podem ser 5 a 10 vezes mais elevadas em grandes cidades onde o carvão ainda é usado para aquecimento de moradias e cocção, ou em locais com fontes de dióxido de



Figura 8 - Ambiente Industrial poluído



dióxido de enxofre + água + oxigênio → ácido sulfúrico

Quadro 4 - Equação de formação do ácido Sulfúrico (H₂SO₄)



Figura 9 - Câmara de SO₂ (2)

ABNT NBR 8096 e ASTM G 87

Atmosfera	Duração dos ciclos	Período	Temperatura	Condições de umidade	Volume de SO ₂
2,0 S	24h	8h	40 ± 3°C	Saturada	2,0 L *
		16h	Ambiente	Ambiente	Ambiente

ISO 3231 e ASTM G 87

Atmosfera	Duração dos ciclos	Período	Temperatura	Condições de umidade	Volume de SO ₂
1,0 S	24h	8h	40 ± 3°C	Saturada	1,0 L *
		16h	Ambiente	Ambiente	Ambiente

Obs.: a norma ASTM G 87 prevê volumes de gás SO₂ de 0,2 L, 1L e 2,0 L

Quadro 5 - Comparação entre as Normas ABNT NBR 8096 e a ISO 3231

enxofre de origem industrial pouco controladas. No ambiente C5 (very high) da norma ISO 9223:2012 - atmosfera com poluição de SO₂ muito elevada (de 90 mg/m³ a 250 mg/m³) e para o ambiente CX da mesma norma - atmosfera de extrema corrosividade a poluição com SO₂ supera os 250 mg/m³.

Resistência à Radiação UV e Condensação de Umidade (Q-UV)

Normas: ABNT NBR 9512, ASTM G-154 (antiga G-53) e ISO 11507

A câmara (Figura 10) possui uma bandeja na parte inferior, onde a água é aquecida. Há 8 lâmpadas que emitem luz UV-B ou UV-A e os cps pintados fazem parte da parede da câmara, de maneira que a face principal fique virada para o interior, exposta a luz e a umidade. O ar do ambiente passa pela face oposta e resfria cerca de 5 graus a menos que a temperatura do interior da câmara, provocando a condensação na face principal. Detalhes da Câmara podem ser vistos nas Figuras 11, 12, 13 e 14.

Nota: A norma ABNT NBR 9512 é para Fios e Cabos Elétricos, mas como não temos outra

específica para Tintas, ela é usada sem problemas, mas esta norma prevê apenas a radiação Ultravioleta B. Isto não impede de ser utilizada com lâmpada Ultravioleta A também.

No espectro Eletromagnético, a faixa de radiação Ultravioleta vai de 250 a 400 nanômetros (nm), Nesta região são encontradas três tipos de radiações ultravioleta: UV-A, UV-B e UV-C sendo as mais importantes para o ensaio o UV-A e UV-B:

- **UV-A** (315 a 400 nm) - Causa alguma degradação nos polímeros - Passa através de janela de vidro.
- **UV-B** (280 a 315 nm) Responsável pela maior parte dos danos aos polímeros. É absorvida pela janela de vidro.

A luz ultravioleta é uma forma de energia danosa para polímeros e pigmentos. Na Figura 15 são mostrados os espectros das radiações UV-A e UV-B comparados com a luz do sol e na Figura 16 a degradação dos polímeros por sua ação.

Um teste de intemperismo que produzisse UV e condensação teria a vantagem do sinergismo entre estas duas forças. No entanto não é muito realístico expor amostras simultaneamente a luz UV e a condensação. No intemperismo natural o UV e condensação geralmente ocorrem separadamente. A umidade condensa principalmente a noite, e a luz UV está presente na radiação solar, mais intenso ao redor do meio dia. Por esta razão o Q-UV foi programado para períodos separados de UV e condensação, simulando dias e noites.



Figura 10 - Câmara Q-UV (3)



Figura 11 - Vista do interior da Câmara em corte (3)

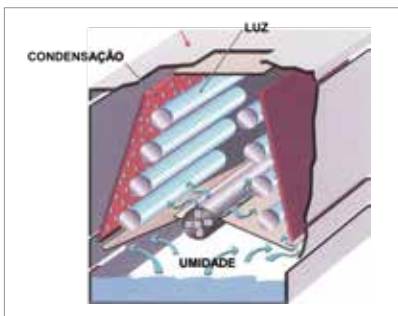


Figura 12 - Vista do interior da Câmara em corte (3)



Figura 13 - Colocação das lâmpadas na câmara (3)



Figura 14 - Colocação dos cps na câmara (3)

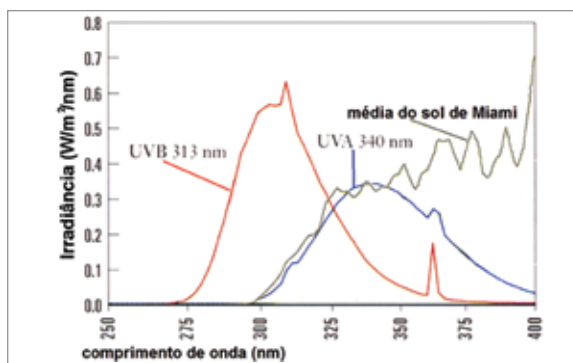


Figura 15 - Espectros das radiações UV x luz solar

A câmara funciona de tal maneira que os ciclos se repetem e foi concebida levando em conta os seguintes conceitos fundamentais:

1) Para simular os efeitos da luz do sol, é necessária somente a faixa de comprimento de onda da região do Ultravioleta e não todo o espectro da luz solar. Os melhores resultados são obtidos reproduzindo somente os comprimentos de onda mais curtos: o UV-A ou o UV-B.

2) A maneira mais apropriada para simular o ataque da umidade é com condensação a quente em uma temperatura elevada.

3) Os efeitos do UV e da condensação são acelerados pela elevação da temperatura de ensaio.

Nota: As reações fotoquímicas começam quando as lâmpadas UV são ligadas. O grau de reações fotoquímicas é proporcional ao tempo de exposição ao UV e à temperatura de exposição. O ciclo com 4 h de UV a 60°C + 4 h de condensação a 50°C é uma combinação típica, mas na norma Petrobras N-2677 Rev.B o Ciclo segundo a ASTM G 154 é: 8 h de exposição ao UV-A a 70°C + 4 h de exposição a Condensação de Umidade a 50°C, por um período de 1440 h.

Já a norma Eletrobras NE-011, o Ciclo segundo ASTM G 154 é: 8 h de exposição ao UV-B a 70°C + 4 h de exposição a Condensação de Umidade a 50°C, por um período de 1080 h.

A norma ASTM G 154 prevê 8 ciclos com vários tempos e temperaturas e a possibilidade de utilizar lâmpadas UV-A (340 nm) e UV-B (313 nm). A N-2677 utiliza o Ciclo 4 e a NE-011, o Ciclo 3.

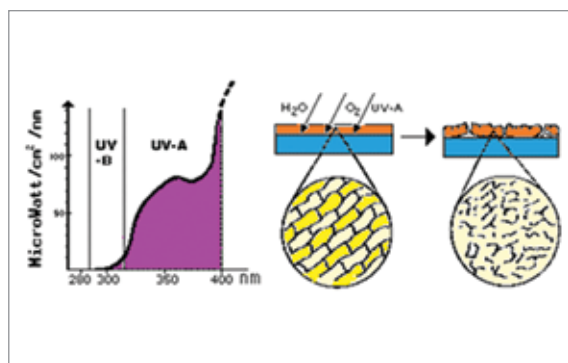


Figura 16 - Degradação de polímeros pela luz UV (4)

Segundo ADEXIM-COMEXIM, fabricante do equipamento CUV, o sistema é a simulação em laboratório das forças de destruição da natureza de forma acelerada, predizendo a durabilidade relativa dos materiais não metálicos. Os Ensaio simulam a deterioração dos materiais onde podem ser observados, principalmente, os efeitos de (5):

- Fragilização de matérias / aparência quebradiça
- Perda de cor, brilho e amarelamento
- Calcinação
- Alteração da Opacidade ou brilho
- Perda de Aderência
- Perda da Plasticidade / endurecimento
- Trinca e Bolhas
- Deformações
- Perda de transparência
- Perda de funcionalidade

Intemperismo Artificial (Weather-Ometer)

Norma ASTM G 155

O método de ensaio simula a condição de intemperismo (sol e a chuva). A ação da luz ultravioleta sobre os polímeros e os pigmentos das tintas aliados ao molhamento por água pura (deionizada) causa degradação das tintas como a perda de brilho e da cor. O aparelho (Figura 17) consiste de uma câmara contendo um tambor rotativo (Figura 18) que gira à



Figura 17 - Aparelho Weather-Ometer Ci 4000

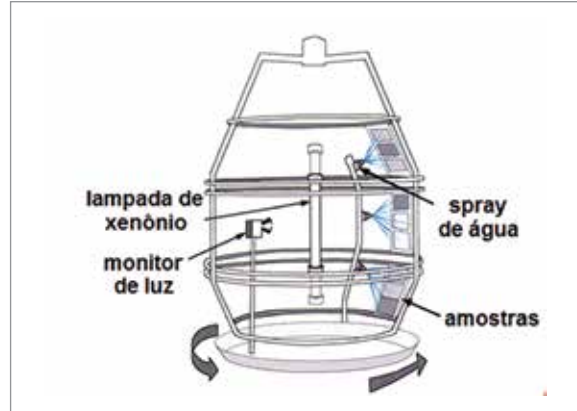


Figura 18 - Tambor rotativo onde as amostras são afixadas

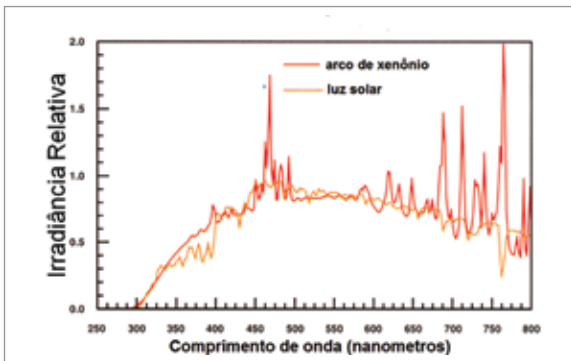


Figura 19 - Espectro da luz do arco de xenônio vs. Luz solar



Figura 20 - Lâmpada de xenônio e filtros desmontados

velocidade de 1 rpm, onde são colocados os corpos de prova. A luz é produzida por uma lâmpada de xenônio de 6500 W. O espectro da luz de xenônio pode ser visto na Figura 19 comparado com a luz solar.

O método ASTM G 155 prevê 12 ciclos de exposição. Um dos mais usados em tintas anticorrosivas é o número 1, onde as condições são: 102 min de luz + 18 min de luz e spray de água. O ciclo total é de 120 minutos. No período de 2 horas ocorre a chuva (água deionizada) por 18 minutos. A luz é contínua, pois a lâmpada em nenhum momento é desligada. O corpo de prova negro de controle chega a 63°C com a luz e sua temperatura diminui com o spray de água. A lâmpada de 6500 W irradia 0,35 W/m² por nm e o comprimento de onda da luz é de 340 nm, muito parecida com a luz solar. A Figura 20 mostra uma lâmpada de xenônio desmontada e suas partes.

PROHESION

Norma: ASTM G 85 anexo A5.

O ensaio de Prohesion foi desenvolvido na Inglaterra para tintas anticorrosivas. O nome Prohesion é uma junção das palavras "Protection" e "Adhesion".

Os resultados de testes de Prohesion são mais representativos quanto a corrosão ao ar livre do que os resultados do teste de névoa salina (salt spray) tradicional. Prohesion mostra bolhas e delaminação que se correlacionam melhor com exposição exterior. Estes testes são projetados para avaliar muito bem como os revestimentos anticorrosivos protegem os substratos contra a corrosão.

A câmara (Figura 21) simula a névoa salina, menos concentrada e inclui o ciclo de secagem como observado no Quadro 6. O ciclo completo



Figura 21- Camara Q-Fog (3)

1 h Névoa a 25°C	COMPOSIÇÃO DA SOLUÇÃO DE ELETRÓLITO: 0,05 % de Cloreto de Sódio NaCl + 0,35 % de Sulfato de Amonia (NH ₄) ₂ SO ₄ Os agentes agressivos são: íons (Cl ⁻) e (SO ₄) O pH da solução deve estar entre 5,0 e 5,4
1 h Secagem	SECAGEM COM AR QUENTE A 35°C A etapa de secagem é completada pela passagem de ar fresco na câmara, de tal maneira que dentro de 45 minutos todas as gotas visíveis de água sobre as placas em ensaio sejam secadas

Quadro 6 - Ciclo Prohesion

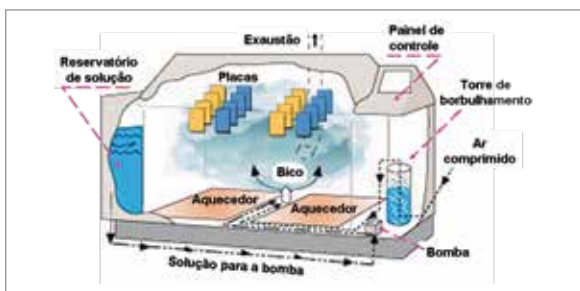


Figura 22 - Ciclo névoa (3)

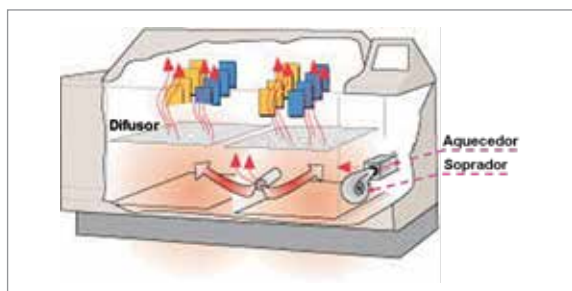


Figura 23 - Ciclo secagem (3)

é de 2 h sendo 1 h com névoa de eletrólito e 1 h com ar quente (35°C). O ciclo de Prohesion que pode ser observado no Quadro 6 e nas Figuras 22 e 23 é o seguinte:

CORROSÃO / INTEMPERISMO

Norma: ASTM D 5894:2016

Em 1988 O Sr. Brian S. Skerry da Sherwin-Williams publicou artigo sobre a importância da inclusão da radiação ultravioleta combinada com o ensaio Prohesion e de como esta forma de radiação afetava a capacidade de proteção contra a corrosão das tintas anticorrosivas. Este ensaio cíclico também é chamado de “Ciclo Skerry”. Na época da sua criação, tintas base água falhavam em ensaio de névoa salina, enquanto que o desempenho real era satisfatório. O Ciclo Skerry permitiu que as tintas base água pudessem ser testadas em laboratório com resultados mais próximos do real.

Névoa | Como foi mencionado, o ensaio de Névoa Salina é muito severo e em condições que as pinturas não encontram na realidade. Por exemplo, no Oceano Atlântico, a concentração salina é de 3,5% de Sais, dos quais 85%

é Cloreto de Sódio. Na câmara de ensaio, procura-se simular as condições encontradas a beira mar, através da nebulização de solução de Cloreto de Sódio (NaCl) porém com concentração de 5%. A condição da câmara além de ter concentração maior do que a condição real, é contínua e sabe-se que na orla marítima a névoa atua principalmente de dia (brisa marítima), pois a noite o vento sopra da terra para o mar (terralão ou brisa terrestre) e muitas vezes, não venta (calmaria). Na condição real, a névoa salina é intermitente, e dentro da câmara é contínua.

SO₂ | No ensaio de exposição ao Anidrido Sulfuroso que é cíclico (8 h fechado com 2 L de gás SO₂, e 16 h aberta nas condições ambiente, por causa da concentração extremamente alta de SO₂, a correlação com a exposição natural não é satisfatória, pois a câmara, tem volume de 300 L e com 2 L deste gás a concentração é 6.666,6 ppm. Esta é uma condição muito agressiva, pois em uma região industrial como Capuava/SP, por exemplo, a concentração em um dia muito poluído não chega a 0,5 ppm. Nas normas ISO 3231 e ASTM G 87, o volume de gás SO₂ pode ser

1 semana	Prohesion na Câmara Q-Fog
Após uma semana neste ciclo, as placas são transportadas manualmente para a câmara de Q-UV	
1 semana	Intemperismo na Câmara Q-UV
4 h Luz UVA	Exposição a luz ultravioleta (lâmpadas UVA 340) Temperatura de 60°C
4 h Condensação de umidade	Condensação de Umidade Temperatura de 50°C

Quadro 7 - Ciclo Prohesion/Intemperismo padronizado pela ASTM D 5894

0,2 L, 1,0 L e 2,0 L. Os 2,0 L no ensaio é sem dúvida uma condição muito agressiva e irreal. Tanto assim, que as normas da Petrobras e Eletrobras preconizam um mínimo de 5 ciclos que em tempo corresponde a 120 h e se pensarmos no tempo com gás, são só 40 h.

UV | Para tintas de manutenção industrial, a adição da luz Ultravioleta (UV) tem sido útil para melhorar a correlação entre algumas formulações. Isto é porque os danos que a radiação UV causam às tintas podem torná-las mais vulneráveis à corrosão.

O ensaio de Corrosão/intemperismo consiste de ciclos de uma semana de Prohesion alternados com uma semana de exposição ao Q-UV. O ciclo de Corrosão/intemperismo, que foi padronizado pela ASTM D 5894, pode ser visto no Quadro 7.

Após uma semana neste ciclo, as placas são transportadas manualmente para a câmara de Q-UV.

Neste tipo de ensaio (ASTM D 5894) onde há combinação de pulverização de solução salgada, secagem, exposição a luz UV, variação de temperatura e condensação de umidade, observa-se que:

- Há molhamentos e secagens (mais próximo do que ocorre na exposição real)
- Há íons Cloreto e Sulfato (Cloreto de sódio e Sulfato de Amonia). Mais agressivo do que só Cloreto
- Há variação da concentração dos íons (que são baixos durante a pulverização mas que sofrem aumento de concentração durante a fase de secagem com ar aquecido a 35°C
- Há condição ligeiramente ácida (O pH da solução deve estar entre 5,0 e 5,4)

- Há radiação ultravioleta A, que melhora a correlação da luz da lâmpada com a da luz solar natural)
- Há condensação de umidade quando a lâmpada se apaga, simulando a condição da noite, sem luz.

Ensaio cíclico combinado

Norma: ISO 12944-9:2018

O ciclo de exposição (Quadro 8) constava do Anexo A da norma ISO 20340 e agora em 2018 foi revisada pela norma ISO 12944-9. O ciclo é de uma semana (7 dias - 168 h) e é ilustrado no desenho da Figura 24. Nos Quadros 8 e 9 são mostradas recomendações do Anexo B desta norma.

A combinação de exposições visa o ambiente C5 muito alta corrosividade (very high corrosivity) da norma ISO 12944-2 onde se configura a exposição a radiação solar (intemperismo) e à névoa salina (condição off shore). A condição de baixa temperatura provoca a variação da temperatura na faixa de 60°C a - 20°C. O movimento expansão/contração proporciona alterações dimensionais tanto no substrato como no revestimento. O objetivo é verificar como o revestimento se comporta diante da diferença no coeficiente de dilatação dos materiais e pode antecipar problemas nas propriedades das tintas nas condições críticas padronizadas no ensaio.

A norma **Petrobras N-1374** rev.H recomenda no Anexo C - *Requisitos para Qualificação de Revestimentos para Superfícies que Apresentam Condensação Permanente*, segundo a norma **ISO 20340**, o ensaio cíclico de corrosão que consta

- a) 72 h (3 dias) de exposição à radiação UV e condensação de umidade em conformidade com a ISO 16474-3 sob as seguintes condições: Método A da ISO 16474-3: alternando períodos de 4h exposição ao UVA-340 a temperatura de $(60 + 3)^\circ\text{C}$ e 4 h de exposição a condensação de umidade $(50 + 3)^\circ\text{C}$.
- b) 72 h (3 dias) de exposição ao sal spray de acordo com ISO 9227;
- c) 24 h (1 dia) de exposição a baixa temperatura $(-20 \pm 2)^\circ\text{C}$

Quadro 8 - Ciclo combinado de Exposição do Anexo A (procedimento de envelhecimento) da norma ISO 20340

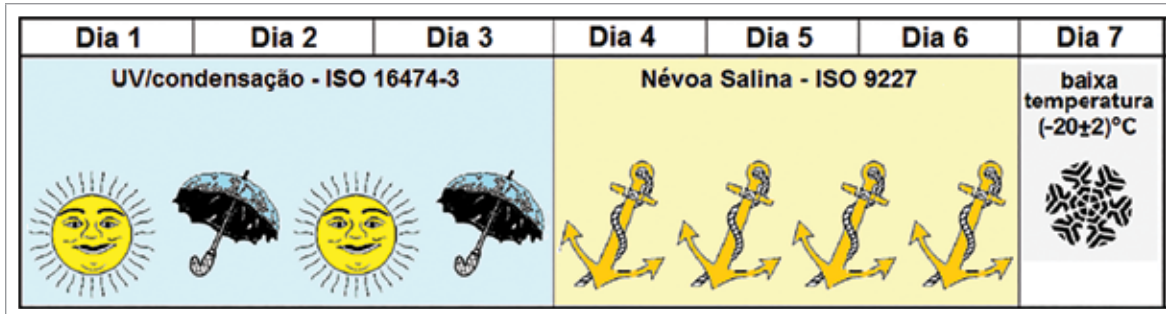


Figura 24 - Desenho do Anexo B da norma ISO 12944-9:2018

- Iniciar com exposição aos raios UV e terminar com condensação de umidade
- Entre os períodos de névoa salina e a baixa temperatura, lave os painéis com água deionizada mas sem secar
- No início do período de baixa temperatura, o painel deve chegar a temperatura de -20°C , dentro de 30 min
- Expor os painéis de teste por 25 ciclos ou 4200 h. No entanto, na norma ISO 12944-6:2018 para o Ambiente C5 com expectativa de durabilidade H (high) alta, o tempo exigido é de 1680 h e para o Ambiente C5 com expectativa de durabilidade VH (very high) muito alta o tempo é de 2688 h

Quadro 9 - Recomendações sobre o Ciclo combinado de Exposição da norma ISO 12944-9 Anexo B

da Tabela C.1 - Características da Película Seca. O ciclo é exatamente o mesmo mostrado na Figura 24 acima. Há uma diferença, que na norma ISO 20340, os três dias UV/condensação, segundo a norma ISO 11507, foi cancelada e a norma ISO 16474-3 foi adotada em seu lugar.

Outros ensaios cíclicos combinados:

Três exemplos de ensaios cíclicos combinados da norma **Petrobras N-2680** estão no Quadro 10.

Nos três ciclos da norma Petrobrás N-2680, há Névoa salina, luz UVA e condensação de umidade. Parecem iguais, mas no Ciclo I, a Névoa salina tem a solução de água salgada neutra substituída por água do mar sintética que contém Cloreto de sódio, Sulfato de sódio e uma mistura com solução de Cloreto de magnésio, Cloreto de cálcio e Cloreto de Estrôncio em pequenas quantidades, simulando a água do mar

natural só que com pH 8,2 ligeiramente alcalino, ajustado com Hidróxido de sódio. O Ciclo II combina o Prohesion com Luz + condensação, muito semelhante ao Ciclo "Skerry" (ASTM D 5894). No Prohesion a solução pulverizada como já foi visto, é mais diluída e há a passagem de ar aquecido (35°C). No Ciclo III a névoa é a tradicional neutra com 5% de Cloreto de sódio, luz e mais a condensação de umidade e é submetida a baixa temperatura de -10°C .

Comentário: Relação entre tempo na câmara e tempo real

Não há relação direta estabelecida entre o tempo de exposição nas câmaras e o tempo de vida útil real das tintas ou sistemas ensaiados. As câmaras permitem no entanto, comparações úteis. Assim, se um material tem desempenho superior a outro durante o ensaio, pode-se afirmar com grande possibilidade de acerto

que terá durabilidade real também superior. Porém, de quanto essa durabilidade será maior, os testes não poderão prever com exatidão. No caso das câmaras, suas condições e a posição das cps. no seu interior são mantidas sempre as mesmas. No entanto, em uma estrutura ou equipamento no intemperismo real as faces estão dispostas em diversas posições e as condições climáticas variáveis, sem contar com os mais diferentes poluentes na atmosfera em cada região. As câmaras servem para comparar desempenhos e desenvolver produtos, pois os resultados de comparações são obtidos em tempos mais curtos do que em condições de exposições naturais. Se uma tinta apresenta bons resultados em campo, é possível estabelecer uma especificação ou norma através de ensaios que representem este desempenho e assim possibilite a caracterização da tinta. Se a tinta de um fabricante atende a norma, é possível que outro fabricante possa desenvolver a fórmula para que a sua tinta também possa atender. É necessário cumprir os tempos mínimos de ensaio

constantes da norma estabelecida. As normas dos ensaios não fixam a duração. Quem determina tempos são os compradores, através de especificações ou normas ou através de acordo entre o comprador e os fabricantes das tintas.

Conclusão

Os ensaios cíclicos combinados são mais trabalhosos e mais complexos mas tem se mostrado mais apropriados para testar novas formulações de tintas anticorrosivas e desempenho tanto de tintas modernas base água quanto de tradicionais tintas base solventes orgânicos ou sem solventes.

Os ensaios clássicos de exposição a Névoa salina, à Umidade ou ao Anidrido sulfuroso, por serem contínuos ou com concentração alta de agente agressivo, podem não conduzir a resultados comparáveis com o desempenho em ambientes naturais, mas continuam sendo muito usados e servem para classificar o desempenho de tintas e comparar sistemas de pintura. Os

Ensaio Cíclico de Corrosão I - 25 ciclos de 168 h = 4200 h

168 h (7dias)	3 dias	a) 72 h névoa salina (ISO 9227), porém com água do mar sintética (ASTM D 1141)
	4 dias	b) 80 h radiação UVA e condensação, (ASTM G 154) ciclo de 4 h de radiação UVA a 60°C e 4 h de condensação de umidade a 50°C
		c) 16 h secagem a temperatura ambiente

Ensaio Cíclico de Corrosão II - 12 ciclos de 336 h = 4032 h

12 ciclos (14 dias)	168 h ASTM G 154 (Luz + condensação)	4 h de luz	Luz UV com lâmpadas UVA 340 Temperatura de 60°C
		4 h de condensação	Condensação de umidade Temperatura de 50°C
	168 h "Prohesion", (ASTM G 85 (Anexo A5))	1 h névoa	0,05 % de Cloreto de Sódio
			0,35 % de Sulfato de Amonia
		1 h secagem	Ar quente a 35°C

Ensaio Cíclico de Corrosão III - 20 ciclos de 168 h = 3360 h

168 h (7dias)	3 dias	a) 72 h névoa salina (ISO 9227), com solução de Cloreto de sódio a 5 %:
	1 dia	b) 24 h a baixa temperatura (- 10°C);
	3 dias	c) 72 h radiação UVA e condensação de umidade (ASTM G 154) ciclo de 4 h de radiação UVA a 60°C e 4 h de condensação de umidade a 50°C.

Quadro 10 - Os três ciclos de corrosão da norma Petrobras N-2680

ensaios com ciclos combinados, produzem resultados muito mais próximos da realidade das exposições naturais.

Certamente novos ensaios combinados deverão surgir ou novos ciclos serão estudados, e este parece ser o futuro dos ensaios de laboratórios. Novas câmaras controladas por computadores com programas que executam sozinhos os vários ciclos programados previamente, deverão ser desenvolvidos. O objetivo será sempre, o de obter em curto tempo, resultados confiáveis e perfeitamente compatíveis com o desempenho das tintas anticorrosivas e sistemas de pintura durante a sua vida útil real no ambiente na atmosfera natural de trabalho.

Referências

<http://www.equilam.com.br/> - EQUILAM INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA

<http://www.bass.com.br/> - BASS EQUIPAMENTOS LTDA

<http://www.mastcom.com.br/> - MAST COMERCIAL E IMPORTADORA (Q-LAB)

Livro: Schmid, Eric V. - Exterior Durability of Organic Coatings

<http://www.adexim-comexim.com.br/equipamentos> - ADEXIM COMEXIM - Equipamentos para Laboratório

<http://www.atlas-mts.com/> (Atlas Material Testing Solutions - AMETEK)

Artigo do Sr. Douglas M.Grossman da Q-Lab (L-821 11/89)

Artigo do Sr. Brian S.Skerry apresentado no V Congresso Internacional da ABRAFATI

Livro: Tintas e Vernizes - Ciência e Tecnologia da ABRAFATI

Referências normativas

ABNT NBR 8094:1983 - Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição a nevoa salina

ABNT NBR 8095:2015 - Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exp.à atm.úmida saturada

ABNT NBR 8096:1983 - Material metálico revestido e não-revestido - Corrosão por exp.ao dióxido de enxofre

ABNT NBR 9512:2016 - Fios e Cabos Elétricos - Intemp. Artificial sob condens.de Água, Temp.e Radiação UV

ASTM B 117:2016 - Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus

ASTM D 2247:2015 - Standard Practice for Testing Water Resistance of Coatings in 100% RH

ASTM D 5894:2016 - Cyclic Salt Fog/UV Expos.of Painted Metal. (Fog/Dry Cabinet and UV/Condensat.Cabinet

ASTM G 85 - Annex A5 - Standard Practice for Modified Salt Spray (Fog) Testing

ASTM G 87:2014 - Standard Practice for Conducting Moist SO₂ Tests

ASTM G 154:2016 - Standard Practice for Operating Fluoresc.(UV) Lamp App.for Exp.of Nonmetallic Materials

ASTM G 155:2013 - Standard Practice for Operating Xenon Arc Light App.for Exp.of Nonmetallic Materials

ISO 3231:1993 - Paints and varnishes - Determin.of resistance to humid atmospheres containing sulfur dioxide

ISO 6270-2:2017 - Condensation (in-cabinet exposure with heated water reservoir)

ISO 9227:2017 - Corrosion tests in artificial atmospheres - Salt spray tests

ISO 11507:2007 - Paint and varnishes - Exposur. of coatings to artificial weathering - Exposure to Fluoresc.UV

ISO 12944-2:2018 - Paints and varnishes - Corr.steel struct. by protect.paint systems - Classification of environ.

ISO 12944-9:2018 - Protect.paint syst.and laborat.performance test methods for offshore and related structures

ISO 16474-3:2013 - Paints and varnishes - Meth.of exposure to laborat.light sources: Fluorescent UV lamps

ISO 20340:2009 - Performance requirements for protective paint systems for offshore and related structures

Petrobras N-1374 rev.H - Revest.Anticorrosivos para Manut. de Unid.Marítimas de Exploração e de Produção

Petrobras N-2680 - Tinta Epóxi, Sem Solventes, Tolerante a Superfícies Molhadas

Agradecimentos

Dario Mendonça da Mast pelas contribuições importantes sobre produtos da Q-LAB representados no Brasil pelo Grupo Mast e Victor Souza/Felipe Fredo Naciuk, colegas da SW.

Sobre o Autor

Engenheiro Químico formado em 1974 pela **Escola Superior de Química Oswaldo Cruz** em S.Paulo/SP

Ex-chefe do Laboratório de Pesquisas e Desenvolvimento de Tintas do **IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas**, onde trabalhou de 1969 à 1990.

Gerente de Treinamento Técnico da **Sherwin-Williams- Unidade Sumaré**, desde 1990.

Professor da ABRACO - Associação Brasileira de Corrosão no Curso **Inspetor de Pintura Nível 1 e Nível 2** em São Paulo/IPT, desde 2007.

Professor da ABRAFATI - Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas no Curso: Tintas Ciência e Tecnologia, desde 1993.

Professor da ABENDI - Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivo e Inspeção, no Curso de Formação de Inspetores de Equipamentos - Pintura e Revestimentos não Metálicos, desde 2005.

INFLUÊNCIA DA GELATINA EM DEPÓSITOS DE ZINCO ELETRODEPOSITADOS COM BANHOS CONTENDO CLORETO DE AMÔNIO

**Anezio Raymundo Gomes de Oliveira Júnior, Carlos Alberto Caldas de Souza,
Claudia Lisiane Fanezi da Rocha, Alexandre Magno Coutinho Borges¹,
Paulo Moura Bispo de Santana²**

¹ PPEQ-Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal da Bahia, 40210-630, Rua Aristides Novis, nº 02, 2º andar, Federação - Salvador - Bahia, Brasil
anezio.gomes@ufba.br, caldassouza@hotmail.com, cfanezi@ufba.br, alexandemcb@ufba.br

² Instituto Federal da Bahia, 41301-110, Simões Filho - Bahia, Brasil.
poumou@hotmail.com

Resumo

A indústria sempre procurou desenvolver técnicas para atenuar a deficiência dos metais a atmosfera corrosivas. O zinco devido a sua característica sacrificial e baixo custo, como camada protetora, é um dos mais utilizados no mercado. Entretanto, em ambientes severamente agressivos como atmosfera marinha, a taxa de corrosão do zinco é acelerada reduzindo a eficiência da proteção catódica. Para melhorar o desempenho do aço revestido por eletrodeposição de zinco nestes ambientes mais severos, uma alternativa, seria o uso de aditivos que modificassem a estrutura do depósito de zinco no substrato. Neste trabalho, foi utilizado a adição de gelatina no banho de eletrodeposição. Relatos na literatura, informam que o uso de aditivos orgânicos influencia na resistência a corrosão, por este motivo, um estudo de forma detalhada de fatores como resistência a corrosão, eficiência de deposição e análise da estrutura do depósito de zinco com adição de gelatina no banho de cloreto de amônio foi o principal objetivo. Testes com microdurômetro comprovaram a relação entre a dureza do depósito e o refino de grãos, influenciando na compactação e consequentemente o aumento a resistência a corrosão. O aditivo inorgânico cloreto de amônio, utilizado para aumentar a condutividade do banho comercial, serviu como parâmetro para verificar a melhor condição de uso da gelatina.

Palavras-chave: Gelatina, amônio, zinco, eletrodeposição.

Abstract

INFLUENCE OF GELATINE IN ZINC DEPOSITS ELECTRODEPOSITED WITH BATHS CONTAINING AMMONIUM CHLORIDE

The industry has always sought to develop techniques to attenuate the deficiency of corrosive metals in the atmosphere. Zinc due to its sacrificial characteristic and low cost, as protective layer, is one of the most used in the market. However, in severely aggressive environments such as marine atmosphere, the rate of corrosion of zinc is accelerated by reducing the efficiency of cathodic protection. To improve the performance of zinc-electroplated steel in these more severe environments, an alternative would be the use of additives that would modify the structure of the zinc deposit in the substrate. In this work, the addition of gelatin was used in the electrodeposition bath. Reports in the literature indicate that the use of organic additives influences the corrosion resistance, for this reason, a detailed study of factors such as corrosion resistance, deposition efficiency and analysis of the structure of the zinc deposit with addition of gelatin in the bath of ammonium chloride was the main objective. Microdurometer tests proved the relationship between deposit hardness and grain refining, influencing compaction and consequently increasing corrosion resistance. The inorganic ammonium chloride additive, used to increase the conductivity of the commercial bath, served as a parameter to verify the best condition of use of gelatin.

Keywords: Gelatin, ammonium, zinc, electroplating.

1. INTRODUÇÃO

Os banhos utilizados na eletrodeposição industrial do Zn são os banhos contendo cianetos e os banhos sem cianetos, que são principalmente os banhos ácidos (cloreto ou sulfato) e os banhos alcalinos. Os banhos com cianeto embora apresentem uma elevada capacidade de formar depósitos com espessura uniforme mesmo sobre superfícies que apresentam uma certa irregularidade (elevada "throwing power"), estão sendo substituídos pelos banhos não cianetados, devido a sua elevada toxidez.[1] Os banhos alcalinos não cianetados são poucos utilizados, sendo que em vários países, principalmente nos países desenvolvidos os banhos ácidos não cianetados são os banhos mais utilizados na eletrodeposição do Zn [2].

Grande parte dos banhos ácidos de cloreto utilizados na eletrodeposição comercial do Zn, geralmente apresentam um pH em torno de 5 e utilizam o cloreto de potássio ou o cloreto de amônio para aumentar a condutividade do banho. Nos banhos contendo cloreto de amônio a deposição do Zn pode ser realizada em uma faixa mais ampla de densidade de corrente.

Estudos na literatura indicam que coloides, como a gelatina, possuem características de inibidores de adsorção, eles possuem a capacidade de formar películas sobre o substrato com a finalidade de interferir nas reações eletroquímicas, no caso da fragilização por hidrogênio essa capacidade torna-se bastante interessante devido a barreira formada antes do substrato na qual dificulta a adsorção do hidrogênio no metal [3]. A utilização de aditivos orgânicos como inibidores de corrosão data do ano de 1907, onde Snowden adicionou formaldeído em um eletrólito ácido diminuindo o tamanho dos grãos depositados no substrato[4]

Com o objetivo de melhorar as características do depósito de Zn obtido por eletrodeposição, tem sido analisado o efeito de um grande número de aditivos orgânicos principalmente na resistência a corrosão do depósito, na eficiência de deposição e no desempenho do aditivo em tornar brilhante a superfície do depósito. Entre esses aditivos um dos mais conhecidos é a gelatina, que inclusive já é utilizada em banhos comerciais de deposição

com finalidade estética (brilho). A adição da gelatina no banho de deposição promove o refino de grãos e torna a superfície do depósito mais compacta, o que eleva a sua resistência a corrosão, sendo esse efeito constatado no depósito de Zn [5-7], e em ligas de Zn-Ni [4,8]. Segundo KARAHAN [9], a gelatina promove a formação de depósitos com grãos mais refinados e com poucas falhas devido à supressão das fraturas no processo de eletrodeposição.

Embora o efeito da adição da gelatina na eletrodeposição do Zn tenha sido estudado há muitos anos em trabalhos, não está claro como a composição do banho influencia neste efeito, principalmente em um banho ácido de cloreto. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo investigar a influência da gelatina no banho de cloreto de zinco e cloreto de amônio, no que se refere ao efeito da gelatina na resistência a corrosão do depósito, na eficiência de deposição e na dureza do depósito e zinco.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos foram seguidos rigorosamente com o intuito de gerar depósitos com qualidade adequada, minimizar prováveis falhas e desperdícios. Os métodos consistem na preparação do substrato, no processo de eletrodeposição, no controle do revestimento (teste de aderência e ensaio de eficiência de deposição), na avaliação da resistência a corrosão, (ensaio de perda de massa e Resistência a corrosão), na caracterização ou avaliação do depósito (difração de raios-X, testes de microdureza, visualização da morfologia (MEV).

O banho eletrolítico foi produzido seguindo os padrões dos banhos comerciais. Os reagentes utilizados foram cloreto de zinco, cloreto de amônio e ácido bórico, como matriz do banho. Em todas as concentrações de gelatinas usadas como aditivo, os banhos foram medidos e o Ph, apresentou o valor correspondente de 5, padrão usado na indústria

Como aditivo foram utilizados 5 concentrações diferentes de gelatina em temperatura ambiente e um tempo de residência de 24 horas para total solubilidade dos grãos de gelatina, estas concentrações foram de 0, 1g, 2g, 3g e 4g/l.

No processo de eletrodeposição de zinco no substrato de aço-carbono 1020 foram utilizados dois modelos de eletrodos de trabalho, um de face retangular e outro com face circular plana. O eletrodo de face retangular, com área superficial útil de 4,0 cm², foi empregado no ensaio de perda de massa e o de face circular, com área de 2,01 cm², no ensaio de eficiência de deposição.

Antes da preparação dos corpos de prova, a chapa de aço foi cortada nas dimensões desejadas e submetidas a tratamentos de limpeza para obter uma melhor aderência do depósito. O primeiro estágio foi um lixamento inicial para retirar a oxidação e logo após, os corpos foram imersos em solução contendo ácido sulfúrico com concentração 0,5 mol/l durante um período de 30 min.

Para os ensaios de perda de massa, os corpos de prova após a eletrodeposição, foram pesados individualmente em balança de precisão e submetidos a uma solução contendo 0,5 mols de cloreto de sódio no período de 14hs, após este período, os corpos foram adicionados a uma solução de ácido aminoacético (Glicina) na concentração de 62 g por litro por um período de 8 min com finalidade de eliminar o material oxidado na superfície do depósito.

Para confirmação dos resultados obtidos com a perda de massa, novos corpos foram produzidos e a resistência a corrosão do depósito de zinco foi avaliada através da obtenção de curvas de polarização potenciodinâmica em soluções 0,5 mols de NaCl, obtidas a uma velocidade de varredura de 1 mV s⁻¹ usando um potenciostatic/galvanostat EG&G 273.

Os corpos de prova foram analisados no equipamento microdurômetro do fabricante Shimadzu-HMV, utilizando uma carga de 50g por 15 segundos com a finalidade de verificar a resistência por abrasão e segundo relatos da

literatura, um valor superior, indicar refino dos grãos no depósito do substrato. Este refino indica uma compactação como consequência um aumento da dureza o qual favorece um aumento da resistência a corrosão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico, será comparado o comportamento do banho cloreto de amônio puro e com adição de gelatina. Os banhos com o aditivo sofreram variação de concentração de gelatina nos teores de 1g, 2g, 3g e 4g, com intuito de analisar a resistência a corrosão, mudança de morfologia e estrutura do depósito.

3.1 Processo de Deposição

3.1.1 Condutividade do banho

A partir de análise dos banhos com o condutivímetro, verificou-se que o cloreto de amônio ao adicionar gelatina, possui uma tendência a diminuir sua condutividade, porém houve uma queda acentuada na concentração de 4g, como visto na Tabela 1

A variação da condutividade, segundo a Tabela 1 indica que gelatina teve uma pequena influencia (mínima), porém demonstra resultados conforme estudos na literatura citados anteriormente.

3.1.2 Eficiência deposição

Na tabela 2 estão representados os valores da eficiência da corrente de deposição do banho contendo diferentes concentrações de gelatina. Analisando os resultados representados na Tabela, constata-se que a adição da gelatina, a eficiência de deposição é máxima para uma determinada concentração, sendo esse valor de 2g/l. Para essa concentração de gelatina ocorre o aumento da eficiência de deposição, no entanto, para outras

Concentração de gelatina	Condutividade amônio (ms/cm)	Acréscimo ou decréscimo (%)
0g	245,86	0
1g	245,05	-0,003
2g	244,52	-0,005
3g	244,04	-0,007
4g	238,85	-0,028

Tabela 1: Condutividades do banho cloreto de amônio

determinadas concentrações de gelatina não é observado o aumento significativo em relação ao banho sem aditivo, ocorrendo inclusive a diminuição da eficiência a partir da concentração 4g.

A elevação da eficiência de deposição com a adição da gelatina no banho de deposição também foi constatada [10] na deposição de um depósito de Zn-10Ni obtido a partir de um banho ácido contendo cloreto de amônio além de ZnCl e ZnNi, o que está coerente com os resultados obtidos no presente trabalho. Por outro lado, como visto anteriormente, tem sido constatado [11-13] que a adição da gelatina diminui a eficiência de deposição do Zn em banhos ácidos de sulfato. Mackinnon e Morrison [13] constataram que a adição de 0,6 g/l de gelatina em um banho de sulfato causa a diminuição da eficiência de deposição de 91% para 85,9%.

O efeito do aditivo na eficiência da corrente de deposição do processo de eletrodeposição tem sido relacionado com vários fatores tais como o efeito do aditivo na condutividade do eletrólito, na reação de desprendimento de hidrogênio, na presença de defeitos no depósito e no potencial no qual ocorre a nucleação do depósito.

A elevação da condutividade do banho de deposição favorece a difusão dos cátions metálicos favorecendo assim a elevação da eficiência de deposição.

A presença de defeitos no depósito também pode afetar a eficiência da corrente de deposição, sendo que um depósito com menor quantidade de defeitos tende a apresentar uma maior eficiência de deposição, já que os defeitos atuam como sítios ativos para a adsorção de hidrogênio. Baki e Fray [5] atribuíram a elevação da eficiência de deposição causada pela adição da gelatina ao fato desse aditivo ter promovida a presença do plano cristalográfico (110) que apresenta uma menor presença de defeitos.

A concentração ótima de gelatina atingiu valores próximos à 98%, resultados semelhantes na literatura, em um banho constituído por ZnCl e HCL, foram encontrados com a utilização de uma membrana polimérica entre os eletrodos elevando o custo. [5] O procedimento com banho de cloreto de amônio dispensa esse uso, diminuindo o custo do processo.

O efeito da adição da gelatina na eficiência da corrente de deposição do Zn pode ter sido afetado pelo potencial de deposição do Zn. Como visto anteriormente (Introdução), há uma faixa de sobrepotencial catódico de nucleação do Zn, na qual a eficiência de deposição é máxima.

Em um banho de sulfato foi constatado [11-13] que a adição da gelatina e/ou cátions de antimônio desloca esse potencial para valores mais próximos ou mais afastados dessa faixa de potencial. É possível que a adição da gelatina nos teores que resultam em uma eficiência de corrente de deposição máxima nos banhos de deposição analisados no presente trabalho, tenha deslocado o potencial de deposição do Zn para a faixa de sobrepotencial no qual a eficiência de deposição é máxima.

Outro importante fator observado, foi a relação de desprendimento de hidrogênio e o aumento da concentração de gelatina, uma reação de desprendimento de hidrogênio mais intensa implica em um maior consumo energético, resultando assim em uma menor eficiência da corrente de deposição. Durante os ensaios de laboratório foi visível o aumento de gás hidrogênio quando a concentração de gelatina chegou a 4 g/l.

3.2 Avaliação da Resistência a Corrosão

A partir da análise da influência da adição da gelatina no banho de eletrodeposição nos depósitos de Zn, com concentrações de 0,0; 1,0; 2,0;

Banho	Gelatina (g/l)	Eficiência máxima	Eficiência mínima	Média	Desvio padrão
A	0	88%	87%	87%	0,007
B	1	88%	88%	88%	0,000
C	2	98%	96%	97%	0,014
D	3	98%	95%	96%	0,021
E	4	89%	85%	87%	0,028

Tabela 2: Eficiência banho contendo cloreto de amônio

3,0 e 4,0 g/L, são mostrados nos tópicos seguintes os resultados encontrados relacionados à resistência à corrosão, avaliada através da taxa de corrosão determinada a partir dos ensaios de perda de massa e RP.

3.2.1 Ensaios de perda de massa e resistência a polarização

Na Tabela 3 estão descritos os valores da taxa de corrosão dos depósitos de Zn, sendo esses valores obtidos através dos ensaios de perda de massa referentes ao efeito da adição de diferentes teores de gelatina no banho de deposição contendo banho de deposição contendo cloreto de amônio.

Os resultados obtidos através dos ensaios de perda de massa descritos na tabela 5 e mostram que a adição da gelatina diminui a taxa de corrosão depósito. Esses resultados indicam que há um teor de gelatina no qual a resistência a corrosão é máxima, sendo esse teor em torno de 2g/l.

3.3 Avaliação dos Depósitos

3.3.1 Ensaios de microdureza

Na Figura 1 estão descritos os resultados de microdureza Vickers dos depósitos de Zn obtidos na ausência e na presença de diferentes concentrações de gelatina. Esse resultado indica que com a adição da gelatina há um aumento significativo da dureza do depósito. Seu maior valor novamente corresponde a 2g/l de gelatina, porém ao adicionar outras concentrações, a dureza possui pequenas variações em relação ao teor ótimo de gelatina.

O aumento da dureza causado pela adição da gelatina indica que a presença desse aditivo causa o refino de grãos do depósito de Zn. Como

a gelatina não apresenta uma dureza superior à do Zn, a única explicação para a elevação da dureza é a de que a gelatina causa a diminuição do tamanho dos grãos de Zn, elevando assim a área de contorno de grãos por volume o que implica em uma maior dificuldade ao movimento das discordâncias, já que o contorno de grãos atua como obstáculo ao movimento desses defeitos, e consequentemente na elevação da dureza.

No entanto, o aumento da concentração da gelatina para uma determinada faixa de concentração, como pode ser observado na Figura 1, não altera o refino de grãos e consequentemente a dureza do depósito.

O efeito da gelatina na morfologia e no refino de grãos do depósito de Zn mostra que a gelatina é absorvida no depósito, sendo, portanto, provável que a absorção da gelatina resulta na inibição da taxa de nucleação e no crescimento dos grãos causando assim o refino dos grãos do depósito [14,15].

O aumento da dureza do depósito de Zn causado pela adição da gelatina também indica que com a adição desse aditivo tende a ocorrer a elevação da resistência ao desgaste por abrasão do depósito. No entanto, esse efeito deve ser comprovado através de ensaios adequados, o que deverá ser realizado em um trabalho futuro.

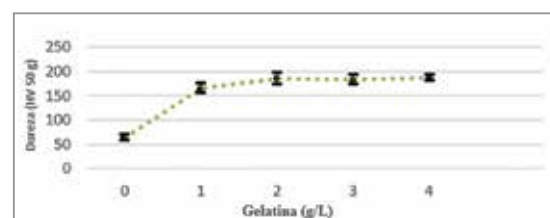


Figura 1 - Ensaio de microdureza

Ban.	Gel. (g/dm ³)	Taxa corrosão máx. (mm/ano)	Taxa corrosão mín. (mm/ano)	Media (mm/ano)	Resistência à polarização (RP) média
A	0	0,287	0,232	0,263	810,23
B	1	0,247	0,190	0,194	914,30
C	2	0,126	0,099	0,108	1220,00
D	3	0,197	0,185	0,189	889,71
E	4	0,212	0,197	0,204	776,65

Tabela 3: Taxa de corrosão cloreto de amônio 14hs

3.3.2 Difração de raios x

Nas Figuras 2 e 3, os difratogramas obtidos a partir de difração de raios-X, dos depósitos obtidos na ausência e na presença da gelatina. Observa-se através desses difratogramas a presença de picos finos, os quais são característicos de uma estrutura cristalina. O carbono é um elemento amorfizando e a sua presença no depósito pode promover a formação da estrutura amorfa o que poderia elevar a resistência a corrosão do depósito [16]. No entanto, os difratogramas obtidos mostram que os depósitos analisados são característicos de uma estrutura cristalina, o que indica que a concentração de carbono presente na gelatina adicionada no banho de deposição não foi suficiente para causar a presença da estrutura amorfa nos depósitos.

O plano basal (002) apresenta um nível de empacotamento superior à dos demais planos presentes no depósito de Zn o que contribui para elevar a resistência à corrosão do depósito [17,18]. No entanto, como pode ser observado na Figura 3, a presença do plano (002) diminui com a adição da gelatina embora a adição desse aditivo resulte na elevação da resistência a corrosão do depósito. Essa aparente contradição deve ser atribuída ao fato de que o efeito da adição da gelatina em tornar o depósito mais compacto, supera o efeito da redução da presença do plano (002). Comportamento semelhante foi reportado na literatura em relação a adição do veratraldeído (VV) [19] e da piperona em conjunto com o álcool polivinílico [20] no banho de deposição do Zn, sendo constatado que a adição desses aditivos causa a diminuição do coeficiente de textura do plano (002), mas eleva a resistência a corrosão do depósito de Zn.

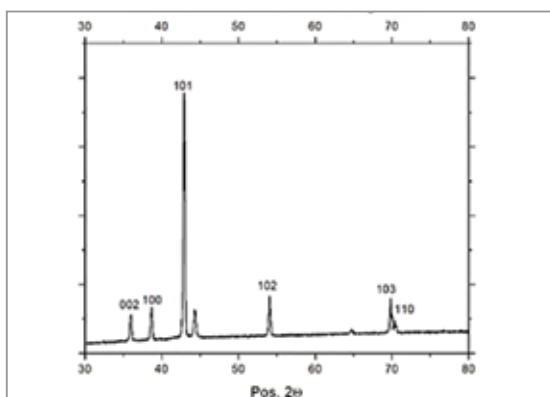


Figura 2 - DRX deposição de zinco sem adição de gelatina

Como pode ser observado, a adição da gelatina no banho contendo cloreto de amônio promove a presença do plano (100) e (110), portanto, é possível que a maior presença desses planos, tenha contribuído para elevar a eficiência da corrente de deposição no banho contendo cloreto de amônio.

3.3.3 Coeficiente de textura

Com o objetivo de determinar o efeito da adição da gelatina na orientação cristalográfica do depósito de Zn foi calculado o coeficiente de textura (CT, %) dos principais picos presentes nos difratogramas. Um maior valor de CT para um determinado plano indica uma maior presença desse plano no depósito. Os valores desses coeficientes estão reportados na Figura 7. Observa-se através dessa Figura 4 que o plano piramidal (103) desaparece com a adição da gelatina nos banhos de deposição, enquanto que a presença do plano prismático (100) aumenta com a adição desse aditivo, sendo esse efeito da gelatina constatado em estudos anteriores. Os valores do coeficiente de textura do plano piramidal (101) e do plano basal (002) diminuem com a adição da gelatina tanto em relação ao banho de deposição contendo cloreto de amônio.

Em relação ao plano prismático (110) os resultados obtidos indicam que com a adição da gelatina nos banhos contendo cloreto de amônio ocorre a elevação da presença desse plano. A presença de um determinado plano cristalográfico pode afetar o comportamento do depósito de Zn em relação a eficiência da corrente de deposição e a resistência a corrosão, como ocorre respectivamente com os planos (002) e (110).

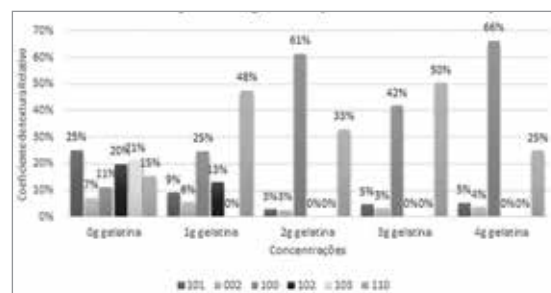


Figura 4 - Coeficiente de textura relativo cloreto de amônio

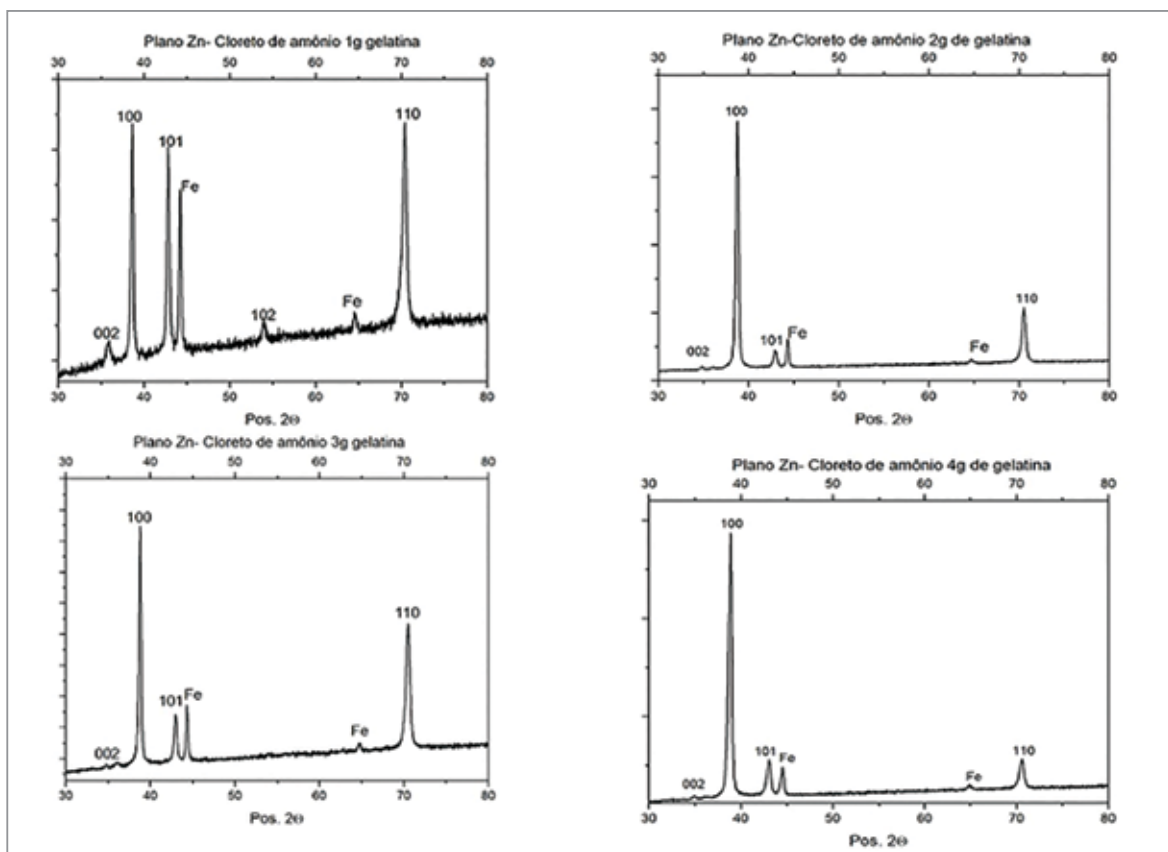


Figura 3 - DRX deposição de zinco com diferentes concentrações de gelatina, 1g, 2g, 3 e 4g.

3.3.4 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A micrografias reportadas na Figura 5, indicam que a composição dos banhos de deposição analisados afeta a morfologia do depósito de Zn obtido. Observa-se nessas figuras que na ausência da gelatina os grãos formados são irregulares em relação ao formato e a dimensão. Já na presença da gelatina, os grãos apresentam uma maior regularidade com um formato globular.

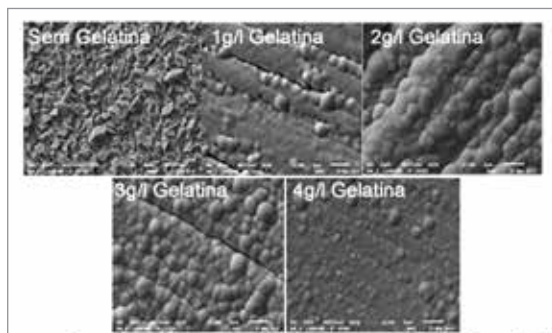


Figura 5 - Depósito de zinco com adição de gelatina

Através das micrografias observa-se que com a adição da gelatina o depósito de Zn torna-se mais compacto, sendo esse efeito conhecido na literatura [5-7]. Já em relação a adição dos diferentes teores de gelatina, não está claro como a elevação da concentração da gelatina afeta a morfologia do depósito, apesar das concentrações com menores resistências a corrosão apresentarem descontinuidades no filme protetor, causando contato com a atmosfera corrosiva.

4. Conclusões

No presente trabalho pode-se concluir que a eficiência máxima de deposição obtida no banho contendo cloreto de amônio é superior a eficiência máxima de deposição obtida no banho sem o aditivo gelatina, possuindo um limite de adição da mesma, devido a produção de gás de hidrogênio, verificado durante o processo de deposição.

A eficiência da corrente de deposição dos depósitos analisados, apresentaram valores com resultados satisfatórios, tendo a melhor eficiência correspondente a concentração de 2g/l, resultado semelhante na literatura foram obtidos com utilização de acessórios elevando o custo do processo, com a utilização do cloreto de amônio, a membrana polimérica foi dispensada, reduzindo significativamente o custo.

A resistência a corrosão dos depósitos de Zn em solução 0,5 M de NaCl avaliada através de ensaios de perda de massa tende a aumentar com a adição da gelatina, sendo que a partir de uma determinada concentração a resistência a corrosão tende a diminuir. Nos depósitos obtidos a partir do banho contendo cloreto de amônio a resistência à corrosão é máxima na presença de 2g/l de gelatina

Em relação a dureza, o banho com 2g/l apresentou o melhor resultado, influenciado pela melhor compactação dos grãos, evidenciado pelo resultado do MEV. Este resultado evidencia que a gelatina atua sobre a movimentação das discordâncias influenciando na dureza do material. A partir da concentração 2g/l a dureza sofre pouca alteração, evidenciado que a nucleação dos grãos e a influência nas discordâncias possui este valor máximo, acima disto apenas ocorre saturação no substrato.

Através dos resultados do DRX pode-se constatar que a presença do plano (100) inibe a presença de descontinuidade na proteção formada de zinco e gelatina, ocasionando uma impermeabilidade entre o substrato e o meio corrosivo, portanto aumentando a resistência a corrosão.

Bibliografia

Partasaradhy, NV. *Practical Electroplating Handbook*, New Jersey: Prentice-Hall, 1989.

Loto, CA. Electrodeposition of Zinc from Acid Based Solutions: A Review and Experimental Study. *Journal of Applied Science* 2012; [acesso em 21 fev 2018]; 5: 314-326. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3923/ajaps.2012.314.326>.

Sorour, N, Zhang, W, Ghali, E, Houlachi, G. Electrochemical studies of ionic liquid additives during the zinc electro-winning process. *Hydromet.* 2015; [acesso em 05 jan 2018]; 157:261-269. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2017.06.004>.

Rao, V, Chitharanjan, A, Hegde, K. A Nanofabricated multilayer coating of Zn-Ni alloy for better corrosion protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2013;

[acesso em 15 jan2018]; 49(6):693-698. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jestch.2016.10.005>.

Baik, DS, Fray, DJ. Electrodeposition of Zn from high acid zinc chloride solutions. *J. Appl. Electrochemist.* 2001; [acesso em 05 jan 2018]; 31:1141. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1012290132379>.

Sorour, N, Zhang, W, Ghali, E, Houlachi, G. Electrochemical studies of ionic liquid additives during the zinc electro-winning process. *Hydromet.* 2015; [acesso em 05 jan 2018]; 157:261-269. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2017.06.004>.

Sekar, R; Jayakrishnan, S. Characteristics of zinc electrode-posit from acetate solutions. *Journal of App. Electrochem.* 2006; [acesso em 15 jan 2018], 36:591-597. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10800-005-9111-x>.

Eliaz, N, Venkatakrisna, K, Chitharanjan, AH, Electroplating and characterization of Zn-Ni, Zn-Co and Zn-Ni-Co alloys. *Surface & Coatings Tec.* 2010; 205(7):1969-1978.

Karahan, IH, Çetinkara, HA, Güder, HS. Electrodeposition and characterization of Zn, Zn-Fe and Zn-Fe-Ni coatings in presence of gelatin as additive. *Trans. of the Inst. of Met. Finishing.* 2008; [acesso em 28 dez 2017]; 86(3):157. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1179/174591908X304171>

Mouanga, M, Ricq, L, Douglade, J, Berçot. Effects of some additives on the corrosion behavior and preferred orientations of zinc obtained by continuous current deposition. *Journal of Applied Electrochemistry.* 2007; 37(2):283-289.

Mackinnon, DJ, Brannen, JM, Fenn, PL. Characterization of impurity effect in zinc electro-winning from industrial acid sulphate electrolyte. *J. Appl. Electrochemist.* 1987; 17:1129-1143.

Robinson, DJ, O'keefe, TJ. On the effects of antimony and glue on zinc electro-crystallization behavior. *J. Appl. Electrochemist.* 1976; 6:1-7.

Mackinnon, DJ, Morrison, RM. The effects of antimony and glue on zinc electro-winning from Kidd Creek electrolyte, *Journal of App. Electroch.* 1990; 20:728-736.

Zhang, O, Hua, Y. *Handbook of Surface and Interface Analysis.* 2nd ed. London: CRC Press, Boca Raton; 2009.

Li, MC, Jiang, LL, Zhang, WQ, Qian, YH, Luo, SZ, Shen, JN. 'Electro-deposition of Nanocrystalline Zinc from Acidic Sulfate Solutions Containing Thiourea and Benzalacetone as Additives'. *J. Solid-State Electrochemist.* 2007; 11:549-553.

Hasegawa, R. *Glassy Metals: Magnetic, Chemical and Structural Properties.* Florida: CRC Press, Boca Raton; 1983.

Youssef, KM, Koch, CC, Fedkiw, PS. Influence of pulse plating parameters on the synthesis and preferred orientation of nanocrystalline zinc from zinc sulfate electrolytes. *Electrochemist Acta.* 2008; 54: 677-683.

Matysina, ZA, Chuprina, LM, Zaginaichenko, SY. Surface structure, roughness, energy and texture of crystals. *J Phys Chem Solids.* 1992; 53:167-174.

Nayana, KO, Venkatesha, TV. Bright Zinc Electrodeposition and Study of Influence of Synergistic Interaction of Additives on Coating Properties. *J. Ind. Eng. Chem.* 2010; 124: 516-528

Chandrasekar, MS, Shanmugasigamani, M, Pushpavanam, Malathy, M. Synergetic Effects of Pulse Constraints and Additives in Electrodeposition of Nanocrystalline Zinc: Corrosion, Structural and Textural Characterization. *Mater. Chem. Phys.* 2010; 124:516-528.

Nós preservamos seu projeto. Você preserva seus recursos

Há 18 anos no Brasil a **BBOSCH GALVANIZAÇÃO** é especialista na proteção de estruturas metálicas, oferecendo maior vida útil ao aço em diferentes ambientes desafiadores. Com as maiores cubas de galvanização da América Latina e um histórico de sucessos contra a corrosão, fornecemos o tratamento de superfície mais sustentável, em menor prazo e com o menor custo de manutenção. Desenvolvimento de soluções em **Galvanização por Imersão a Quente** para indústria de Açúcar e Alcool, Cerâmica, Construção Civil, Energia, Mineração, Naval, Petróleo & Gás, entre outras.

E porque Galvanizar?

ECONOMIA E MANUTENÇÃO

Um revestimento **galvanizado** com espessura média (85 micras) pode proteger estruturas em ferro e aço sem necessidade de manutenção durante mais de 100 anos em atmosferas rurais (C2, C3), entre 20 e 40 anos em ambientes urbanos e costeiros de baixa salinidade (C4), e entre 10 e 20 anos em ambientes industriais ou costeiros de salinidade alta (C5).

AMIGÁVEL COM O MEIO AMBIENTE

A **Galvanização** representa o uso eficiente do **Zinco** para proteger o aço durante longos períodos, o que significa que uma estrutura de aço tem uma vida útil estendida, livre de trabalhos de manutenção que geram elementos que possam contaminar o meio ambiente e por sua vez resultam em estruturas corroídas que devem ser substituídas.

DURABILIDADE E ESTÉTICA

Os sistemas duplex combinam o **galvanizado** com as propriedades de proteção e estética da pintura. Isto permite que uma estrutura aumente sobremaneira sua vida útil (pelo menos 1,5 vezes a durabilidade somada do **galvanizado** e a pintura), além disso, com um acabamento arquitetônico que permite proteger e atender as expectativas de estética.

VERSATILIDADE

O aço **galvanizado** tem as mesmas propriedades de união através de soldagem que o aço sem nenhum revestimento, isto permite aos fabricantes, construtores e montadores trabalharem com toda a versatilidade que o aço permite e com a durabilidade proporcionada pela **galvanização**.

MAIOR VIDA ÚTIL

A alta durabilidade dos revestimentos com **Galvanização por Imersão a Quente** resulta que este seja o mais econômico de todos os processos conhecidos para a proteção, por longo prazo, de todas as estruturas construídas em aço.

Por este fato, as manutenções das estruturas por motivo de corrosão tornam-se desnecessárias durante o tempo de vida útil pela proteção entregue pela **Galvanização**.

Carlos Roberto Patrício

Gerente Comercial

cpatricio@bbosch.com.br

www.bbosch.com.br

Que os desafios
do próximo ano se
transformem em
oportunidades
de crescimento e
realizações.

A ABRACO deseja aos
associados e parceiros
um Feliz Natal e o que o
ano de 2019 seja repleto
de novas conquistas,
paz, prosperidade e
felicidade.



Comunicamos que, em razão
das festividades de final de ano,
entraremos em recesso a partir do
dia 22/12 retornando às atividades
normais no dia 02/01.

Retrospectiva 2018 e Calendário para 2019

O que ganhou força este ano será reforçado no próximo

O ano de 2018, no que diz respeito à esfera política e econômica de todo o país, foi desacelerado no setor de bens e serviços, com baixo estímulo ao crescimento na maioria das empresas e Associações. Com isso, a escalabilidade de oferta e diversidade dos serviços foi, em grande parte, restrita.

O que isso tem a ver com o desempenho dos cursos da ABRACO em 2018? Tudo. O investimento em novos treinamentos, tal como a expansão para novas cidades, o ganho de amplitude de cursos mais tradicionais ainda pode ser melhorado. Crescemos nestes aspectos, mas reconhecemos um potencial enorme de desenvolvimento do que foi realizado neste ano.

Conseguimos levar o treinamento de Inspetor de Pintura Nível 1 para uma nova cidade, Fortaleza/CE, se tornando a segunda localidade a receber o curso na região Nordeste, ao lado de Dias D'Ávila/BA. O curso de Corrosão, Revestimento e Proteção Catódica também ampliou seus horizontes, chegando pela primeira vez em São Paulo, no IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas (pela primeira vez também um curso sem ser de formação foi levado para fora do Rio de Janeiro). Ao todo, incluindo treinamentos In Company e cursos regulares, os cursos da ABRACO chegaram à nove cidades diferentes, em três das cinco regiões do Brasil.

Além da expansão geográfica, podemos destacar a consolidação de algumas turmas, como os Cursos de Inspetor Nível 1 em Jaraguá do Sul/SC e Inspetor Nível 2 em São Paulo/SP,

realizados pelo segundo ano consecutivo. Outro marco importante foram os treinamentos realizados através dos novos Convênios firmados pela Associação neste ano, como o Curso de Corrosão, Revestimento e Proteção Catódica feito em parceria com o Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, e o Curso para Inspetor Nível 1 realizado em Fortaleza/CE com a parceria do NUTEC - Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará.

Ao todo, incluindo cursos de formação, complementares, básicos, avaliações técnicas, deverão ser contabilizadas mais de 60 turmas no fim deste ano, com um alcance de aproximadamente 800 alunos treinados e avaliados pela ABRACO. Vale ressaltar que dois novos cursos foram lançados este ano, na área de proteção catódica, que estarão presentes no calendário do próximo ano.

E por falar nele, em 2019 o direcionamento do trabalho será: construir novas oportunidades de expansão dos cursos, reforçando os pontos que deram certo neste ano. Serão assimilados aqueles parceiros que já nos acompanham nas diversas cidades do país, e prospectados novos convênios para atuação em diferentes regiões. As turmas realizadas em 2018 serão programadas para períodos similares na grade do ano que vem, deixando alguns espaços para o planejamento de expansão.

Nelio Xavier
cursos@abraco.org.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				

NOVO CURSO

Qualificação de Profissionais de Proteção Catódica Nível 1

Em novembro, foi realizado na sede da ABRACO o primeiro Curso para Qualificação de Profissionais de Proteção Catódica Nível 1 (Onshore), ministrado pelos instrutores Laerce Nunes, João Paulo Klausling e Antonio Caetano.

A prova prática, de campo, foi realizada no dia 29/11/2018, no Laboratório de Proteção Catódica e Revestimentos - LPCR do Centro de Tecnologia em Dutos - CTDUT, no âmbito do Acordo de Cooperação celebrado com a ABRACO. Os alunos foram recebidos pelo Diretor Executivo Paulo Cellular, que deu as boas-vindas aos nossos alunos.

O curso contou com a participação de mais de 30 alunos e teve uma grande procura

pelos profissionais que já atuam na área e que buscam um aperfeiçoamento e atualização de conhecimentos.

Este curso possui como objetivo, capacitar os participantes do curso, a realizar os seguintes serviços de campo: levantamento de dados destinados à elaboração de projetos e pesquisas de interferências, orientação da instalação e montagem, execução de inspeção e de manutenção preventiva e corretiva de sistemas de proteção catódica.

Consulte o calendário de cursos de 2019 e participe da próxima turma!

Para mais informações, envie um e-mail para [cursos@abraco.org.br](mailto: cursos@abraco.org.br)

Associe-se e conheça as vantagens de fazer parte da ABRACO. Participe do desenvolvimento da área.

Próximas turmas 2018

Agenda de Eventos

Manutenção da Certificação

SET • São Paulo

OUT • Rio de Janeiro

NOV • Rio de Janeiro

DEZ • Rio de Janeiro

Seminário de Revestimentos em Dutos

A Importância da Monitoração e Manutenção da Segurança Operacional: Evolução e Inovação

V SBPA - Seminário Brasileiro de Proteção Catódica

3º Seminário Brasileiro de Proteção Catódica

Saiba mais:
marketing@abraco.org.br



Aulas práticas para Inspetor Nível 1

Mais uma novidade para os nossos associados!

Para os profissionais que estão interessados em participar do processo de certificação e ou esteja em recertificação, assim como, os inspetores que buscam reciclagem, a ABRACO, a partir de 2019, irá ofertar turmas mensais de Aulas Práticas, com o objetivo de proporcionar aos interessados um reforço nos procedimentos práticos que são adotados na certificação.

Estas Aulas Práticas funcionam como uma atualização e um preparatório aos candidatos antes da realização dos exames ou como uma reciclagem de acordo com os requisitos das Normas vigentes, habilitando e aprimorando as técnicas e as ações de prevenção e detecção de defeitos de pintura industrial, intrínsecos nas atividades exercidas pelo Inspetor de Pintura Industrial.

Para os associados que estejam em dia com sua anuidade, será disponibilizado a participação gratuita, uma vez ao ano, nestas aulas.



As vagas são limitadas em até 15 alunos por turma. Acompanhe o site da ABRACO para não perder esta oportunidade.

Este é mais um incentivo para que você venha se tornar um associado ABRACO.

Saiba mais em www.abraco.org.br.

Qualificação e certificação de profissionais na área de proteção catódica

O processo de qualificação e certificação de profissionais na área de proteção catódica se encontra em fase avançada de desenvolvimento. Este trabalho está sendo realizado tomando como base os requisitos definidos na norma ABNT NBR 15653:2014, documento que trata dos critérios para a qualificação e certificação de profissionais de proteção catódica. Dentre os itens que farão parte do exame de qualificação desta ocupação, podemos citar a avaliação de conhecimentos relacionados com a inspeção de retificadores, a medição da resistividade elétrica de eletrólitos, inspeção de leito de anodos, realização de ensaios de isolamento elétrico e a medição de potencial estrutura-eletrólito ON/OFF.

Ednilton Alves | edniltonalves@abraco.org.br

Patrícia Vilhena, Diretora do Comercial Protective & Marine da Tintas Sherwin-Williams do Brasil

Com mais de 30 anos de carreira no setor e foco no crescimento sustentável, a Engenheira Química pela FEI - Faculdade de Engenharia Industrial, com MBA Executivo na BSP/SP e com uma grande experiência em liderança comercial em nível nacional e região do Mercosul, Patrícia Vilhena, de 57 anos, é a Diretora do Comercial Protective & Marine da Tintas Sherwin-Williams do Brasil. Com vasto conhecimento no segmento de tintas industriais, a profissional trabalhou por mais de 20 anos na Akzo Nobel/International Paints e já liderou equipes e projetos importantes no setor e de grande responsabilidade.

Na Tintas Sherwin-Williams desde o dia 1º de agosto de 2016, Patrícia tem visão comercial técnica sobre a pintura anticorrosiva e o segmento de P&M, e alia sua bagagem que vem desde 1988 - quando se tornou a primeira mulher a participar do programa ABRACO Petrobras e a primeira inspetora qualificada a fazer inspeção de pintura no Brasil - aos objetivos, estratégias e metas da Tintas Sherwin-Williams. "Essa experiência foi maravilhosa e influenciou muito no sucesso da minha carreira", declara.

Como formanda da leva da "Nova República", em 1985, e cheia de ideias e ilusões, em um mercado altamente desafiador e sem muitas oportunidades, comecei meu trabalho em uma empresa que prestava serviços de Pintura Industrial - "Hernandes Anticorrosão e Pinturas Ltda". Um dos principais clientes da empresa era a Petrobras que, naquele momento, dava início aos trabalhos preliminares de estabelecer padrões de qualidade para Pintura Industrial e começava a exigir as qualificações das empresas prestadoras de serviços. Já em 1988, um grupo de mestres (professores) visionários,



entre eles: Fernando de Loureiro Fragata, Segehal Matsumoto e os finados Eduardo de Andrade e o mestre em Corrosão Vicente Gentil, com apoio da ABRACO - Associação Brasileira de Corrosão e Petrobras, elaboram um programa de treinamento para capacitar "Inspetores de Pintura Industrial-Nível 1". A primeira turma foi formada pelo que podemos chamar de "feras" da Pintura Anticorrosiva. Representantes das empresas fabricantes de tintas: International, Hempel, Kauri Sigma, Renner, entre outros, e representantes dos prestadores de serviços, como no meu caso. Atuei diretamente com inspeção de pintura por mais três anos após minha certificação e, nesse período, também participei do primeiro programa para Inspetor de Pintura Nível 2, dando continuidade ao aprendizado. Essa exposição e a dedicação diária me permitiram adquirir novos conhecimentos, contatos, universo dos fabricantes, lidar com os principais clientes do mercado de Proteção Anticorrosiva e desenvolver minha carreira. Em 1991, me desliguei da Hernandez e fui trabalhar na área de "Engenharia de Vendas-Desenvolvimento de Novos Negócios" na Tintas International, no Rio de Janeiro. Os conhecimentos adquiridos pelos anos de inspeção em campo me abriram as portas para os novos desafios. Aos poucos, fui consolidando o trabalho e deixando o dia a dia da inspeção para assumir novas posições dentro da International. E, com o passar dos anos, cheguei até o momento atual dentro da Sherwin-Williams do Brasil, como Diretora Comercial na área de Proteção Anticorrosiva e Marítima. Até hoje, carrego comigo o orgulho em ser a primeira Inspetora certificada e qualificada pelo sistema ABRACO-Petrobras, e essa experiência continua abrindo portas em minha carreira".

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!



Associativismo: juntos somos fortes

O Associativismo pode ser definido como o ato de associar-se, de unir forças para um fim comum. Numa definição mais ampla, é qualquer iniciativa formal (ou informal) que reúne um grupo de empresas (ou pessoas) com o objetivo de superar dificuldades por meio da ajuda mútua, gerando benefícios econômicos, sociais e políticos em prol de todo o grupo. Sinônimo de participação; solidariedade; união; cooperação e objetivos comuns.

Hoje, na era da globalização e da competição, precisamos em nosso país, de empreendedores que acreditem no associativismo, que percebam e valorizem essa forma de representatividade e se tornem os agentes da construção de uma sociedade de resultados.

A ABRACO é uma associação sem fins lucrativos, fundada em 18 outubro de 1968, com objetivo de congregar profissionais voltados para o conhecimento e solução dos problemas da corrosão, assim como promover intercâmbio com entidades nacionais e internacionais. Ao se

tornar um associado, os profissionais e empresas podem usufruir de vários benefícios:

- Participação na administração da Associação, como membro da diretoria, eleita pelos associados;
- Obtenção de descontos especiais nos eventos e cursos organizados pela ABRACO;
- Condições exclusivas de pagamento nos cursos (parcelamento em até 04 vezes no boleto bancário);
- Ampliação da rede de contatos, com troca de experiências sobre a área de corrosão;
- Disponibilização de mini currículos no site da ABRACO;
- Acesso a vagas de emprego;
- E muito mais...

Fortaleça a sua representação, associe-se. Juntos faremos a diferença!

Saiba mais em: www.abraco.org.br/associados/

Caroline Xavier | marketing@abraco.org.br

Rio Oil & Gas 2018

De 24 a 27 de setembro, a ABRACO esteve presente da RIO OIL & GAS 2018, na Ilha de Integridade de Equipamentos, estande organizado pelo IBP - Instituto Brasileiro de Petróleo, que contou também com a participação da ABENDI - Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos e Inspeção, ABCM - Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas, ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos, CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica e FBTS - Fundação Brasileira de Tecnologia da Soldagem.

Ao longo de todos os dias do evento, a Ilha dispunha de uma programação dinâmica, com várias apresentações alternadas de todas as entidades. A ABRACO falou de seu sistema de qualificação e certificação de profissionais da área de Corrosão, em diferentes momentos.

No primeiro dia do evento, Isaac Catran, Examinador do CEQ-ABRACO, discorreu sobre Qualificação em Pintura Industrial. Depois, foi a vez de Ednilton Alves, Gerente de Certificação da ABRACO, falar de Qualificação em Inspeção de Pintura Industrial.

Ursula Faria, Assistente de Certificação da ABRACO, no dia 25, segundo dia, abordou os temas Qualificação em Proteção Catódica Terrestre e Naval, processos que estão em desenvolvimento pelo Setor de Certificação.



E no dia 26, Ednilton teve a oportunidade de falar da Qualificação em Inspeção de Galvanização por Imersão a Quente, processo também em andamento. Todas essas novas qualificações estarão disponíveis ao mercado a partir de 2019.

Michelle Siqueira
Coordenadora de Eventos

Ednilton Alves
Gerente de Certificação

ABRACO viabiliza seminário com palestrante internacional

Evento reuniu especialistas na área de corrosão



A ABRACO promoveu em outubro o Seminário de Revestimentos em Dutos, que foi realizado nas instalações do INT (Instituto Nacional de Tecnologia), no Rio de Janeiro. O objetivo do encontro foi disseminar conhecimento sobre as diversas aplicações dos revestimentos em dutos como técnica de proteção anticorrosiva e o público participou ativamente das discussões sobre o tema. Além disso, o evento também contou com o apoio da empresa GRANAFER'S como patrocinadora, na categoria Ouro.

A programação do seminário foi bastante diversificada, onde vários profissionais de empresas parceiras dividiram seus conhecimentos com os participantes. Um marco desse encontro foi o palestrante internacional Sr. Claudiu Ionesc, da empresa WINOA na França. As palestras foram ministradas por profissionais da Petrobras, Dow, WINOA, IKK/W Abrasives, IEC Engenharia e Transpetro.

Na ocasião, foram abordados temas como a importância e impacto das especificações técnicas nas etapas de qualificação e aplicação de revestimentos orgânicos; padronização de revestimentos como forma de minimizar interfaces; revestimento interno - Liner polimérico; ULTRATM: Tecnologia de Revestimento em isolamento térmico para projetos em águas

profundas no Brasil; nova tecnologia para Rockshield, tendo PU como base; preparação de superfície: propriedades de granalhas de aço e análise de perfil 3D; inspeção de reparos compostos com a técnica de Shearografia; juntas de campo para isolamento térmico - Instalações em HDD; impacto da superproteção catódica no Revestimento e Shielding; revestimentos Elastoméricos; e apresentação da Revisão da Norma N-2238.

No evento, havia um painel sobre Preparação de Superfície: Equipamentos Portáteis de Jateamento, com a participação de Carlos André Santos - da Granafer's, Miguel Roca Calza - da Expanjet Global e José Fernando Diehl Vieira - da CMV Construções Mecânicas. Além das organizações citadas, o seminário ainda contou com a participação e envolvimento das empresas: 3M, Alphatec, Apolo Tubulars, Estaleiro Atlântico Sul, Borealis, Braskem, CSE, Ecila, EGD Engenharia, Equipoman, FCC, Fischer, ICN, OEngenharia, Paumar/WEG, Qualitec, Solar/Denso, Subsea 7, Tenaris, TSA, Vitória Química e Zebron.

Estima-se que 100 pessoas prestigiaram o encontro, que foi bem avaliado pelo público. A próxima edição foi agendada para o dia 6 de agosto de 2019 e será realizada no mesmo local.

SBPA 2018

A quinta edição do SBPA (Seminário Brasileiro de Pintura Anticorrosiva) se aproxima e vem repleta de oportunidades para toda comunidade: profissionais, empresas, técnicos e inspetores.

No dia 05 de dezembro de 2018, o evento trará atualização de conhecimento, troca de experiências e esclarecimentos com especialistas em uma programação especialmente elaborada, congregando usuários e fabricantes para difundirem seus cases.

Diversas empresas estão em contato com a ABRACO, firmando parcerias para apoiar o SBPA. Até o fechamento desta edição, as empresas AKZO NOBEL/INTERNATIONAL, HEMPEL, HITA, JOTUN e TINÔCO ANTICORROSÃO já haviam confirmado sua participação, por meio da cota Master de patrocínio. A conduta dessas companhias reforça que o networking também marca presença no evento e será uma excelente chance de os participantes ampliarem ainda mais sua rede de contatos profissionais.

Caso sua empresa também queira apoiar o SBPA 2018, entre em contato conosco: sbpa@abraco.org.br

E se você ainda não se inscreveu, saiba agora mais informações e participe!

Data: 5 de dezembro de 2018

Local: INT - Instituto Nacional de Tecnologia
Av. Venezuela, 82 - 4º Andar - Centro - Rio de Janeiro/RJ

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

Categoria	Até 15/11/2018 (15% de desconto)	Até 26/11/2018 (10% de desconto)	Até 30/11/2018
Estudante	R\$ 454,75	R\$ 481,50	R\$ 535,00
Inspetor de Pintura	R\$ 454,75	R\$ 481,50	R\$ 535,00
Sócio Abraco	R\$ 709,75	R\$ 751,50	R\$ 835,00
Não Sócio	R\$ 845,75	R\$ 895,50	R\$ 995,00

Inscrições no site da ABRACO:
www.abraco.org.br/abraco-cursos/sbpa/

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

Programação	
Horário	Atividade
8h15 - 8h45	Credenciamento
8h45 - 9h	Abertura
9h - 9h35	Seleção de esquemas de pintura para estrutura e equipamentos portuários <i>Fabiano Gaeede Vale</i>
9h35 - 10h10	Novas tecnologias em pinturas - Tintas autoregenerantes <i>André Koebisch Petrobras</i>
10h10 - 10h45	Intervalo
10h45 - 11h20	Padrões de qualidade para serviços de pintura anticorrosiva aplicados ao Setor Elétrico <i>Alberto Ordine / Cristina Amorim CEPEL/Eletrabras</i>
11h20 - 12h	Pintura de embarcações no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro <i>Capitão-Tenente Erich Reinold Marinha do Brasil</i>
12h - 13h15	Almoço
13h15 - 14h30	PAINEL: Avanços tecnológicos na fabricação de tintas Uma solução de engenharia para vários ambientes desafiadores <i>Hilton Wanderley de Castro Akzo Nobel/International</i> Novas soluções em pintura anticorrosiva para manutenção <i>Rosileia Mantovani Jotun</i> Redefinindo proteção anticorrosiva <i>Washington Carlos Norberto Hempel</i>
14h30 - 15h	Novas tecnologias em jateamento abrasivo úmido <i>Mario Teixeira Peres Junior Eco restauradora</i>
15h - 15h20	Intervalo
15h20 - 16h50	PAINEL: Proteção anticorrosiva em condições especiais Sugestões para simplificar manutenção de pintura externa <i>Diego Hita Hita</i> 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 <i>Marcelo Tinóco Tinóco Anticorrosão</i> Pintura anticorrosiva em condições especiais <i>Prof. Miranda Marinha do Brasil</i> Inovações na proteção ecológica de peças, equipamentos e estruturas contra corrosão e seus efeitos - Da armazenagem a operação <i>Renato Teixeira de Freitas Tecnofink</i>
16h50 - 17h20	Revestimentos nanoestruturados na proteção anticorrosiva <i>Neusvaldo Lira - IPT</i>
17h20 - 17h30	Encerramento

*Programação sujeita a alteração sem aviso prévio.

Seminário Brasileiro de Proteção Catódica

Também no mês de dezembro, no dia 12, a ABRACO realizará mais uma edição de seu *Seminário Brasileiro de Proteção Catódica*, em São Paulo, na sede do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, localizado dentro da Cidade Universitária da USP, no Butantã.

O III SBPC congrega profissionais e empresas, entre elas prestadoras de serviços e operadoras de dutos, que atuam na área de proteção catódica, com objetivo de difundir conhecimento, gerar troca de experiências e divulgar boas práticas em situações adversas que possam ajudar a comunidade a superar os desafios de sua atividade diária.

Se você atua com proteção catódica, aproveite essa excelente oportunidade de atualizar-se e ampliar seu networking. Saiba agora mais informações e participe!

Data: 12 de dezembro de 2018

Local: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas
Auditório do Prédio nº 50
Av. Prof. Almeida Prado, 532 - Cidade Universitária
Butantã - São Paulo/SP

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

Categoria	Até 23/11/2018 (com 10% de desconto)	Até 07/12/2018
Estudante	R\$ 200,00	R\$ 225,00
Sócio Abraco	R\$ 315,00	R\$ 350,00
Não Sócio	R\$ 450,00	R\$ 500,00

Inscrições no site da ABRACO:
www.abraco.org.br/abraco-cursos/protecao-catodica/

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

Programação

Horário	Atividade
8h30 - 9h	Credenciamento
9h - 9h30	Abertura
9h30 - 10h15	Inspeção direta do sistema de proteção catódica <i>Caio de Abreu COMGAS</i>
10h15 - 11h	Proteção catódica de estruturas complexas na prática <i>Antonio Caetano IEC</i>
11h - 11h30	Intervalo
11h30 - 12h15	Integridade de dutos terrestres <i>Marcelo Lopes TRANSPETRO</i>
12h15 - 13h	Proteção catódica de dutos terrestres <i>José Augusto POTIGAS</i>
13h - 14h30	Almoço
14h30 - 15h15	Integridade de dutos terrestres <i>Marcelo Cruz COMGAS</i>
15h15 - 16h	Integridade de dutos terrestres <i>Palestrante a definir</i>
16h - 16h45	Futuro da Comissão Especial de Interferências Elétricas (ABNT CEE-212) <i>João Paulo Klausling PETROBRAS</i>
16h45 - 17h	Encerramento

*Programação sujeita a alteração sem aviso prévio.

**III SEMINÁRIO
BRASILEIRO
DE PROTEÇÃO
CATÓDICA**

12 de dezembro de 2018
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas - São Paulo

FAÇA JÁ SUA INSCRIÇÃO!

3º Seminário Espírito Santense de Corrosão

O SINDIFER-ES promoveu no dia 6 de novembro de 2018, o 3º Seminário Espírito Santense de Corrosão.

O evento foi realizado no Centro de Convenções de Vitória e a ABRACO apoiou o SINDIFER-ES (Sindicato das Indústrias Metalúrgicas e de Material Elétrico do Estado do Espírito Santo) desde o início da organização, em cooperação técnica e com a divulgação do evento. A Revista Corrosão & Proteção publicará o melhor trabalho apresentado no evento, em sua próxima edição, prevista para início de 2019.

Além da presença da ABRACO, com estande, na área expositiva do Seminário, Laerce de Paula Nunes (foto), Presidente da ABRACO, proferiu uma palestra de abertura, apresentando o tema "Corrosão e Proteção Anticorrosiva em Instalações Mecânicas e do Setor Elétrico".



Reabilitação de revestimento de dutos? Temos a melhor opção para revestimentos anticorrosivos!

A IEC possui soluções compatíveis com vários tipos de revestimentos conforme parâmetros operacionais e condições de serviço do duto.

- Epóxi Líquido de Alta Espessura
- Fitas Termocontráteis
- Mantas Termocontráteis
- Visco-elásticos

Produtos desenvolvidos e fabricados com o alto padrão de qualidade pela Shawcor-Divisão Canusa CPS, empresa que representamos exclusivamente no Brasil.

E se este assunto é um desafio para você, não perca mais tempo, faça- nos uma consulta.



(021) 2159-9294 | iec@iecengenharia.com.br

Agenda de eventos

Conheça a programação preliminar dos eventos agendados para 2019:

EVENTO	DATA	LOCAL	CIDADE
CORROSÃO INTERNA 2019 II Seminário Brasileiro de Corrosão Interna	10 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
REVESTIMENTOS 2019 II Seminário Brasileiro de Revestimentos em Dutos	06 de agosto	INT - Instituto Nacional de Tecnologia	Rio de Janeiro - RJ
GALVANIZAÇÃO 2019 III Workshop de Galvanização a Fogo - Experiências e Aplicações	10 de setembro	IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas	São Paulo - SP
CONSTRUÇÃO CIVIL 2019 Seminário Brasileiro de Corrosão na Construção Civil	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	INT - Instituto Nacional de Tecnologia	Rio de Janeiro - RJ

PARTICIPE!

MAIS INFORMAÇÕES E INSCRIÇÕES NO SITE DA ABRACO: 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

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

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