

Corrosão & Proteção

ABRACO
Associação Brasileira de Corrosão

ISSN 0100-1485

Ciência e Tecnologia em Corrosão

A PORTE
EDITORIAL

Ano 9
Nº 40
Jan/Abr 2012

ENTREVISTA

*Carlos Tadeu da Costa
Fraga, gerente executivo
de Exploração e
Produção do Sul e
Sudeste do CENPES*

INDÚSTRIA NAVAL

DESAFIOS NA PREVENÇÃO E NO COMBATE À CORROSÃO

LINHA INDUSTRIAL FARBEN

TINTAS INDUSTRIAIS, MANUTENÇÃO E NORMATIZADAS

Com uma diversificada Linha de Produtos para o Segmento Industrial, a Farben disponibiliza ao mercado produtos de alta tecnologia. As Tintas Industriais e de Manutenção oferecem proteção e maior durabilidade e as Tintas Normalizadas atendem as Normas Petrobrás e ANVISA.

- Esmalte e Primers Epóxi
- Esmalte PU Acrílico
- Tinta Alta Temperatura
- Tinta Epóxi para Piso

- Tintas Normalizadas
(Tinta Epóxi Sanitária,
Alcatrão de Hulha N1265,
Esmalte Epóxi Normalizada N2628
e Tinta de Aderência Epóxi N2198)



ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



SISTEMA DE GESTÃO DA
QUALIDADE CERTIFICADO



TINTAS
FARBEN[®]
EMPRESA ZANATTA

A tecnologia das Cores

www.farben.com.br

A revista **Corrosão & Proteção** é uma publicação oficial da ABRACO – Associação Brasileira de Corrosão, fundada em 17 de outubro de 1968. ISSN 0100-1485

Av. Venezuela, 27, Cj. 412
Rio de Janeiro – RJ – CEP 20081-311
Fone: (21) 2516-1962/Fax: (21) 2233-2892
www.abraco.org.br

Diretoria Executiva – Biênio 2011/2012

Presidente

Eng. João Hipólito de Lima Oliver –
PETROBRÁS/TRANSPETRO

Vice-presidente

Eng. Rosileia Montovani – Jotun Brasil

Diretores

Adauto Carlos Colussi Riva – RENNER HERRMANN
Eng. Aldo Cordeiro Dutra – INMETRO
Eng. Fernando de Loureiro Fragata – CEPEL
Bel. Marco Aurélio Ferreira Silveira – WEG TINTAS
Dra. Olga Baptista Ferraz – INT
Dra. Simone Louise D. C. Brasil – UFRJ/EQ
Dra. Zehbour Panossian – IPT

Conselho Científico

M.Sc. Djalma Ribeiro da Silva – UFRN
M.Sc. Elaine Dalledone Kenny – LACTEC
M.Sc. Hélio Alves de Souza Júnior
Dra. Idalina Vieira Aoki – USP
Dra. Iêda Nadja S. Montenegro – NUTEC
Dr. José Antonio da C. P. Gomes – COPPE
Dr. Luís Frederico P. Dick – UFRGS
M.Sc. Neusvaldo Lira de Almeida – IPT
Dra. Olga Baptista Ferraz – INT
Dr. Pedro de Lima Neto – UFC
Dr. Ricardo Pereira Nogueira – Univ. Grenoble – França
Dra. Simone Louise D. C. Brasil – UFRJ/EQ

Conselho Editorial

Eng. Aldo Cordeiro Dutra – INMETRO
Dra. Célia A. L. dos Santos – IPT
Dra. Denise Souza de Freitas – INT
Dr. Ladimir José de Carvalho – UFRJ
Eng. Laerce de Paula Nunes – IEC
Dra. Simone Louise D. C. Brasil – UFRJ/EQ
Simone Maciel – ABRACO
Dra. Zehbour Panossian – IPT

Revisão Técnica

Dra. Zehbour Panossian (Supervisão geral) – IPT
Dra. Célia A. L. dos Santos (Coordenadora) – IPT
M.Sc. Anna Ramus Moreira – IPT
M.Sc. Sérgio Eduardo Abud Filho – IPT
M.Sc. Sidney Oswaldo Pagotto Jr. – IPT

Redação e Publicidade

Aporte Editorial Ltda.
Rua Emboacava, 93
São Paulo – SP – 03124-010
Fone/Fax: (11) 2028-0900
aporte.editorial@uol.com.br

Diretores

João Conte – Denise B. Ribeiro Conte

Editor

Alberto Sarmento Paz – Vogal Comunicações
redacao@vogalcom.com.br

Repórteres

Henrique A. Dias e Carlos Sbarai

Projeto Gráfico/Edição

Intacta Design – info@intactadesign.com

Gráfica

Ar Fernandez

Esta edição será distribuída em maio de 2012.

As opiniões dos artigos assinados não refletem a posição da revista. Fica proibida sob a pena da lei a reprodução total ou parcial das matérias e imagens publicadas sem a prévia autorização da editora responsável.



4

Editorial

O maior evento internacional sobre corrosão realizado no Brasil

6

Entrevista

O Pré-sal exige soluções inovadoras

8

ABRACO Informa

10

Indústria Naval

Desafios na prevenção e no combate à corrosão

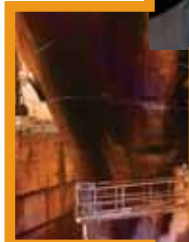
29

Cursos e Eventos

34

Opinião

O diferencial do coaching
Elza Conte



Artigos Técnicos

14

Compostos solúveis em superfícies a serem pintadas

Por Celso Gnecco

26

Resistência à corrosão das camadas fosfatizadas

Por Zehbour Panossian e
Célia A. L. dos Santos

30

Controle da umidade como proteção anticorrosiva em caldeiras em hibernação

Por Carla Dalmolin

O maior evento *internacional* sobre corrosão realizado no Brasil

ENTRE OS DIAS 14 E 18 DE MAIO, O BAHIA OTHON PALACE HOTEL, LOCALIZADO EM SALVADOR, PASSA a ser a “capital” dos debates técnicos em torno dos principais assuntos voltados ao estudo do universo da corrosão. Nesse período, realiza-se a edição 2012 do INTERCORR, o maior evento internacional sobre o tema realizado no Brasil, organizado anualmente pela ABRACO.

É importante lembrar que os objetivos principais do evento são incentivar o intercâmbio de informações e divulgar conhecimentos recentemente adquiridos com os estudos da corrosão e suas mais variadas formas de controle e prevenção. Tal apelo deve fazer com que cerca de 800 profissionais participem do INTERCORR 2012, um número que se alcançado estabelecerá um novo recorde.

Um dos pilares de qualquer evento técnico, o Comitê Técnico Científico, por exemplo, reúne cerca de 35 especialistas, incluindo, além dos especialistas brasileiros, profissionais renomados da França, Espanha, Portugal, Colômbia e Venezuela. Outro ponto que chama a atenção é o apoio de 17 instituições de ensino, pesquisa e fomento, o que dá uma dimensão exata da importância do tema no atual momento econômico e social do Brasil.

“A variada programação do INTERCORR 2012 foi planejada e organizada de tal modo que os participantes poderão aproveitar o evento, atualizando e aperfeiçoando seu conhecimento”

A temática será bem diversa, porém os trabalhos que envolvem o Pré-Sal ganham maior repercussão em função desse tipo de exploração requerer mais desenvolvimento e soluções inovadoras quanto à proteção anticorrosiva. Todos têm a certeza de que a exploração dessa fonte energética levará o Brasil a um novo patamar histórico, e os profissionais e empresas precisam acompanhar essa nova demanda para atender com excelência às questões que inexoravelmente vão se impor, como a confiabilidade de todo o processo de exploração.

O INTERCORR tem uma variada programação, que inclui conferências, plenárias, palestras técnicas, mesas-redondas, minicursos, apresentação de trabalhos na forma oral e em pôster e palestras técnico-comerciais. Tudo é planejado e organizado para que os participantes possam aproveitar ao máximo e, dessa forma, atualizar e aperfeiçoar seu conhecimento.

Paralelamente ao INTERCORR 2012, são realizados outros quatro eventos: o 32º Congresso Brasileiro de Corrosão – Conbrascorr, o 4º *International Corrosion Meeting*, o 18º Concurso de Fotografia de Corrosão e Degradação de Materiais e a 32ª Exposição de Tecnologias para Prevenção e Controle de Corrosão, que permitirá aos participantes terem contato com mais de 40 empresas e instituições na feira de exposições. O Conbrascorr, por sua vez, outorga o prêmio Prof. Vicente Gentil ao melhor trabalho técnico apresentado na forma oral.

Sinergia em pauta – Esta edição da *Revista Corrosão & Proteção*, além de sua circulação nacional, será distribuída no evento e inserida na pasta oficial dos congressistas que são representados por doutores, pesquisadores, técnicos, empresários e por outros profissionais que se dedicam ao estudo do controle e combate à corrosão. Ambas as ações, evento e revista, resultarão em um sinergismo que congregará a comunidade técnico-empresarial do setor, compartilhando conhecimento e proporcionando integração social.

Compartilhar conhecimento é aprimorar sabedoria!

Boa leitura!

Os editores



Distribuidor Autorizado:



FESTOOL



Airless Bicomponente Automático



Airless



Eletrostático



SSPC SP11

Completa linha de equipamentos para pintura e inspeção.

VENDA - LOCAÇÃO - MANUTENÇÃO



Airspray



Recuperadores de Solventes



Kit Inspeção



Kit Bresle



Pente de Medição



Holiday



Lixamento sem pó



Lixamento sem pó



Medidor de camada seca

www.wsequipamentos.com.br

(19) 3469-9889 - ws@wsequipamentos.com.br - Americana - SP



Carlos Tadeu da
Costa Fraga

O Pré-sal *exige* soluções inovadoras

As condições severas para a exploração do petróleo no Pré-sal criaram um ambiente desafiador para tornar a produção economicamente viável e segura

Por Alberto Paz

Engenheiro Civil formado Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ e pós-graduado em Engenharia de Petróleo (Universidade de Alberta, Canadá), em Administração de Empresas (Universidade de Columbia, Estados Unidos) e em Gestão Tecnológica (INSEAD, França), Carlos Tadeu da Costa Fraga é desde 2003 Gerente Executivo de Exploração e Produção do Sul e Sudeste do CENPES – Centro de Pesquisas da PETROBRAS, empresa na qual ingressou em 1981.

No cargo é responsável pela condução dos projetos de pesquisa e desenvolvimento da companhia nas áreas de exploração, produção, refino, petroquímica, gás natural, biocombustíveis e energias renováveis. Nesta entrevista, ele discorre sobre o a exploração de petróleo no Pré-sal e seus desafios.

Quais os pontos mais críticos na exploração de petróleo no Pré-sal?

Fraga – A ação comporta muitas oportunidades de inovação, em todas as áreas da produção como caracterização de reservatórios, perfuração de poços, linhas submarinas, garantia de escoamento, processamento da produção e logística. Para aproveitar as oportunidades a PETROBRAS estruturou, em 2007, um Programa Tecnológico

para o Pré-sal (PROSAL), compreendendo diversos projetos de pesquisa focados nas áreas de Construção de Poços, Drenagem de Reservatórios e Garantia de Escoamento, e, em 2009, o PRO-CO₂, para gerenciamento do CO₂ no Polo Pré-sal. Para outras áreas tecnológicas, houve criação de projetos específicos dentro de programas existentes como o PROCAP (Programa Tecnológico de Águas Profundas). A PETROBRAS tem trabalhado nestes projetos em estreita colaboração com as Universidades e Centros de Pesquisas e com a cadeia de fornecedores e muitos já renderam tecnologias que estão sendo ou que serão aplicadas.

Na fase de "aquisição do conhecimento" houve perfuração de diversos poços e a instalação do projeto piloto de Tupi. Como o senhor avalia os resultados dessa etapa?

Fraga – Na área de seleção de materiais o primeiro desafio foi a simulação do ambiente corrosivo principalmente nas altas pressões encontradas no fundo dos poços. Isso nos permitiu selecionar para o Piloto de Tupi, materiais para atender a vida útil prevista, utilizando principalmente ligas metálicas resistentes à corrosão. Numa segunda fase passamos a qualificar o uso de materiais já existentes para novas aplicações, visando redução de custo com materiais especi-

ais. Nessas linhas, podemos citar o uso de tubos com revestimento metálico interno de liga de níquel como risers de produção e o uso de tubulações revestidas internamente com epóxi reforçado para poços de injeção de gás e águas, que serão usados de forma pioneira no mundo nos próximos projetos do Pré-sal da Bacia de Santos (Sapinhoá e Lula-Nordeste).

Os Testes de Longa Duração (TLD) em poços selecionados ajudaram a definir os caminhos para o uso de materiais?

Fraga – Tendo em vista que o processo corrosivo está sempre associado ao início de produção de água nos poços e que estes projetos de TLDs se encerram antes do início da produção de água, essa experiência não teve praticamente impacto no nosso processo de seleção de materiais. O dimensionamento dos materiais foi feito principalmente com base em amostras de fundo de poço – de óleo e de água – coletadas logo após a perfuração e em testes de curta duração, mas como a produção de água tem sido praticamente nula nos TLDs, a informação dos TLDs não é suficiente para balizar estas estimativas. Como alternativa, está sendo feito um forte investimento visando aprimorar os simuladores computacionais de fluxo de fluidos em reservatórios, objetivando incorporar nos modelos com-

putacionais as reações químicas que ocorrem entre os fluidos injetados e a rocha, o que poderá tornar as previsões quanto à utilização de materiais mais acuradas.

Para o combate à corrosão, os materiais são muito diferentes dos utilizados em plataformas marítimas já exploradas?

Fraga – Na realidade, não. Os materiais mais resistentes como aços inoxidáveis duplex em poços e plataformas já haviam sido utilizados em outros projetos, e mesmo os risers com cladeamento interno de liga de níquel já estavam previstos de serem utilizados na plataforma P-55 do Campo de Roncador. A grande diferença no Pré-sal e a extensão de uso destes materiais, tanto em poços como em risers de produção. Na P-55, por exemplo, apenas os extremos dos risers serão cladeados, enquanto que nos próximos projetos do Pré-sal todo o riser terá revestimento interno em liga de níquel.

Quais as soluções mais adequadas encontradas até agora e se essas escolhas já podem garantir a exploração comercial de modo confiável e seguro?

Fraga – Sem a menor dúvida. Mesmo com grande aplicação de ligas resistentes à corrosão, todos os projetos aprovados até agora se mostram economicamente viáveis. O trabalho que está em andamento agora é de otimização dos materiais já existentes e desenvolvimento de novos. E obviamente, a segurança, sendo um valor da empresa, está garantida em todos os projetos.

Como o senhor avalia o envolvimento dos profissionais no desenvolvimento de soluções de materiais para o Pré-sal?

Fraga – O alto custo das ligas resistentes à corrosão e o potencial de perda de produção em caso de falha de material durante a pro-

dução fazem com que o envolvimento dos profissionais seja fundamental importância para o sucesso da exploração do Pré-sal. Além disso, a complexidade da caracterização do ambiente corrosivo torna essa função ainda mais importante. O momento é de intensa cooperação.

Comente sobre as novas ligas resistentes à corrosão, materiais não-metálicos e revestimentos orgânicos para o Pré-sal?

Fraga – Nos poços produtores, em função dos diferentes teores de contaminantes encontrados nos campos do Pré-sal, serão empregados nas colunas de produção aços inoxidáveis supermartensíticos, duplex ou super-duplex. Nos tubos de revestimento dos poços deve ser empregado o aço carbono de alta resistência, sendo previsto aço inoxidável apenas no trecho inferior do revestimento, onde há contato com os fluidos do reservatório. Já nos poços injetores, em função da grande corrosividade do meio, deverão ser usadas colunas de injeção feitas com tubos de aço carbono com revestimentos internos especiais, à base de resina epóxi reforçada com fibra de vidro, sendo empregados aços inoxidáveis de elevada resistência à corrosão (super-duplex) nas partes mais profundas das colunas e nos componentes das mesmas.

E como será o escoamento da produção?

Fraga – Para o escoamento da produção dos poços são empregados dutos submarinos que interligam os poços de produção às plataformas de petróleo, denominados risers na sua porção vertical. No Brasil, usualmente, têm sido empregados os chamados “dutos flexíveis”, os quais combinam as propriedades de alta resistência à tração, bom isolamento térmico e baixa rigidez à flexão, possibilitando seu enrolamento em grandes bobi-

nas (carretéis). Esses dutos são compostos de uma camada interna de aço inoxidável (carcaça) que tem a função de suportar a enorme pressão hidrostática decorrente da lâmina d'água, que pode atingir até 2500 m. Em seguida, tem-se uma camada polimérica, denominada “barreira de pressão”, que serve como barreira ao fluido produzido. Depois, têm-se camadas de armadura metálica (tiras) de aço carbono, dispostas circunferencialmente, que servem para resistir à pressão interna ou externa (carcaça intertravada). Tem-se ainda, pelo menos, mais duas camadas de armaduras de aço carbono (tiras) de alta resistência que servem para suportar os esforços longitudinais aos quais o duto estará submetido e, finalmente, tem-se uma camada polimérica externa, que serve como barreira de vedação à água do mar. Na área do Pré-sal, a PETROBRAS utilizará também dutos rígidos de aço carbono com revestimento interno em metalurgia nobre (liga de níquel).

Já as plataformas de produção utilizarão aço carbono naval nas suas estruturas e na maioria dos seus equipamentos de processo. As tubulações internas da planta industrial da plataforma deverão empregar também aços inoxidáveis, dependendo da severidade do ambiente corrosivo (principalmente nas linhas que contêm gás). Os vasos de processo deverão ser em aço carbono com revestimento orgânico interno e com revestimentos metálicos aplicados pelo processo de deposição de solda. Linhas de captação de água do mar deverão ser em Plástico Reforçado com Fibra de Vidro (FRP – Fibre Reinforced Plastic). Além destes materiais, a PETROBRAS está pesquisando novos materiais como novas ligas resistentes à corrosão para poços, tubulações não-metálicas resistentes à alta pressão e temperatura e revestimentos orgânicos auto-cicatrizáveis.

WALTER MARQUES DA SILVA – Um ícone da ABRACO

No dia 02 de fevereiro passado a ABRACO perdeu o Sr. Walter Marques da Silva que foi nosso grande Secretário Executivo. Ele completou sua missão aqui na terra e o Pai Maior o chamou, deixando-nos uma profunda saudade.

Invocando a memória de longa data, encontramos-nos no final do ano de 1977, quando ainda estávamos com nossa sede numa das salas do INT, cedida à ABRACO pelo seu Diretor Geral, Dr. Paulo Pereira. Esse apoio foi obtido em atenção a um pedido da Dra. Maria Carolina Marques da Silva, química do Instituto, na área de metalurgia, militante da Associação Brasileira de Metais (ABM) e uma das fundadoras da ABRACO.

Nesse ano havíamos tido um sério problema de administração e ficamos sem Secretário Executivo. Foi no auge dessa crise que, um dia, a Dra. Carolina me procurou e disse que tinha uma pessoa adequada para ocupar o lugar que tínhamos vago. Ele era uma pessoa séria, competente e estava disponível. Solicitei dela que o trouxesse o mais breve possível. Assim, logo em seguida, chegou a nós o Walter. Encontramos nele uma pessoa ideal para o cargo. Era sério, entusiasmado, confiante no futuro e com facilidade para resolver problemas de administração, de finanças e também de pessoal. Não entramos em detalhes e ele foi logo assumindo a gestão da Associação. No dia 1º de janeiro de 1978 assinamos sua Carteira de Trabalho, regularizando sua situação. E a ABRACO voltou a crescer.

A essa altura já estávamos empenhados na enorme tarefa de realizar aqui o *7th International Congress on Metallic Corrosion*, que foi presidido pelo eminente Prof. Ubirajara Quaranta Cabral, então Presidente da ABRACO e amigo pessoal do Prof. Marcel Pourbaix que, desde 1971, vinha dando um precioso apoio ao Brasil, por intermédio da COPPE/UFRJ e também da ABRACO. O Prof. Pourbaix tinha ainda o privilégio de ser o Presidente do *International Corrosion Council ICC*, dispondo de enorme prestígio na comunidade mundial de corrosão. Ele trabalhou firmemente até que, no VI Congresso Internacional de Corrosão, realizado em Sidney, na Austrália, ele conseguiu a aprovação do Conselho para que o VII Congresso fosse realizado no Rio de Janeiro. E foi isso que aconteceu no período de 4 a 11 de outubro de 1978. Porque tanto tempo? Porque o Rio de Janeiro é realmente uma das cidades mais belas do mundo.

Acatando idéia do Walter, resolvemos iniciar o Congresso na 4ª feira à noite, interrompê-lo no sábado e no domingo para dar aos congressistas de todo o mundo a oportunidade de conhecerem o Rio de Janeiro. No domingo, os membros do Conselho Internacional de Corrosão que vieram para o Congresso foram homenageado pelo Sr. Henrique dos Santos, da Sacor Siderotécnica, nossa associada, com um lauto almoço em seu iate, fundeado na Baía de Guanabara. Após o almoço, deu um *tour* pela baía, mostrando as vistas da nossa terra, deixando todos eles com uma inesquecível lembrança.

O Walter dedicou-se de corpo e alma a esta grande missão. Nessa época contávamos também com a preciosa colaboração de nossa Secretária, a Srta. Mariza Gaspar. Ali trabalhávamos diariamente até tarde da noite, incluindo os sábados, domingos e feriados, montando os trabalhos para a impressão dos anais do Congresso. Nessa época não havia computadores e o apoio que tínhamos era a fotocópia. Ficávamos recortando os trabalhos para melhorar a formatação deixando-a mais uniforme. Colávamos e depois íamos para a fotocópia. Com isso ganhamos um significativo número de páginas e conseguimos uma apresentação bem melhorada. O resultado é que o Congresso foi um autêntico sucesso, reconhecido internacionalmente.

Passado o grande Congresso, voltamos a realizar os Seminários de Corrosão, também com sucesso indiscutível. Até então, continuávamos ocupando uma salinha lá nos fundos do INT, que já estava muito pequena para o nosso tamanho. Então o Walter colocou como meta passarmos para uma sede própria. Ele encontrou o conjunto de salas 412 e 414 do nº 27 da Av. Venezuela. Negociou com o proprietário e viu que já tínhamos recursos suficientes para comprarmos a nossa sede. E assim desocupamos o INT que nos abrigou por vários anos e passamos para a nossa Casa, onde estamos até hoje. Só que agora, graças à visão e à ação do Walter, o apoio das várias Diretorias e dos vários Conselhos, ao longo destes últimos 30 anos, dispomos hoje, no mesmo nº 27, de um conjunto de



12 salas próprias, constituindo uma nobre sede, num local que está cada vez mais privilegiado.

Um fato muito importante foi o comportamento da Dra. Carolina. Quando ela nos ofereceu a pessoa para resolver o nosso problema, ela simplesmente apresentou o Walter. E não disse mais nada. E o Walter, por seu lado, nunca falou desse assunto. Um belo dia descobri que o sobrenome do Walter era igual ao da Dra. Carolina. Não me contive e indaguei se havia algum parentesco entre ambos. Ele respondeu-me: “ela é minha irmã”. Quase não acreditei. Porque ambos mantinham, na ABRACO, um relacionamento absolutamente imparcial. Um mérito extraordinário dele e dela.

Uma característica muito importante do Walter era que ele colocava sempre o interesse da ABRACO acima de tudo, sem deixar de respeitar a hierarquia na administração. Muitos anos depois a ABRACO passou por uma pesada crise de gestão e, mesmo na dificuldade dos problemas, ele respeitava os seus superiores procurando preservar o interesse maior da Associação. Mesmo nos momentos mais difíceis por que passou, nunca o vimos desanimado ou triste. Estava sempre com coragem, com a cabeça erguida, com o otimismo e com a fé, que lhe eram peculiares, de que tudo iria dar certo, como de fato deu.

Passada a dificuldade, e com o retorno do Prof. Laerce de Paula Nunes à Presidência da ABRACO, reencontramos o Walter com o mesmo entusiasmo e a mesma disposição, às vezes um pouco abatido pelo peso da idade. Mas, com sua força de vontade, determinação e senso de responsabilidade, ficou de pé até o último instante, quando teve um pequeno acidente dentro de casa, que o levou ao hospital, de onde empreendeu a grande viagem. Deixou-nos um exemplo de vida e de profissional, além de uma profunda saudade e o nosso reconhecimento do seu inabalável mérito, a quem a ABRACO tanto deve.

A passagem do Walter pela ABRACO foi marcada pela abnegação sobrepondo-se ao dever profissional!

Aldo Cordeiro Dutra
Diretor da ABRACO

Nota de falecimento – Eng. Químico Attilio Travalloni

No dia 06/03/2012, às 11h15, na Casa de Saúde Santa Lúcia, faleceu aos 62 anos, o Coordenador de Desenvolvimento Tecnológico e ex-diretor do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), Attilio Travalloni. Engenheiro Químico, graduado pela Universidade do Rio de Janeiro (UFRJ) em 1971, Attilio ingressou no INT em 1974, na Divisão de Metalurgia, com o objetivo de estruturar o laboratório de Corrosão e Eletroquímica. Foi Presidente da Associação Brasileira de Corrosão - ABRACO em dois mandatos (89-92 e 96-98) e de vários sub-Comitês e Comissões de Estudo da ABNT, especialmente das Comissões relacionadas com a corrosão e proteção anticorrosiva, estando presente nos principais eventos da ABRACO realizados principalmente durante a sua gestão. Entre 1999 e 2001, ocupou o cargo de Diretor do INT.

Nota de falecimento – Prof. Dr. Hector A. Videla

Lamentamos comunicar o falecimento do eminente Prof. Dr. Hector A. Videla, ocorrido no dia 28 de janeiro de 2012, na Argentina. Professor de físico-química da Facultad Ciencias Exactas da Universidad Nacional de La Plata (UNLP), na Argentina, ele foi chefe da seção de bioelectroquímica do Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA). Foi um dos mais importantes estudiosos da corrosão microbiológica e um colaborador da ABRACO há muitos anos, durante os quais demonstrou uma grande simpatia pela comunidade dos corrosionistas do Brasil, procurando aproximá-los dos colegas argentinos. Foi o principal articulador do 1º Encontro de Corrosão e Proteção Argentino-Brasileiro realizado em Foz do Iguaçu, em outubro de 1988. Participou de muitos eventos da ABRACO. Dentre suas obras destacam-se Introdução à Corrosão Microbiológica, Manual de Corrosão Microbiológica, o Manual Prático de Biocorrosão e Biodeposição, para a indústria, e o livro Biocorrosão, Biofouling e Biodeterioração de Materiais. Todos eles são considerados obras de referência para o estudo da corrosão microbiológica.



Desafios na *prevenção* e no *combate* à corrosão

A corrosão é um dos temas mais desafiadores na indústria naval.

Especialistas comentam o atual momento desse segmento econômico e problemas e soluções

Por Carlos Sbarai

A indústria naval brasileira chegou a ser a segunda maior do mundo nos anos de 1970. Nas décadas seguintes, quando os navios e plataformas de exploração passaram a ser importados, o setor começou a definhar até quase se exaurir. Há alguns anos, no entanto, a indústria naval está renascendo. Esta reviravolta se deve, principalmente, ao PROMEF – Programa de Modernização e Expansão da Frota da TRANSPETRO. As encomendas do PROMEF somam 49 navios de grande porte e entre suas premissas está a orientação de que os navios devam ser construídos no Brasil, com índice de nacionalização de 65 % na primeira fase e de 70 % na segunda, além da exigência de que sejam internacionalmente competitivos.

Segundo o consultor técnico da PETROBRAS/Cenpes/PDP/TMEC, Joaquim Pereira Quintela, o setor naval, em franca expansão, passa por um segundo estágio após o período de reaquecimento, e os problemas e as soluções têm a mesma ordem de grandeza. “Dentro desse cenário, os problemas certamente surgirão e as soluções nem sempre serão implementadas. Também temos outros desafios importantes. Acredito que o primeiro da indústria em relação à corrosão é vencer o maior vilão desse fenômeno que é gerado pelo próprio homem. Na maioria das vezes, a solução para o problema é conhecida, mas devido a fatores alheios à vontade dos técnicos, não é implantada. Isso é extremamente frustrante. Muitas vezes, as decisões tendem ao convívio com a corrosão ao invés de reduzi-la a níveis mínimos ou mesmo evitá-la”, alerta Quintela.

O consultor explica que a área de revestimentos anticorrosivos é responsável por mais de 80 % dos gastos com proteção contra a corrosão. Ele esclarece que não se pode encarar a pintura de uma unidade *offshore* ou *onshore* da mesma forma como se encara a pintura de um portão em área rural. “O que se impõe é uma abordagem mais tecnológica e menos conservadora na área. Uma boa e simples ação do ponto de vista químico pode gerar grande economia quando comparada a uma metalurgia complexa. Especificamente na área dos revestimentos anticorrosivos, dediquei muitos anos da minha carreira, promovendo tecnologias que levassem em consideração a saúde ocupacional, o meio ambiente e a segurança dos trabalhadores envolvidos nesta atividade”, destaca Quintela.

“Atualmente acho que esses fatores já estão incorporados às técnicas de proteção contra a corrosão. Existe um fator que não deve ser esquecido quando se propõe uma solução contra a corrosão no atual cenário mundial, a Sustentabilidade. Além das questões de SMS (Segurança, Meio Ambiente e Saúde), tecnologias que contribuam com a sustentabilidade devem ser incentivadas em todos os níveis. Economia e reaproveitamento de água, tratamento de resíduos industriais e preservação de recursos naturais devem nortear a geração de novas tecnologias”, comenta Quintela.

Ainda segundo Quintela, a fase atual é muito difícil, pois exige

vultosos investimentos e preparação de mão de obra qualificada para construção naval. Isso não se faz da noite para o dia e somente será possível com forte participação do Estado, com políticas de incentivo à formação de profissionais para indústria naval em todos os patamares. “Acredito que essa ação possa até envolver o recrutamento de profissionais de centros internacionais para treinamento e formação dos brasileiros. Atualmente é difícil convencer jovens a se tornarem engenheiros, eles preferem outras profissões como, por exemplo, advocacia e administração. De qualquer forma, o Brasil, em virtude da exigência do alto índice de nacionalização na construção naval, tem que se preparar para se tornar um centro mundial neste segmento”, finaliza Quintela.

Na opinião do capitão da Marinha, Dauton Menezes, atualmente, a indústria naval brasileira vive um momento de recuperação após vários anos sem investimentos, que levaram estaleiros à falência e provocaram a demissão de funcionários. “Há mais ou menos dez anos, quando o País recomeçou a construir grandes navios e a incorporar tecnologia, a indústria naval brasileira começou a reconquistar o seu espaço no âmbito internacional. Isto se deve aos investimentos realizados no setor de óleo e gás e, principalmente, à descoberta do Pré-sal e a retomada do uso das hidrovias. A exploração do Pré-sal está revolucionando a indústria de construção

naval brasileira. Novas estruturas estão sendo criadas nos portos e até mesmo novas funções dentro dos antigos empregos, para dar conta do crescimento na área”, afirma Menezes.

Como observa o capitão, de uma maneira ampla, a atividade industrial é estratégica para todos nós, trabalhadores e governo, pela capacidade de gerar empregos, e também, de atrair investimentos de grandes empresas estrangeiras. Os bons ventos que hoje sopram sobre a indústria naval brasileira impulsionam o setor, não só para a construção de novos navios, mas também para a importante atividade de manutenção e reparos dos equipamentos navais. No entanto, existe uma carência de mão de obra qualificada para atender a demanda deste setor em ascensão: faltam profissionais de nível básico,

como soldados e montadores; de nível técnico, como operadores de máquinas; e até profissionais de nível superior, como engenheiros.

Adequação da mão de obra

Menezes também comunga da mesma opinião de Quintela a respeito da questão da corrosão. “Os desafios estão relacionados à adequação da mão de obra às necessidades de cada estaleiro e à conscientização gerencial em manter uma constante atualização dos seus profissionais. É o conhecimento que possibilitará identificar as deficiências do sistema produtivo que contribuem para o surgimento de problemas relacionados à corrosão. Todos precisam ter em mente bem claro que a corrosão causa retrabalho em obras novas em curto espaço de tempo, e que o custo de reparo é alto. A realização de um reparo em um navio implica serviços como a docagem, mão de obra especializada, aquisição e troca de materiais e equipamentos, aumentando

“Na maioria das vezes, as soluções para os problemas são conhecidas, mas, devido a fatores alheios à vontade dos técnicos, não chegam a ser implantadas. Isso é extremamente frustrante!”

Joaquim Pereira Quintela

o custo final da embarcação. Daí a importância das ações anticorrosivas que minimizem as perdas na indústria”, comenta Menezes.

Ações simples para resolver grandes problemas

O pesquisador do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL, Fernando Fragata, passa um dado interessante: a aplicação correta das técnicas de proteção anticorrosiva pode evitar prejuízos da ordem de 25 % do custo anual das ações corrosivas ocorridas em um país. “Esse é um dado bastante conhecido em nível mundial e que pode ser utilizado como exemplo para mostrar o impacto da corrosão”, afirma Fragata.

Menezes reforça que, além de tudo o que foi exposto, o investimento na educação do trabalhador (cursos de atualização e qualificação) é que o motiva a trabalhar com maior dedicação, e esta motivação gera um grande retorno para a empresa. “Se o trabalhador possui o conhecimento técnico necessário para desempenhar a sua atividade, ele é capaz de visualizar problemas e de propor melhorias no processo produtivo, reduzindo custos. Embora eu não tenha números, a minha experiência, atuando na área de pintura industrial, e realizando inspeções em obras novas e de manutenção/reparo, mostra que ações simples muitas vezes resolvem grandes problemas de processo”, avalia Menezes.

Menezes e Quintela estão alinhados também quando o assunto é qualificação da mão de obra. A mão de obra qualificada é atualmente um dos maiores gargalos no país. Embora o número de vagas seja alto, existe uma grande dificuldade para preenchê-las. Há uma lacuna entre a formação

AUDITORIA E CONSULTORIA



Richard Forster Bayer

- **Perícias, Análises de Falhas em Equipamentos de Aço ou Concreto sob Corrosão**
- **Especificações e Contratos para Projetos de Pintura e Revestimentos**
- **Inspeção de Pintura Naval e Industrial por Inspetor NACE CIP-2 Marine**
- **Programas para Manutenção de Pintura Industrial e Revestimentos**
- **Especificações e Contratos para Projetos de Pintura e Revestimentos de Alto-Desempenho por Especialista Certificado PCS e C-2 (SSPC-USA)**



Tel.: +55 (47) 3029 3484
richard@narus.com.br
www.narus.com.br

dos profissionais e a demanda do mercado. O mercado de trabalho cresceu e se modificou. Em atividades onde antes não era exigido estudo, hoje é imprescindível a especialização. Para preencher essa lacuna, algumas empresas estão buscando mão de obra em outros estados e até mesmo em outros países. Também estão investindo em centros de treinamento próprios ou realizando parcerias com instituições de ensino. Faltam profissionais em todos os níveis: tanto de produção, como técnico e superior.

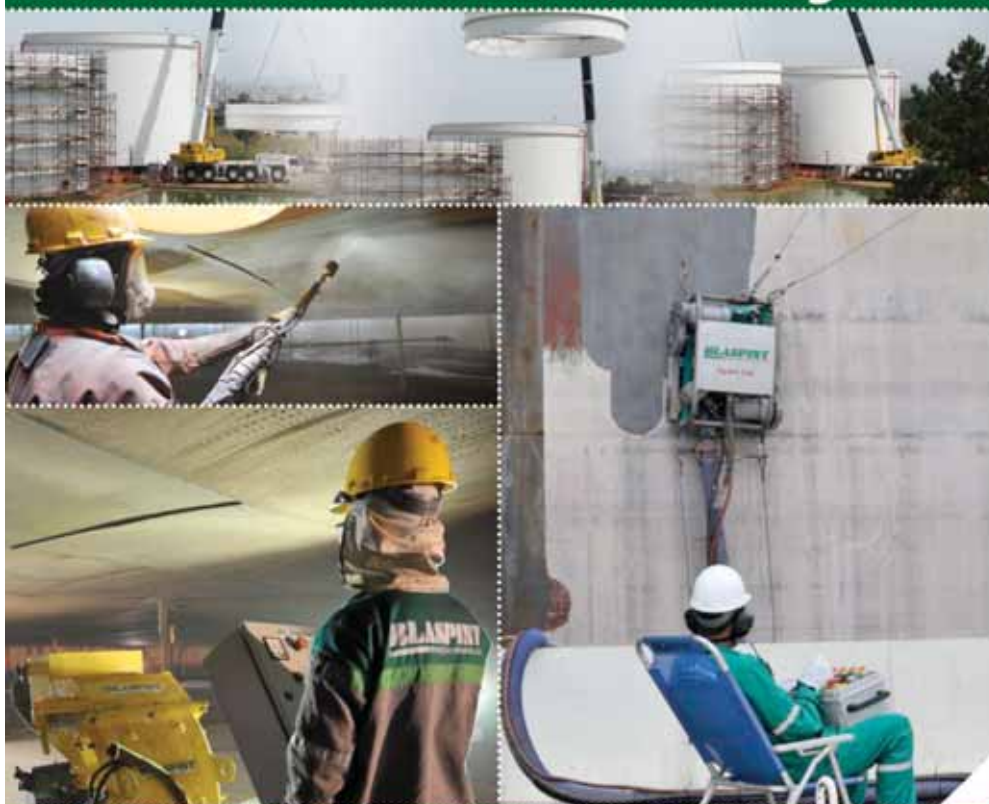
Ainda segundo o capitão, pode-se mencionar também o problema bem atual referente à falta de espaço para docagem e reparos de navios, muitos dos quais com idade bastante avançada. "É necessário conscientizar as empresas do setor naval de que as atividades de reparo e manutenção são tão lucrativas quanto as de construção de novos navios", enfatiza.

Menezes conclui, afirmando que, depois de um longo período de declínio e tormentas, bons ventos sopraram em direção ao ressurgimento da indústria naval brasileira. "As engrenagens desse importante equipamento de propulsão de nosso país deverão alavancar todo o parque industrial em seu entorno, consolidando a indústria naval como uma das mais expressivas para o Brasil. Não podemos esquecer que o Brasil é um país de dimensões continentais, o que torna a sua presença no mar, uma questão de soberania nacional. O fato de que 95 % das exportações brasileiras são realizadas via transporte marítimo é outro indicador da importância dessa indústria. Além disso, é no mar que o Brasil prospecta mais de 85 % do seu petróleo. Também

temos de considerar a representatividade da indústria pesqueira. Desta forma, para expandir as riquezas e o comércio do nosso país, precisamos estar presentes no mar, e o crescimento da indústria naval é uma das peças fundamentais que garante nosso pleno desenvolvimento", finaliza.

O crescimento dos estaleiros é um grande desafio, no qual o aumento da produtividade e competitividade, a formação e a qualificação de recursos humanos e o aumento do número de itens nacionalizados fornecidos a navios e plataformas definem as novas fronteiras para o sucesso e o crescimento. A indústria naval brasileira está em processo de consolidação, com a geração gradual de empregos, nacionalização de produtos e atendimento às normas e certificações internacionais.

Referência em Pintura, Montagem e Manutenção Industrial



A **BLASPINT** é uma empresa especializada em serviços de manutenção e pintura em refinarias e terminais de petróleo, com destaque para as unidades pertencentes à Petrobras e suas subsidiárias.

A empresa se destaca na fabricação, montagem e manutenção de tanques, esferas e tubulações, com atividades de hidrojateamento, jateamento, pintura e caldeiraria.

Na busca pela melhoria contínua do desempenho, a **BLASPINT** implantou o Sistema Integrado de Gestão para seguir diretrizes de qualidade, segurança, cuidados ambientais e saúde do trabalhador, recebendo assim o título de empresa certificada.

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
BUREAU VERITAS
Certification



WWW.BLASPINT.COM.BR

BLASPINT
MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

SJCampos - SP | CEP 12246-000

Av. Alfredo Ignácio Nogueira Penido, 255 | sl 1713, Ed. Le Classique, Jd. Aquarius
Tel.: (12) 3911-2555 | sjcampos@blaspin.com.br

Caçapava - SP | CEP 12285-810

Rod. João do Amaral Gurgel, 1501
Telefax: (12) 3654-4040 | blaspin@blaspin.com.br

Compostos *solúveis* em superfícies a serem pintadas

Soluble compounds on surfaces to be painted



Por Celso Gnecco

Introdução

A presença de compostos solúveis em uma superfície a ser pintada pode interferir no desempenho da tinta ou do esquema de pintura. A interferência depende da quantidade e do tipo de contaminante presente. Os mais comuns são os sais. Os ambientes mais críticos são os industriais onde existe grande número de fábricas poluidoras que lançam na atmosfera gases como o SO_2 e os à beira-mar onde há presença de névoa salina intensa.

Introduction

The presence of soluble compounds in a surface that will be painted can interfere with the performance of coat or paint system. The interference depends on the amount and type of contaminant. The most common are the salts. The most critical environments are those industrial, where there are large number of factories that emit polluting gases in the atmosphere like SO_2 and the maritime where there is presence of salt spray intense.

Corrosividade do meio ambiente

Os compostos solúveis presentes nos produtos de corrosão dependem do meio a que a su-

perfície metálica foi exposta. Assim, em um ambiente industrial (C5-I), segundo as normas ABNT NBR 14643:01, ISO 12944-2 e ISO 9223:92, a maior parte dos compostos presentes nos produtos de corrosão é de sulfatos por causa do SO_2 originado da queima de combustíveis contendo enxofre; e em um ambiente à beira-mar (C5-M), a predominância é de cloretos. A composição da água do mar é, em geral, 96,5 % de água e 3,5 % de sais, ou seja, cada litro de água do mar contém aproximadamente 35 g de sais, dos quais, cerca de 86 % é o cloreto de sódio (NaCl)⁽¹⁾. A névoa salina que é o *spray* de água do mar, formado na rebentação das ondas, chamada erradamente de maresia, é um eletrólito forte e sua presença no ar depende da geografia e dos ventos da região.

Solubilidade dos produtos de corrosão

Certas especificações limitam o teor máximo de compostos solúveis que restam na superfície, após a preparação para a pintura, porque a presença destes sob a película de tinta compromete a proteção anticorrosiva. Materiais solúveis sob a pelí-

cula de tinta podem formar bolhas na pintura por osmose em um ambiente úmido. Além disso, o material solúvel (eletrólito) acelera a atividade da célula de corrosão eletroquímica.

Osmose: é um fenômeno físico-químico que ocorre quando duas soluções aquosas de concentrações diferentes entram em contato recíproco através de uma membrana semipermeável. A água (figura 1) movimenta-se sempre do meio menos concentrado para o mais concentrado, com o objetivo de atingir a mesma concentração em ambos os lados, através de uma membrana cujos poros permitem a passagem de moléculas de água, mas impedem a passagem de outras moléculas, como as dos sais, por exemplo⁽²⁾.

Por isso, é importante determinar se há contaminantes e quantificar a sua presença antes de aplicar a tinta. Em alguns casos, é possível lavar a superfície com água limpa e baixar o nível de compostos solúveis para valores toleráveis, de modo que não afetem o desempenho das tintas. A tinta funciona como uma membrana semipermeável.

Mesmo tomando todos os cuidados com os contaminantes

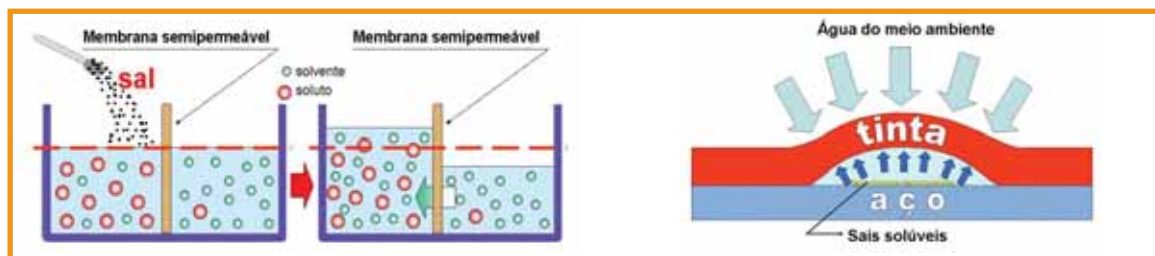


Figura 1 - Formação de uma bolha por osmose (sais na superfície)

TABELA 1 – ALGUNS VALORES APROXIMADOS DA CONDUTIVIDADE A 25 °C ⁽⁴⁾

<i>Solução</i>	<i>Concentração</i>	<i>Condutividade (em $\mu\text{S/cm}$)</i>
Água ultrapura	–	0,055
Água destilada fresca (recém-produzida)	–	1
Água destilada velha	–	4
Água Potável	< 0,025 %	500
Água do mar	3,5 %	50.000

Obs.: A concentração máxima de cloreto de sódio em água à temperatura de 25 °C é de 359 g/L (saturação)

$$1 \text{ mho/cm} = 1 \text{ Siemens/cm} = 10^3 \text{ mS/cm (miliSiemens por cm)} = 10^6 \mu\text{S/cm (microSiemens/cm)}$$

$$1 \text{ miliSiemens/m} = 10 \mu\text{mho/cm. [1 mS/m} = 10 \mu\text{S/cm]}$$

suspensos na atmosfera, estes podem vir a se depositar no intervalo entre a preparação da superfície e a aplicação da primeira demão e também no intervalo entre as demãos de tinta. Se possível, deve ser providenciada uma cobertura no local da aplicação para evitar a deposição dos compostos contaminantes solúveis nas superfícies.

Normas sobre contaminantes nas superfícies

Para determinar a presença quantitativa de compostos solúveis nas superfícies de aço-carbono, existem os métodos ISO 8502: Preparação de substratos de aço-carbono antes da aplicação de tintas e produtos correlatos – Testes para a avaliação da limpeza da superfície. Este método é subdividido em 12 partes de interesse para as tintas e pinturas: as mais usadas em trabalhos de campo são as ISO 8502-6 e 8502-9. Existem também as normas relacionadas com o assunto: ABNT NBR 7348 – Preparação de superfície de aço com jato abrasivo e hidrojateamento e PETROBRAS N-9 – Tratamento de superfícies de aço com jato abrasivo e hidrojateamento. Há um documento da *Society for Protective Coatings* (SSPC), o SSPC-TU 4 – Métodos de Campo para Recuperação e Análise de Sais Solúveis em substratos, que cita os métodos mais comuns usados no campo.

A maioria dos métodos ISO

citados é baseada na lavagem de uma área da superfície com água destilada ou deionizada, recolhimento da água usada e posterior análise da quantidade de compostos solúveis extraídos e analisados através do método condutivimétrico com aparelhos portáteis no campo ou por titulação em laboratório. Quanto maior é a quantidade de contaminantes solúveis em água na superfície, maior é a condutividade da solução recolhida para o teste.

Condutividade

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade de uma água ou de uma solução conduzir corrente elétrica. É definida como o inverso da resistência elétrica de 1 cm³ do líquido a uma temperatura de 25 °C. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na água⁽²⁾.

Expressão do resultado

A unidade de Resistência Elétrica no SI (Sistema Internacional de Unidades) é o ohm (Ω). Resistência elétrica específica é uma medida da oposição de um material ao fluxo de corrente elétrica. Varia de acordo com cada material⁽³⁾.

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários

componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta. Os sais dissolvidos e ionizados presentes na água transformam-na num eletrólito capaz de conduzir corrente elétrica. Como há uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica, podemos estimar o teor de sais pela sua condutividade. A medida é feita através de condutivímetro e a unidade usada é o mho/cm (inverso de ohm/cm, unidade de resistência). A unidade de condutância no SI é Siemens (S). A condutância específica é o inverso da unidade de resistência específica: mho por centímetro (mho/cm) e é chamada de “condutividade”⁽⁴⁾.

Na tabela 1, podem ser observados os valores de condutividade em função da concentração de sais na água.

Mecanismo da condutividade

Ao contrário do que ocorre nos condutores metálicos, nos quais a corrente elétrica é transportada por elétrons livres, o transporte de cargas nas soluções eletrolíticas é realizado por íons. Todos os íons presentes na solução participam dessa condução e, por essa razão, pode-se dizer que a condutividade fornece uma informação global e, por natureza, não-específica. Por isso, a condutividade é quantitativa, pois não revela a

TABELA 2 – LIMITE MÁXIMO TOLERÁVEL DE SAIS NA SUPERFÍCIE SEGUNDO IMO

<i>Preparação de superfície</i>	<i>Sais totais como NaCl</i>	<i>Condutividade</i>
Primária	$\leq 50 \text{ mg/m}^2$	$\leq 42 \text{ }\mu\text{S/cm}$
Secundária	$\leq 50 \text{ mg/m}^2$	$\leq 42 \text{ }\mu\text{S/cm}$

Obs.: IMO PSPC MSC.215(82) é um padrão de desempenho para Tintas Anticorrosivas - projetado para alcançar uma vida útil da pintura de 15 anos em água do mar para tanques de lastro (ballast tanks) e para espaços entre cascos duplos em navios de carga.

$$1 \text{ mg/m}^2 = 0,1 \text{ }\mu\text{g/cm}^2. \text{ Portanto: } 50 \text{ mg/m}^2 = 5 \text{ }\mu\text{g/cm}^2$$

TABELA 3 – NÍVEIS DE CLORETOS E SULFATOS SEGUNDO A NORMA ABNT NBR 7348

<i>Padrão</i>	<i>Cloretos</i>	<i>Sulfatos</i>
SC-1	Livre	Livre
SC-2	$< 7 \text{ }\mu\text{g/cm}^2$	$< 17 \text{ }\mu\text{g/cm}^2$
SC-3	$< 50 \text{ }\mu\text{g/cm}^2$	$< 50 \text{ }\mu\text{g/cm}^2$

TABELA 4 – NÍVEIS DE CLORETOS SEGUNDO O PADRÃO NAVSEA

<i>Aplicações</i>	<i>Cloretos</i>	<i>Condutividade</i>
Imersas	$3 \text{ }\mu\text{g/cm}^2$ (30 mg/m ²)	30 $\mu\text{S/cm}$
Não-imersas	$5 \text{ }\mu\text{g/cm}^2$ (50 mg/m ²)	70 $\mu\text{S/cm}$

natureza química dos compostos presentes em uma solução.

A maioria dos ácidos, bases e sais inorgânicos são bons condutores de corrente elétrica, ao passo que substâncias orgânicas, que não se dissociam em solução (hidrocarbonetos, gasolina e açúcares, por exemplo), não o são.

Nível de contaminação e o seu controle

Cerca de 80 % das falhas de pintura se devem à preparação inadequada da superfície.

A limpeza do aço por jateamento abrasivo, inclusive ao metal quase branco (Sa 2 1/2)

não elimina por completo todos os contaminantes solúveis da superfície.

Por exemplo, um nível de cloretos de 640 mg/m² antes do jateamento, é reduzido somente a 220 mg/m² depois de jateado – uma redução de aproximadamente 1/3 da quantidade inicial. O jateamento a úmido reduz o nível de contaminação por cloretos de duas a quatro vezes mais do que o jateamento a seco⁽⁵⁾.

Nível máximo admissível de cloretos

Não é possível estabelecer um nível crítico de contaminação

por cloretos, acima do qual pode-se prever a falha do esquema de pintura. Os valores são função do tipo de tinta, do grau de oxidação do substrato metálico e da agressividade do meio em que a vida em serviço do esquema de pintura se desenvolverá.

Para superfícies altamente oxidadas, os níveis críticos de cloretos são maiores do que os encontrados em superfícies novas, sem óxidos, antes da limpeza.

Em função da durabilidade do esquema de pintura, um nível máximo de cloretos de 10 a 50 mg/m² é aceitável, segundo o que se pode observar em algu-



Figura 2 - Tubo de látex da Rogertec⁽⁶⁾ e kit Chlor-test da Elcometer⁽⁷⁾



Figura 3 – Kit Chlor-test (a) e kit para teste de íon cloreto da Elcometer (b) e tubo de titulação Kitagawa (c)⁽⁸⁾

TABELA 5 – CARACTERÍSTICAS DO CHLOR-TEST

<i>Especificações</i>	<i>Valores</i>	<i>Especificações</i>	<i>Valores</i>
Faixa de medição:	3 – 200 ppm ou 3 – 200 µg/cm²	Temperatura de operação:	5 até 80 °C
Volume da amostra:	Acima de 5 ml	Faixa de pH:	3,5 a 13
Limite de detecção:	1 ppm	Varição de cor	rosa → branco

Obs.: Há tubos de titulação com várias faixas de medição, desde 20 até 2.000 ppm (µg/cm²)



1. Esvazie o conteúdo do Chlor* Extract™ no tubo de látex Chlor* Sleeve™. Remova a proteção do adesivo da auréola, aperte o tubo para expelir o ar e adira o tubo à superfície a ser testada



2. Massageie o líquido contra a superfície; remova o tubo da superfície e coloque-o no orifício da tampa da caixa de papelão



3. Quebre as extremidades do tubo de Kitagawa e o introduza no tubo de látex até o fundo do líquido extrator



4. Após dois minutos, leia a mudança de cor para identificar o nível de cloretos, em ppm ou microgramas por cm². A relação é 1:1

Figura 4 – Procedimento de utilização do kit Chlor-Test com o tubo de Kitagawa

mas das normas apresentadas na tabela 2.

Segundo a IMO PSPC MSC.215(82), *International Maritime Organization – Performance Standard for Protective Coatings*, o limite tolerável para a preparação primária de superfície, PSP (*Primary Surface Preparation*), medido pelo método da

condutividade de acordo com ISO 8502-9, é o seguinte:

Limite máximo de sais solúveis em água equivalente a NaCl é 50 mg/m², como pode ser observado na tabela 2.

A norma ABNT NBR 7348:2007 não informa o que é bom ou ruim em termos de limites de contaminação ou

salinidade, mas estabelece três faixas de quantidades de cloretos e sulfatos. São os padrões não-visuais de preparação, que podem ser observados na tabela 3.

A norma NACE N° 5/SSPC-SP 12 denomina estes níveis como sendo NV-1, NV-2 e NV-3 e os valores são exatamente os mesmos. NV = *Nonvisible Contamination*.

A norma Petrobras N-9 F também define os padrões não-visuais de preparação como sendo NV e os valores são os mesmos da tabela 3.

A NAVSEA *Standard Item 009-32: “Cleaning and Painting Requirements”* da Marinha Americana limita a salinidade no Item 3.10.7. *Conductivity or Chloride Measurement*, conforme pode ser conferido na tabela 4.

Métodos para determinação da condutividade

Tubo de titulação – Método ISO 8502-5

Um modo de quantificar os contaminantes no campo ou em laboratório é através do método ISO 8502-5, utilizando o tubo de titulação (*titrator tube*). O *kit Chlor-Test* ⁶ consiste da lavagem da superfície com água destilada e dosagem do teor de cloretos por meio de tubos de titulação ou, como o fabricante os denomina, sondas de titulação. Este tubo contém um reagente que, quando em contato com a solução que sobe por capilaridade, indica o teor de cloretos presentes na água de lavagem recolhida. À medida que a solução sobe, a cor muda para branca. Onde a linha de separação parar, o valor poderá ser lido na escala em ppm (parte por milhão) ou em mg/cm². A proporção é 1:1, isto é, 1 ppm = 1 mg/cm². A unidade ppm pode ser convertida em porcentagem, bastando para isso dividir o resultado em ppm por

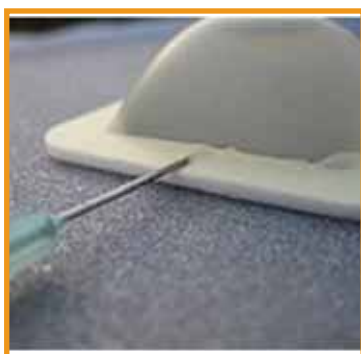
1. Retirando a proteção do adesivo da célula Bresle que em seguida é aderida à superfície



2. A água destilada é injetada com uma seringa através das bordas da célula



3. Verificando a estanquidade, ou seja, a possibilidade de haver vazamentos na célula



4. Após a lavagem da área sob a célula Bresle, a solução é transferida para um condutivímetro



Figura 5 – Utilização da célula Bresle e o condutivímetro

10.000. A unidade mg/cm^2 é determinada em função da área de teste, bem definida e delimitada pelo quadrado ou círculo que é colado na superfície a ser testada. O tubo de látex, o *kit*

Chlor-Test e o tubo de Kitagawa podem ser observados nas figuras 2 e 3.

O ensaio é rápido, prático e pode ser executado no campo, com *kits* contendo a quantidade de água destilada exata, um tubo de látex (tipo camisinha) com uma auréola auto-adesiva e um tubo de titulação (*detector tube*).

Características do *Chlor-test*

A tabela 5 apresenta as características do *Chlor-Test*. O procedimento de utilização do *Kit Chlor-Test* e do tubo de Kitagawa pode ser observado na ilustração da figura 4.

Célula Bresle

Ake Bresle desenvolveu um sistema para medir a quantidade total de sal, por unidade de área (mg/m^2). O método consiste de uma moldura de plástico (chamada de célula Bresle) de 1 mm de espessura com um adesivo em um dos lados e com uma lâmina de látex no outro. Com uma seringa, um líquido de lixiviação ou de extração é injetado através da moldura, molhando a superfície sobre a qual a moldura foi colada.

O líquido é bombeado, na ida e na volta, entre a seringa e a célula várias vezes e depois transferido para um recipiente onde a análise química indica a concentração da contaminação lixiviada da superfície.

O tempo para tomar a amostra pode variar segundo a aplicação. Para amostras de sais solúveis em superfícies de aço limpas por jateamento, um período de cinco minutos pode ser apropriado, com duas a quatro bombeadas⁽⁵⁾.

Há células Bresle, de diversos tamanhos. Um dos exemplos é a que tem o compartimento de aproximadamente 1.250 mm^2 . O método de Bresle usa a diferença de condutividade de sais em água, tendo cada sal uma re-

lação de condutividade-versus-concentração característica. A correlação entre concentração e condutividade pode ser encontrada em manuais de físico-química. Esta relação só será útil, se o sal dissolvido for conhecido. Cloreto de sódio, o principal sal da água do mar, causa um grande aumento na condutividade com a elevação da concentração.

A célula é colada na superfície a ser testada, e um volume especificado de água deionizada é injetado dentro da célula. Qualquer sal presente na superfície é dissolvido na água. O líquido é extraído e sua condutividade medida.

A condutividade da solução coletada depende do volume de água usado, e sua condutividade inicial e a quantidade de sal em solução dependem da área da célula. O cálculo da quantidade de sal por área baseia-se no aumento da condutividade. No IMO método de PSPC, o sal é calculado como cloreto de sódio⁽⁹⁾ e, no método ISO 8502-9, ele é calculado como uma mistura específica de sais.

ISO 8502-6 – Preparação de substratos de aço-carbono antes da aplicação de tintas e produtos relacionados – Testes para avaliação da limpeza da superfície. Parte 6: Extração de contaminantes solúveis para análise (Método Bresle). Uma ilustração da utilização da Célula Bresle e o Condutivímetro podem ser observados na figura 5.

Nas figuras 6a e 6b, podem ser acompanhados, em desenhos da própria norma ISO 8502-6, o procedimento de utilização da Célula Bresle.

Elcometer 130-SCM 400 Salt Contamination Meter

Este equipamento mede a condutividade em um disco de papel de filtro especial com 110 mm de diâmetro, embebido com água destilada, que é apertado sobre a

ISO 8502-9:1998 Part 9: Método de campo para a determinação condutivimétrica de sais solúveis em água (*Field method for the conductometric determination of water-soluble salts*)

Equação 1:

Quantidade total de sais na superfície em mg/m^2 ou $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

Onde:

$$\rho_A = \frac{c \cdot V \cdot \Delta\gamma}{A}$$

ρ_A = quantidade total de sais na superfície (mg/m^2 ou $\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
 c = constante empírica $\sim 5 \text{ kg}/\text{m}^2 \times 1/\text{S}$
 V = volume original de água no béquer (cm^3)
 $\Delta\gamma$ = diferença entre as condutividades medidas antes e após o ensaio ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
 A = área da célula de Bresle (mm^2)

Equação 2:

A equação 2 fornece ρ_A expresso em kg/m^2

Como $c = 5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$, e se por exemplo $V = 10 \text{ ml}$ e $A = 1250 \text{ mm}^2$, segue-se que:

$$\rho_A = \Delta\gamma \cdot 40 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$$

MultiPLICANDO o valor numérico da equação 2 por 10^6 obtém-se $\rho_A \rightarrow \text{mg}/\text{m}^2$ e por 10^5 $\rho_A \rightarrow \mu\text{g}/\text{cm}^2$

superfície a ser avaliada. A água extrai os possíveis sais da superfície. O disco é colocado na seção central do aparelho constituída de eletrodos circulares concêntricos de cobre que medem a condutividade. O resultado é expresso em $\mu\text{g}/\text{cm}^2$.⁽⁷⁾

Procedimento

- Usando uma pinça, pegue o disco de papel,
- Com a seringa, transfira 1,6 ml de água destilada para o disco de papel,
- Coloque o disco de papel na área a ser amostrada e pressione-o firmemente sobre seus contornos e irregularidades,
- Ligue o Elcometer 130, coloque o disco na parte central do aparelho e aperte o botão verde

de leitura.

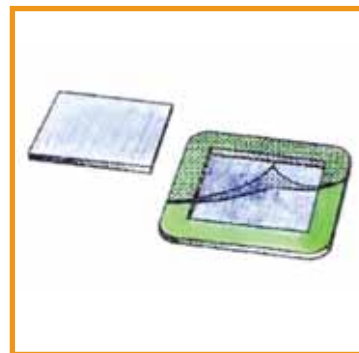
Na figura 7, podem ser observados alguns aspectos do procedimento e do aparelho Elcometer 130.

O Elcometer 130-SCM 400 – Salt Contamination Meter⁽⁷⁾:

- Opera segundo o SSPC Guide 15, é portátil, de uso simples e rápido e é operado com bateria,
- Confirma se a limpeza da superfície foi adequada, antes de aplicar a tinta,
- É preciso, repetível e reproduzível (faixa: 0,1 – 20 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$; resolução: 0,1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$).

Tira de Medida de Salinidade (Salt Measuring Strip)

É um sistema preciso, fácil de usar e que pode constituir uma



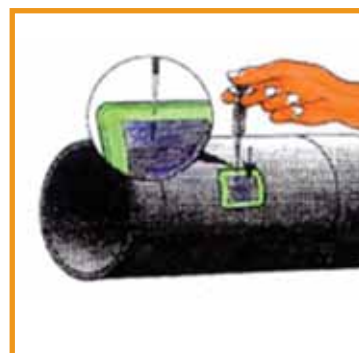
1. Remova o papel protetor e o quadrado no centro da Célula Bresle



2. Cole a Célula Bresle em uma superfície de teste seca e limpa



3. Coloque certa quantidade de água destilada em uma proveta ou béquer (normalmente de 10 a 20 ml) e limpe a seringa usando esta água¹

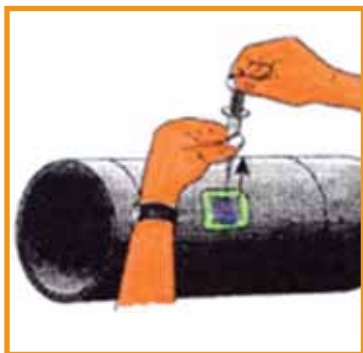


4. Usando a água da proveta ou béquer, injete na Célula Bresle que foi aderida à superfície de teste²

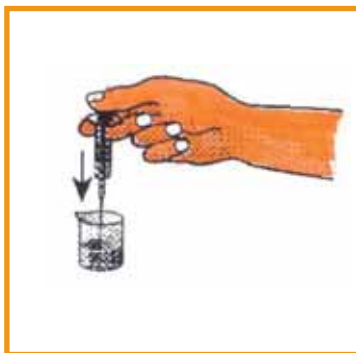
Figura 6a – Utilização da Célula Bresle pela norma ISO 8502-6

1. Usualmente a água destilada ou deionizada utilizada deve ter condutividade menor do que 0,5 mS/m ou 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A seringa deve ser de 8 ml, com agulha de 1 mm de diâmetro e comprimento máximo de 50 mm. Usando o condutivímetro, meça a condutividade elétrica da água destilada na proveta ou béquer. O condutivímetro deve ter compensador de temperatura e faixa de trabalho de 0 mS/m a 200 mS/m ou 0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

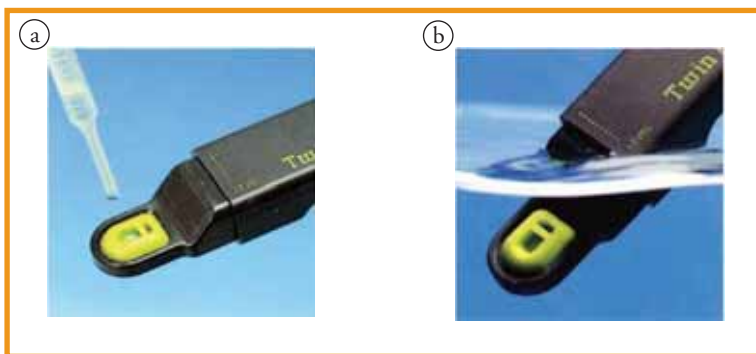
2. O volume de água destilada ou deionizada necessário para encher o compartimento da célula Bresle é proporcional à área de compartimento, e normalmente são usadas quantias de $2,6 \times 10^{-3} \text{ ml}/\text{mm}^2 \pm 0,6 \times 10^{-3} \text{ ml}/\text{mm}^2$ ou $0,0026 \text{ ml}/\text{mm}^2 \pm 0,0006 \text{ ml}/\text{mm}^2$.



5. Bombeie a água com a seringa, para dentro e para fora da Célula, para dissolver os sais solúveis na superfície de teste. Nota: toda a superfície dentro da célula deve ser molhada com a água.



6. Remova toda a água destilada da Célula usando a seringa e devolva-a à proveta ou béquer. Meça novamente a condutividade elétrica da água no béquer ou com a seringa coloque no sensor do condutivímetro



7. Para a medição da condutividade elétrica da água recolhida com a seringa após a operação de lavagem na Célula Bresle, o Condutivímetro portátil, Twin Cond Model B-173, permite que medidas possam ser realizadas utilizando uma seringa (a) ou mergulhando o aparelho no líquido (b) e ter a sua condutividade determinada por exemplo em $\mu\text{S}/\text{cm}$.⁽¹⁰⁾ A célula mais usada é a que tem a área de $12,5 \text{ cm}^2$, volume de 2,0 ml a 3,2 ml e faixa de trabalho para determinação de Cloreto de 30 ppm a 600 ppm

Figura 6b - Procedimento de utilização da Célula Bresle segundo a norma ISO 8502-6

alternativa para a célula de Bresle (ISO 8502-9) em caso de medida da contaminação da superfície com sais. Algumas fotos do procedimento de utilização da Tira de Medida de Salinidade podem ser vistos na figura 8.

Para o fabricante, NST – National Surface Treatment Center, a tira de medida de salinidade (Salt Strip):

- É o único dispositivo que usa uma tecnologia de fluxo de

extração de alta eficiência (patenteado),

- Opera com apenas 0,6 ml de água deionizada fornecida em um tubo plástico flexível que se conecta a um sensor composto por fibras (que faz a água passar na superfície como um chuveiro), especialmente projetado para produzir um fluxo sobre a área em análise,
- Faz até 20 testes de condutividade em 12 minutos,

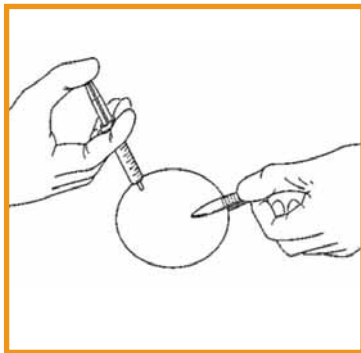
- É fácil de usar sobre metais, concreto ou superfícies pintadas lisas ou rugosas, planas ou curvas, pois a fita adesiva adapta-se sem deixar vestígios de cola,
- Mostra os resultados por meio de um condutivímetro ligado a um adaptador ⁽¹¹⁾.

Aparelho de Hedon SSM – Soluble Salt Meter

É um aparelho portátil que elimina o uso das células de Bresle. O aparelho é aderido à superfície escolhida (de aço-carbono) através de ímãs, um anel de vedação de silicone confina uma área circular de 1250 mm^2 , exatamente a mesma da célula Bresle. A água deionizada é injetada automaticamente, através de um êmbolo no volume de 3 ml como exigido pela norma ISO 8502-9 e ISO 8502-6, e atende aos requisitos desta norma, apresentando na tela LCD, o resultado da condutividade em mS/cm .⁽¹²⁾ Algumas fotos do aparelho de Hedon SSM são vistas na figura 9.

Conclusão

- A presença de compostos solúveis na superfície afeta o desempenho das pinturas, principalmente pelo fenômeno de osmose. Bolhas podem surgir nas películas de tinta. Estes sais, muitas vezes, nem são percebidos e, por este motivo, são considerados contaminantes não-visíveis.
- A concentração de sais na superfície pode ser determinada diretamente em mg/cm^2 ou através da condutividade da solução recolhida após lavagem da área em análise em mS/cm .
- A julgar pelas especificações da ABNT e Petrobras, da IMO, do SSPC/NACE e NAVSEA, entre outras, os limites máximos considerados satisfatórios para tolerância de sais nas superfícies a serem pintadas é



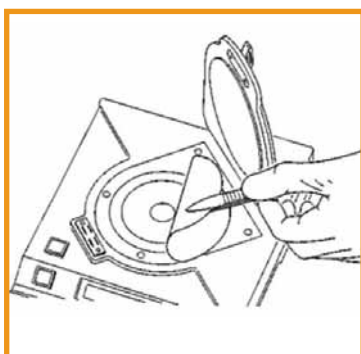
1. Usando uma pinça, pegue o disco de papel



2. Com a seringa, transfira 1,6 ml de água destilada para o disco de papel



1. Kit com o tubo de água deionizada (0,6 mL), a tira de medição, e a fita adesiva



3. Coloque o disco de papel na área a ser amostrada e pressione-o firmemente sobre seus contornos e irregularidades



4. Ligue o Elcometer 130, coloque o disco na parte central do aparelho e aperte o botão verde de leitura



2. Afixa-se a tira com a fita adesiva e depois espreme-se o tubo para produzir um fluxo de água



3. Após a análise, coloca-se o sensor de salinidade no adaptador



4. E liga-se o adaptador ao condutímetro

Figura 7 – Aspectos do procedimento de utilização e visualização do aparelho Elcometer 130

de, no máximo, 30 mg/m² ou 30 mS/cm (condutividade) para superfícies que deverão ficar imersas e 50 mg/m² ou 70 µS/cm para áreas expostas à corrosão atmosférica (não-imersas).

- O método da Célula Bresle (ISO 8502-6 e ISO 8502-9) ainda é um dos mais usados, mas outros estão surgindo no mercado, como o do tubo de titulação (ISO 8502-5), o do disco de papel da Elcometer (SSPC Guide 15), o da Tira de Medida de Salinidade da NST Center (ISO 8502-9), o aparelho para determinação dos sais solúveis SSM da Hedon (ISO 8502-6 e ISO 8502-9). Todos são baseados no princípio de lavagem de uma área da super-

fície com água destilada ou deionizada e medida da condutividade da solução coletada.

- O controle da salinidade da superfície realizado pelos inspetores de pintura antes de aplicar a tinta, é fundamental para a qualidade da pintura, principalmente em áreas de intensa poluição industrial C5-I e de presença da névoa salina, como nas regiões litorâneas C5-M.

Referências Bibliográficas

1. <http://www.cfh.ufsc.br/~oceano/documents/ApostilaFISQUIM.pdf>
2. <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#condutividade>
3. <http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/quimica.htm>
4. http://www.analion.com.br/old_site/

Figura 8 – Procedimento de utilização da Tira de Medida de Salinidade (Salt Measuring Strip)

faq_condutividade.htm

5. Artigo do Ing.Mg.Abel De la Cruz Pérez na Revista INPRA LATINA maio/jun/2005



1. Botão MENU; 2. Botão ENTER; 3. Tela LCD; 4. LED verde/vermelho; 5. Pistão; 6. Imãs para fixação sobre aço-carbono; 7. Selo de silicone; 8. êmbolo com 4 sensores de condutividade e 1 de temperatura; 9. Porta USB e carga da bateria; 10. Conector da mangueira de água deionizada. ⁽¹²⁾

Figura 9 – Aparelho de Hedon SSM – Soluble Salt Meter

6. <http://www.rogertec.com.br>

7. <http://www.elcometer.com>

8. http://www.komyokk.co.jp/pdata/tpdf/201SB_1.pdf

9. IMO PSPC MSC.215(82)

Performance Standard for Protective Coatings

10. <http://www.gardco.com>

11. <http://www.nstcenter.com>

12. <http://www.solublesaltmeter.com>

Celso Gnecco

Gerente de Treinamento Técnico da

Sherwin-Williams – Unidade Sumaré

Contato:

TEM UMA MARCA NOVA PINTANDO NO MERCADO.

Tudo que é bom, pode ficar ainda melhor. É por isso que a Blaspint Pintura está se transformando na SMARTCOAT, uma empresa especializada em revestimentos, com técnicas modernas para preparação de superfície por hidrojateamento e aplicação de tintas anticorrosivas, atuando na manutenção de plataformas marítimas e navios de petróleo.

SMARTCOAT
Engenharia em Revestimentos Ltda

Taubaté:

Rua Duque de Caxias, nº 331, sala 711
Centro - Taubaté-SP | Cep: 12.020-050
TEL: +55 (12) 3635-1447
smartcoat@smartcoat.com.br

Macaé:

Rodovia Amaral Peixoto, Nº 4885, Km 183,5
Barreto - Macaé-RJ | Cep: 27.971-130
TEL: +55 (22) 2757-9500
macae@smartcoat.com.br

www.smartcoat.com.br

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
BUREAU VERITAS
Certification



Vem aí o maior espetáculo no pré-tratamento do alumínio

Tecnologia SiNo

Lançamento Mundial

Você vai se surpreender!



ITALTECNO
DO BRASIL LTDA.

Italtecno do Brasil completa 25 anos de atividade com desenvolvimento de produtos de última geração

A Italtecno do Brasil detém a mais avançada tecnologia em processos voltados ao pré-tratamento para pintura do alumínio, sem cromo e com coloração, além de aditivos para fosqueamento, anodização, eletrocoloração e selagem, equipamentos, acessórios, insumos para o tratamento do alumínio. Conta com a certificação ISO 9001 e encontra-se em fase de obtenção da ISO 14000.

A Italtecno completa neste ano os 25 anos de atividade, ampliando sua planta industrial com aporte de investimento de R\$ 3 milhões o que possibilitou um aumento de 300 % na sua linha de produção. O investimento está voltado ao lançamento de novos produtos como a camada de conversão LL-Alugold SCR®, tecnologia SiNo com patente internacional e o novo processo de selagem da camada de anodização isenta de níquel, lançada simultaneamente com a Europa, denominado LL-Hardwall ECO/L e LL-Hardwall ECO/F.

O LL-Alugold SCR® é um lançamento mundial de um processo inédito, isento de cromo, destinado à pré-pintura de perfiz, chapas e peças de alumínio. Caracteriza-se pela formação de uma camada de conversão a qual gera complexos estáveis na cor castanha avermelhada, visível a olho nu.

O LL-Alugold SCR® obteve resultados altamente positivos dentro das normas ABNT NBR 14125 do Brasil, Qualicoat da Europa e AMMA dos Estados Unidos, apresentando:

- Alta resistência à corrosão em câmara de *Salt Spray* Acético com mais de 1000 horas de duração.
- Forte adesão da tinta ao substrato do metal, aferiu 100 % de aderência seca e úmida.



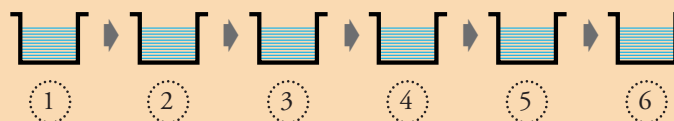
Resultados: sem bolhas e sem infiltração

Destacamos alguns dos benefícios proporcionados pelo processo LL-Alugold SCR®:

- Facilita o controle operacional e de qualidade em função da variação da cor do tratamento, perfeitamente visível a olho nu.
- Permite que o material tratado seja armazenado por um longo tempo antes que seja pintado.
- Preserva o meio ambiente em razão da inexistência de cromo.

O LL-Alugold SCR® foi implantado em produção em escala na Anobril Extrusão e Anodização de Alumínio, localizada em São Paulo, operando em processo de imersão e vertical *spray*/cascata, nos Ciclos operacionais Curto (veja exemplo abaixo), Médio e Longo.

Ciclo Curto – Processo Estático por Imersão



1. Desengraxe ácido – LL-Itadox 301 R
2. Lavagem com água industrial
3. Lavagem com água desmineralizada

4. Camada de conversão com LL-AluGold SCR®
5. Lavagem com água desmineralizada
6. Secagem

Tecnologia inovadora SiNo, fusão dos conceitos da tecnologia dos silanos e da nanotecnologia, com patente internacional

Mais informações: (11) 3825-7022 ou escrit@italtecno.com.br

**Lançamento
Mundial**

LL - Alugold SCR®

PRÉ-TRATAMENTO PARA PINTURA DO ALUMÍNIO PROCESSO ISENTO DE CROMO

O processo, destinado ao pré-tratamento para pintura de chapas, perfis e peças de alumínio, caracteriza-se pela formação de camada de conversão a qual gera complexos estáveis na **cor castanha avermelhada**, visível a olho nu.

**Tecnologia inovadora SiNo – Fusão dos Conceitos da
Tecnologia dos Silanos e da Nanotecnologia**

**Atende às normas nacionais e internacionais:
ABNT NBR 14125 / Qualicoat / AMMA**

- Resistência à corrosão com 1000 h de Salt Spray Acético
- 100 % de aprovação nos testes de aderência seca e úmida
- Controle operacional e de qualidade pela variação da cor
- Preserva o meio ambiente – inexistência de cromo

Tecnologia SiNo com patente internacional



ITALTECNO
DO BRASIL LTDA.

Av. Angélica 672 • 4º andar
01228-000 • São Paulo • SP
Tel.: (11) 3825-7022
escrit@italtecno.com.br
www.italtecno.com.br

Resistência à corrosão das camadas fosfatizadas

Corrosion resistance of the phosphated coatings



Por Zebbour
Panossian



Por Célia A. L.
dos Santos

Introdução

As camadas fosfatizadas são amplamente utilizadas em diversas aplicações, mas não apresentam bom desempenho frente à corrosão, por si só. A proteção contra a corrosão torna-se efetiva ao se aplicar sobre as camadas fosfatizadas um tratamento suplementar, como por exemplo, aplicação de óleo, graxa ou tintas/vernizes.

Introduction

The phosphated layers are widely used in various applications, but do not perform well against corrosion, by itself. The protection against corrosion becomes effective when applied on the phosphated layers further post-treatment, such as application of oil, grease or paint/varnish.

Resistência à corrosão

Como as camadas fosfatizadas são intrinsecamente porosas, o substrato fica exposto ao meio, o que significa dizer que, se houver um eletrólito na superfície da camada fosfatizada, ocorrerá a corrosão do substrato exposto no fundo dos poros. Assim sendo, as camadas fosfatizadas, por si só, não são destinadas a proteger o substrato contra corrosão. Esta propriedade manifesta-se quando, sobre a camada fosfatizada, é aplicado um tratamento suplementar (aplicação de óleos, graxas, tintas ou vernizes).

A crença de que camadas fosfatizadas são excelentes para proteção contra corrosão vem do fato delas sempre serem utilizadas com um tratamento suplementar, o que realmente melhora de maneira significativa o desempenho de óleos, graxas, tintas e vernizes.

Pelo exposto, é fácil concluir que camadas fosfatizadas sem proteção suplementar não podem ser expostas à atmosfera. Quando isto se torna necessário, deve-se manter o ambiente de exposição com baixa umidade relativa e reduzir, ao máximo, o tempo de exposição.

Uma maneira de melhorar a resistência à corrosão das camadas fosfatizadas é a aplicação do estágio de selagem ou passivação: camadas fosfatizadas passivadas ou seladas apresentam uma ligeira resistência à corrosão mesmo sem o tratamento suplementar. Assim sendo, quando se tem necessidade de armazenar camadas fosfatizadas, aconselha-se a aplicação de selantes ou passivantes. Isto, porém, não exclui a necessidade de controle do ambiente de armazenamento que deve ser mantido seco.

É fácil, também, concluir que os ensaios acelerados de corrosão devem ser realizados com a camada fosfatizada acrescida de um

tratamento suplementar. A escolha do ensaio mais adequado, o tempo de ensaio e a avaliação dos resultados obtidos são feitas tomando-se como base as especificações do tratamento suplementar e não as da camada fosfatizada. Esta prática é adotada tanto para o controle do tratamento suplementar como para o desenvolvimento ou identificação dos tipos de processos de fosfatização mais adequados para um tratamento suplementar específico.

Convém ainda citar o fato de que a resistência à corrosão conferida pelo tratamento suplementar está diretamente relacionada com o tipo de camada de fosfato, assim:

- o desempenho de tintas e vernizes é melhor quando os mesmos são aplicados sobre camadas fosfatizadas com cristais finos. Camadas de fosfato de zinco e camadas de fosfato de ferro (obtidas a partir de banhos de fosfatos de metais alcalinos ou de amônio) são as mais adequadas, sendo a de melhor desempenho camadas à base de fosfato de zinco;
- o desempenho de óleos e graxas é melhor quando os mesmos são aplicados sobre camadas com cristais mais grosseiros. Camadas de fosfato de manganês são as de melhor

TABELA 1 – QUANTIDADE DE ÓLEO RETIDO POR AMOSTRAS DE AÇO COM E SEM CAMADA DE FOSFATO

Amostra	Massa de óleo retido por unidade de área	Altura de óleo
Aço sem fosfatização	0,0856 g	1 mm
Aço fosfatizado (banho à base de fosfato de zinco, acelerado com nitrato, 67,5 °C, 12,5 min, por imersão)	0,1249 g	10 mm

TABELA 2 – RELAÇÃO ENTRE O TAMANHO DE CRISTAL E A CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÓLEO

<i>Espessura e tamanho de cristal</i>	<i>Capacidade de retenção de óleo</i>
Espessura elevada e cristal fino	Máxima
Espessura elevada e cristal grosseiro	Segunda melhor
Espessura baixa e cristal fino	Terceira melhor
Espessura baixa e cristal grosseiro	Mínima

desempenho seguidas pelas camadas de fosfato de ferro (obtidas a partir de banhos à base de fosfato diácido ferroso). As de menor desempenho são as camadas de fosfato de zinco.

Devido ao fato da necessidade da presença de água nos poros da camada fosfatizada para que ocorra a corrosão, alguns autores estudaram a influência da incorporação de substâncias hidrófobas nas camadas de fosfato para melhorar a resistência à corrosão (NAIR, SUBBAYIAN, 1993). Para tal, estes autores selecionaram surfactantes de cadeia longa. Estes compostos agem como inibidores de corrosão não só pelo fato de formarem uma barreira (filme) sobre a superfície dos metais, mas também pelo fato de restringir o acesso de água, pois são hidrófobas. Estudando o efeito do 1-dodecil xantato, estes autores verificaram que a adição deste surfac-

tante, apesar de diminuir a massa de fosfato, determina a diminuição da porosidade e o aumento da resistência à corrosão e atribuíram este fato à incorporação do surfactante na camada de fosfato formada.

A composição química do substrato exerce pouca influência no desempenho das camadas fosfatizadas, no entanto, a presença de carbono residual na superfície do substrato afeta o desempenho de tintas aplicadas sobre elas (METAL FINISHING, 1998, p.90). O carbono residual provém do tratamento térmico de recristalização ou de conformação a frio, como resultado da queima do óleo presente na superfície metálica. Como os desengraxantes alcalinos normalmente não retiram este carbono superficial, deve-se tomar cuidado para que o substrato tenha a menor quantidade de carbono residual possível.

Absorção de óleos e graxas

As camadas fosfatizadas, por serem porosas, apresentam alta capacidade de retenção de óleos, graxas e ceras. Apresentam-se, na tabela 1, os resultados de ensaios realizados para verificação comparativa da capacidade de retenção de óleo. Este ensaio foi feito utilizando amostras de aço retiradas de uma mesma bobina. Algumas destas amostras foram ensaiadas sem aplicação de camada de fosfato, enquanto outras foram fosfatizadas, utilizando um banho à base de fosfato de zinco acelerado com nitrato, operando à temperatura de 67,5 °C, por imersão durante 12,5 min. Verifica-se, pela tabela 1, que a fosfatização determinou a retenção de uma quantidade 40 % maior de óleo.

A capacidade de retenção de óleo depende significativamente da espessura da camada de fosfato: quanto maior a espessura, maior é a quantidade de óleo retida. Scislowski (1988) afirma que quanto maior o tamanho dos cristais, maior será a capacidade de retenção de óleo e apresenta em seu trabalho as informações contidas na tabela 2.

Pode-se verificar que quanto maior a espessura e mais fino o grão, maior a capacidade de

TABELA 3 – RESULTADOS DE ENSAIOS QUE ILUSTRAM O FATO DE SE TER MAIOR RETENÇÃO DE ÓLEO QUANTO MAIOR A ESPESSURA E MENOR O TAMANHO DE CRISTAIS DE FOSFATO

<i>Massa de fosfato (g/m²)</i>	<i>Tamanho de grão (μm)</i>	<i>Altura de óleo (mm)</i>	<i>Comentários</i>
1,78	90	0,50	Pode-se verificar que as duas amostras apresentam valores praticamente iguais de massa de fosfato por unidade de área, porém com tamanho de grão muito distinto: reteve mais óleo a de menor tamanho de grão (células mescladas)
1,80	25	0,75	
1,00	27	0,60	Pode-se verificar que as duas amostras apresentam valores praticamente iguais de massa de fosfato por unidade de área, porém com tamanho de grão distinto: reteve mais óleo a de menor tamanho de grão (células mescladas)
0,97	12	0,80	
1,00	27	0,60	Pode-se verificar que as duas amostras apresentam valores distintos de massa de fosfato por unidade de área, porém com tamanho de grão bem semelhante: reteve mais óleo a de maior massa de fosfato (células mescladas)
1,80	25	0,75	

absorção da camada fosfatizada. Segundo Scislowski (1988), era comum a crença de que a capacidade de retenção de óleo dos cristais grandes era maior. No entanto, ele afirma que isto não é verdade: os cristais grandes apresentam menor quantidade de espaços onde o óleo é absorvido, enquanto cristais pequenos têm um número muito maior de espaços menores capazes de reter óleo.

Na tabela 3, apresentam-se resultados que ilustram estas afirmações.

Além da espessura, outros fatores são citados na literatura:

- a quantidade de óleo retido é praticamente independente do tempo de imersão da camada fosfatizada em óleo. Nos primeiros instantes de imersão, praticamente todo o óleo é retido (BIESTEK, WEBER,

1976, p.157);

- a capacidade de retenção de óleo aumenta com o grau de desidratação dos cristais de fosfato. Isto se deve ao fato da desidratação causar o aparecimento de fissuras na camada fosfatizada.

Agradecimentos

À Marli Ohba e ao Luiz Antonio Braga de Almeida pela realização dos ensaios de retenção de óleo.

Referências bibliográficas

- BIESTEK, T.; WEBER, J. 1976. *Electrolytic and chemical conversion coatings. 1st ed. Wydawnictwa : Portecilles*. 432p.
- METAL FINISHING *guidebook and directory issue*. New Jersey : Metals and Plastics Publications, v.96, n.5A, May, p. 90, 1998.
- NAIR, U. B.; SUBBAIYAN, M. 1-

dodecyl xanthate as a phosphating additive: aspects of chemistry and corrosion protection. Plating and Surface Finishing, v.80, n.1, p.66-71, 1993.

SCISLOWSKI, S. *Production guide for heavy zinc phosphating. Plating and Surface Finishing*, v.75, n.7, p. 42-45, 1988.

Zebbour Panossian

Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT. Laboratório de Corrosão e Proteção – LCP. Doutora em Ciências (Físico-Química) pela USP. Responsável pelo LCP.

Célia A. L. dos Santos

Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT. Laboratório de Corrosão e Proteção – LCP. Doutora em Química (Físico-Química) pela USP. Pesquisadora do LCP.

Contato com as autoras:

zep@ipt.br / clsantos@ipt.br
fax: (11) 3767-4036

Boas-vindas

A ABRACO dá as boas-vindas às novas empresas associadas

AIR PRODUCTS BRASIL LTDA.

Fundada em 1940, a Air Products construiu uma reputação por sua cultura inovadora, excelência operacional e compromisso com a segurança e o meio ambiente.

Com 18.900 funcionários e operações em mais de 40 países, a Air Products oferece uma linha diferenciada de agente de cura para os formuladores de epóxi para utilização em revestimentos de concreto, revestimentos de metal, adesivo e compósito. Nós somos reconhecidos como líder mundial por oferecer agentes de cura epóxi de alta performance para tintas e revestimentos, especialmente com alta resistência química, corrosão e altas temperaturas. Em nossa vasta linha de aminas desenvolvidas e modificadas estão: cicloalifática, alifática, amidoamina, poliamida, formulações especiais e base d'água.

Mais informações: www.airproducts.com



PORTCROM INDUSTRIAL E COMERCIAL LTDA.

A Portcrom vem investindo na utilização de processos com alta tecnologia para aplicação de revestimentos contra desgaste por abrasão e corrosão. Cromo Duro com banhos aditivados, aplicações como Aspersão Térmica *Flame Spray*, *Arc Spray*, *Plasma Spray* e o mais moderno processo HVOF WokaJet 440 Evolink, único na América Latina com recursos para total controle dos parâmetros de aplicação de Carbonetos de alta dureza e densidade. Logística e pessoal qualificado para obras em campo para aplicação de revestimentos com Zinco e Alumínio para proteção contra corrosão com durabilidade superior a 20 anos.

Mais informações: www.portcrom.com.br



Calendário 2012 – De Junho a Novembro

CURSOS	HORAS	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO
<i>Pintura Industrial</i>							
Inspetor de Pintura Industrial N1 / RJ	88	11 a 22	2 a 13 e 23/7 a 3/8	20 a 31	10 a 21	15 a 26	26/11 a 7/12
Inspetor de Pintura Industrial N1 / RJ ¹	88	16/6 a 25/8			22/9 a 15/12		
Inspetor de Pintura Industrial N1 / BA	88						
Inspetor de Pintura Industrial N1 / SP	88			20 a 31		26/11 a 8/12	
Inspetor de Pintura Industrial N2	40	18 a 23					5 a 10
Pintor e Encarregado de Pint. Industrial	40		23 a 27				5 a 9
Inspetor de Pintura – Módulo de Doc.	40		a definir				
Curso Intensivo – Inspetor N1	40		9 a 13				12 a 16
Básico de Pintura Industrial (BA)	16				a definir		
<i>Corrosão</i>							
Corrosão ²	24						
Corrosão e Inibidores ²	24					a definir	
Tratamento d'água	24	a definir					
Corrosão: Fund., Monit. e Controle	24						a definir
Corrosão em Concreto	16			a definir			
<i>Inspecção e Monitoração da Corrosão</i>							
Inspecção e Corrosão em Aeronaves / SP ³	24		a definir				
Recuperação, Reforço e Tratamento de Estruturas de Concreto Armado	16					a definir	
<i>Proteção Catódica</i>							
Básico de Proteção Catódica	24		a definir				
Revest., Pint. Industrial e Prot. Catódica ²	24						
Insp. e Manut. de Sistemas de Proteção Catódica em Dutos Terrestres ²	32						
Básico Prot. Catódica de Dutos Terrestres	16						
Formação em Proteção Catódica: Inspecção e Manutenção	80						
Proteção Catódica em Plataformas, Equipamentos e Dutos Submarinos ²	24						
<i>Revestimento Anticorrosivo</i>							
Fundamentos de Resistência à Corrosão	16						
Básico de Revestimentos Anticorrosivos Orgânicos de Dutos Terrestres	24			a definir			
Revest. Metálicos Resistentes à Corr. ²	24						

¹ Turma somente aos sábados

² Parceria com o IBP

³ Parceria com a ABENDI

⁴ Parceria com o IPT

⁵ Turma completa

Mais informações:

cursos@abraco.org.br

eventos@abraco.org.br

Atenção:

As datas estão sujeitas a alterações

Controle da umidade como proteção anticorrosiva em caldeiras em hibernação

Moisture control for corrosion protection on boilers under mothballing



Por Carla
Dalmolin

Introdução

Este estudo visa discutir os efeitos da corrosão atmosférica em caldeiras sob processo de hibernação, buscando avaliar os diferentes métodos de proteção existentes.

Introduction

This work aims the discussion of atmospheric corrosion effects on boilers under mothballing, evaluating some of protection methodologies already known.

Em 2009, diversos ramos industriais enfrentaram grandes dificuldades em função da baixa demanda de mercado, necessitando reduzir custos internos. Neste contexto, uma das ações mais adotadas pelas empresas é a paralisação de unidades produtivas por um período não-definido. Quando a necessidade desta parada temporária é identificada, torna-se imprescindível a condução de um trabalho voltado para a preservação dos equipamentos. Este processo é chamado de hibernação industrial, e tem a função de manter a integridade dos equipamentos, garantindo que, no retorno da condição de produção da planta, esta possa voltar a produzir sem interrupções.

O principal mecanismo de deterioração durante a parada de uma unidade é a corrosão causada por agentes atmosféricos. As cinzas, o material refratário e a umidade do ar propiciam uma condição para o processo de corrosão avançar e, assim, acelerar a degradação do equipamento¹. As consequências para a planta são: corrosão nas estruturas metálicas; tranca-

mento de equipamentos rotativos e deformação dos seus respectivos eixos; oxidação de componentes eletrônicos; degradação de refratários por absorção de umidade; trancamento de válvulas de uma forma geral etc.

Existem muitos tipos de corrosão normalmente encontrados na indústria e, em especial, em um sistema exposto a uma atmosfera industrial, o processo ocorre como uma reação natural entre uma estrutura metálica e o seu ambiente. As caldeiras têm o processo de corrosão sob controle em função das medidas de proteção que as cercam, concernente à qualidade da água que circula em suas tubulações. Contudo, quando a caldeira passa por um período de parada, suas tubulações não são protegidas por nenhum mecanismo anticorrosivo, iniciando uma aceleração do processo degradativo. Desta maneira, as caldeiras submetidas a hibernação foram o foco principal deste estudo, no sentido de evitar que processos de corrosão atmosférica causem, principalmente, vazamento nos tubos ou trancamento das válvulas em geral.

Corrosão Atmosférica

Corrosão atmosférica compreende o ataque de metais expostos ao ar, ao invés do metal imerso num líquido, e poderá ocorrer em qualquer metal exposto à atmosfera terrestre e em temperaturas normais². Por ser um processo eletroquímico, é necessário a presença de eletrólito, geralmente formado pela condensação da água sobre a superfície metálica. A ação cor-

rosiva da atmosfera depende essencialmente das seguintes variáveis: umidade relativa; substâncias poluentes (particulados e gases); temperatura e tempo de permanência do filme de eletrólito na superfície metálica^{3,4}. Estima-se que, para o ferro e o aço, o processo de corrosão é praticamente inexistente em condições de baixa umidade, mas passa para um estado de corrosão lenta quando a umidade relativa do ar está em torno de 60 %, e é acelerada para valores superiores a 70 %⁵.

De forma geral, o processo de corrosão depende da disponibilidade de oxigênio e água sobre a superfície metálica, mas outros gases presentes na atmosfera, mesmo em concentrações menores que 10 ppm, podem acelerar consideravelmente este processo. Entre eles, os mais agressivos e comumente encontrados em meio industrial são os gases a base de enxofre (SO₂, H₂S etc.) e cloretos (Cl)⁶.

O dióxido de enxofre (SO₂) tem sido reconhecido como o mais importante estimulante gasoso no processo de corrosão atmosférica dos metais em geral. É originado da combustão de carvão e derivados de petróleo ou emissões de certas indústrias, como a petroquímica e a de papel e celulose. Vários estudos têm mostrado uma correlação entre a corrosão atmosférica de metais e a concentração do dióxido de enxofre no ar, devido à sua ação catalítica na presença de umidade³. O dióxido de enxofre é um gás bastante solúvel em água (9,4 g/100 ml a 25 °C) e se dissolve facilmente nas gotas de chuva ou de

TABELA 1 – TEOR DE CONTAMINANTES (CLORETO E SO₂) ENCONTRADOS NAS PROXIMIDADES EXTERNAS DA CALDEIRA E NA SUA ÁREA INTERNA

	<i>Teor de contaminantes</i>	
	<i>Área Externa</i>	<i>Área Interna</i>
Cloreto	0,105 mg Cl/m ² .dia	0,049 mg Cl/m ² .dia
SO ₂	0,4 ppm	0,3 ppm

orvalho sobre as superfícies metálicas. A chuva ou o orvalho, umedecendo superfícies ferrosas enferrujadas (que contêm íons férricos e manganosos), acabam gerando eletrólitos bastante ácidos. A taxa de adsorção do SO₂ é tanto maior quanto maior for a umidade relativa, citando-se como exemplo o aço.

Quando este metal está exposto à atmosfera, contendo 0,1 ppm de SO₂, ele apresenta uma taxa de adsorção de 0,01 µg de SO₂/cm² para uma umidade relativa de 80 % e de 0,14 µg/cm² para uma umidade relativa de 98 %⁷.

Normalmente, as atmosferas marinhas são consideradas extremamente agressivas à maioria dos metais utilizados em equipamentos e estruturas expostas. A agressividade dessas atmosferas deve-se à alta umidade e à presença no ar de partículas sólidas de cloreto de sódio e/ou gotículas de água contendo cloreto de sódio. As gotículas de água entram em suspensão na atmosfera em forma de névoa e são carregadas pelas correntes de ar. A deposição de cloretos aumenta a velocidade de corrosão dos aços carbono. Para os metais ferrosos, os íons cloreto competem com as hidroxilas para se combinar com o cátion ferroso, produzido pela corrosão metálica. No caso do grupo hidroxila, os produtos de corrosão tendem a promover, em maior ou menor grau, a passivação do substrato, através da formação da ferrugem comum (FeOOH). Em contraste, os complexos de ferro e cloreto,

que são formados em ambientes marinhos, tendem a ser solúveis, resultando no aumento da velocidade de corrosão³.

Mecanismos de Proteção

Baseando-se nos principais agentes potencializadores da corrosão em atmosfera industrial, pode-se concluir que, para o estudo da hibernação de caldeiras, o melhor mecanismo de proteção contra corrosão consiste no controle do ambiente. Isso implica, basicamente, a remoção e/ou controle das espécies que catalisam a reação de oxidação do ferro e do aço. Conforme analisado anteriormente, a formação de uma película de água por condensação da umidade existente no ar sobre a superfície metálica é o fator básico do processo de corrosão que normalmente tem lugar durante a hibernação. As variações climáticas tem grande influência neste processo de condensação, entretanto, a presença de substâncias como gases à base de enxofre e cloretos podem acelerar a corrosão mesmo em ambientes com umidade controlada, e sua presença deve ser quantificada para determinar o grau de umidade atmosférica seguro para a proteção das partes metálicas.

É recomendado pelo fabricante que a preservação da área interna dos tubos da caldeira e de vasos da planta seja feita através de preenchimento com um gás inerte (N₂, 99 %) e a adição de cal virgem para absorção de umidade. Entretanto, este procedimento não protege a parte externa da tubulação,

que continua suscetível à corrosão atmosférica devido ao contato com umidade e gases nocivos, mesmo no interior da caldeira. Partindo deste princípio, a desumidificação sob aquecimento foi selecionada como principal proteção da parte externa das tubulações que se encontram dentro do equipamento. O aquecimento evita a condensação da umidade do ar, principalmente em pontos de difícil acesso para ventilação, desumidificadores químicos, recobrimentos ou outros tipos de inibidores. A umidade relativa dentro da caldeira deve permanecer em valores geralmente menores que 60 %, mesmo durante os períodos em que a temperatura externa tende a flutuar consideravelmente, como nas noites frias que sucedem os dias quentes, as quais acabariam favorecendo a condensação. A equalização da temperatura consiste em reciclar o ar quente, que é lançado na parte superior e recolhido na parte inferior, através de um sistema mecânico⁷.

Experimental

Para avaliar a viabilidade de manter uma caldeira sob hibernação quanto ao risco de falhas futuras causadas por processos de corrosão, a metodologia exposta acima foi testada numa planta localizada na região do Recôncavo Baiano, ou seja, numa atmosfera susceptível à presença de substâncias como SO₂ e NaCl, além da alta umidade típica do litoral. O monitoramento das principais variáveis ambientais foi realizado no interior do equipamento, visando, principalmente, um controle da atmosfera dentro da caldeira.

A concentração de cloretos e SO₂ foi quantificada para a determinação dos contaminantes e variáveis que possam inter-

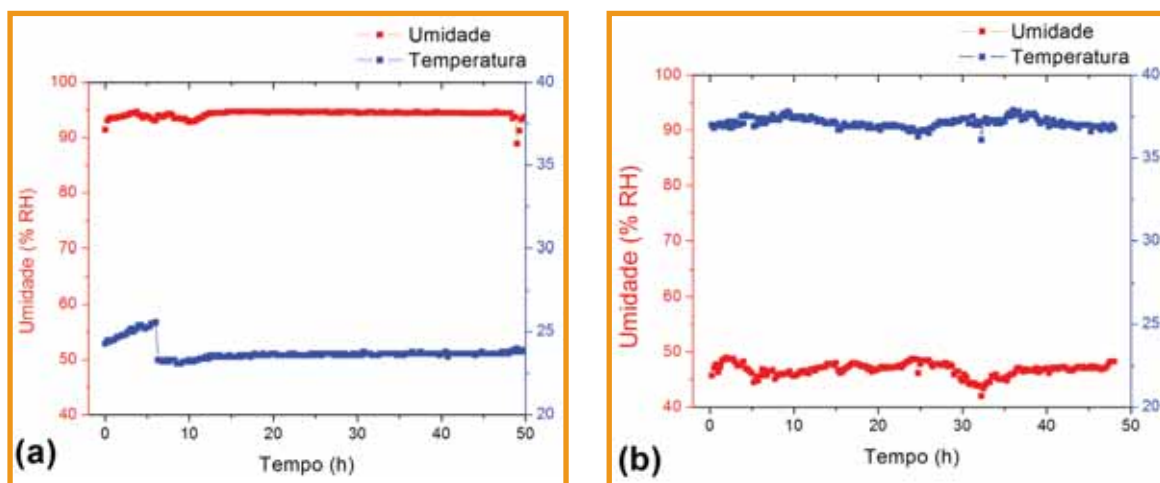


Figura 1 – Variação da umidade e temperatura durante 48 h de monitoramento na região interna da caldeira (a) antes, e (b) após a instalação do sistema de aquecimento

ferir no processo de corrosão. Para determinação do teor de cloretos foi utilizado o método da vela úmida, descrito pela norma NBR 6211 (ABNT)⁹. A determinação de SO₂ foi realizada, conforme a Norma L9.226 CETESB¹⁰, utilizando um detector de gases Eagle.

O sistema de aquecimento foi montado por resistências de cerâmica com alta capacidade de dissipação de calor e eficiência térmica. Foram dispostas 15 placas resistivas, totalizando uma carga térmica de 15 kW. Cabe salientar que, para uma melhor eficiência do controle da umidade, foi construído um telhado para proteger toda a superfície externa da caldeira do acúmulo de água da chuva, assim como o total fechamento das bocas de visita.

A avaliação da eficiência do processo de aquecimento do interior da caldeira foi medida através do teor de umidade. Foi utilizado um medidor termo-higrômetro digital (MTH-1362w), interfaceado a um *notebook* para armazenamento dos dados. O conjunto foi posicionado no piso da caldeira e a umidade controlada durante 48 horas em períodos antes e após a instalação do sistema de aquecimento.

Resultados e Discussão

A tabela 1 mostra os teores de cloreto e SO₂ medidos em amostras retiradas no do interior da caldeira (área de foco deste trabalho) e nas proximidades externas a esta. É evidente a redução de contaminantes, principalmente cloretos, na área interna da caldeira, indicando a necessidade de isolar este ambiente da atmosfera externa. Desta maneira, o fechamento de todas as aberturas existentes no equipamento reduz a presença de gases que possam acelerar o processo de corrosão.

Os teores de cloreto foram inferiores ao limite estabelecido para classificar o ambiente como marinho ou mesmo industrial, ficando dentro do limite de uma atmosfera rural, sendo menor que 30 mg/m².dia para cloreto¹¹, provavelmente devido às características geográficas do recôncavo baiano (mar calmo, alta vegetação). Portanto, devido aos resultados apresentados, mais nenhum procedimento foi realizado com o intuito de reduzir o teor deste contaminante no interior da caldeira.

Por outro lado, tanto a região interna quanto externa da caldeira

apresentaram valores de SO₂ relativamente preocupantes. A contaminação por enxofre pode ser oriunda dos gases queimados em fornos elétricos industriais que se encontram perto do equipamento. Sabe-se que para o aço, uma concentração de 0,5 ppm de SO₂ pode gerar uma perda de material de até 5,0 µm em apenas duas semanas de exposição, em ambientes com umidade de 90 %¹². Entretanto, estudos do efeito da umidade relativa combinada com baixas concentrações de SO₂ indicam que, mesmo na presença de enxofre, a taxa de corrosão só aumenta significativamente quando a umidade está acima de 60 %⁷. Portanto, considerou-se neste trabalho a necessidade de reduzir a umidade relativa no interior da caldeira a valores inferiores a 60 % com o objetivo de reduzir a taxa de corrosão dos seus componentes internos devido à presença de enxofre dissolvido na umidade condensada.

As figuras 1 (a) e (b) mostram os resultados de umidade relativa medidos no interior da caldeira antes e após a instalação do sistema de aquecimento. A figura 1(a) mostra claramente que sem aquecimento (temperatura em torno de 25 °C), a

umidade relativa chega a atingir 95 %, valor considerado extremamente danoso, proporcionando alta taxa de corrosão atmosférica. Por outro lado, a figura 1(b) mostra uma queda considerável da umidade quando o sistema de aquecimento instalado consegue manter a região interna da caldeira numa temperatura de aproximadamente 38 °C. Durante todo o período de monitoramento, a umidade relativa não passou de 50 %, valor considerado com pouco risco de corrosão para o ferro e aço³.

Conclusões

A hibernação de plantas e equipamentos industriais é uma alternativa para atender necessidades provisórias de uma empresa. Entretanto, para que a parada não acarrete em mais prejuízos, a preservação dos equipamentos deve ser minuciosamente estudada. No presente trabalho, foram investigados fatores que podem causar a deterioração por corrosão de um equipamento robusto como a caldeira, numa planta em fase de hibernação. Sabe-se que a proteção interna da tubulação que compõe a caldeira deve ser realizada com o preenchimento de gás inerte, auxiliado por produtos absorvedores de umidade. Entretanto, pouca atenção é dada para a parte externa destas tubulações, igualmente susceptíveis à corrosão.

A avaliação da atmosfera onde o equipamento está inserido mostrou uma contaminação irrisória por cloretos, mas valores preocupantes nos teores de SO₂ e de umidade relativa. Sabendo-se que a taxa de corrosão do ferro e aço (principal material componente da caldeira) aumenta significativamente com a presença de enxofre e altos valores de umidade, o foco principal no controle da

corrosão se resumiu na redução da umidade através de aquecimento por resistências cerâmica. Com a utilização de uma carga térmica de 15 kW, foi possível reduzir a umidade relativa no interior da caldeira de 95 % para 50 %, valor que, segundo a literatura, não apresenta grandes riscos de corrosão para o material estudado.

Referências bibliográficas

1. TWIGG, R. J. *Guidelines for the Mothballing of process plants. (MTI Publication, n.34) St. Louis, Mo. – Materials Technology Institute of the Chemical Process Industries*, 2002.
2. JAMBO, H. C. M.; FOFANO, S. *Corrosão, Fundamentos, Monitoração e Controle. Ciência Moderna*, Rio de Janeiro, Brasil, 2008.
3. PANNONI, F. D. *Princípios da proteção de estruturas metálicas em situação de corrosão e incêndio*. 2. Ed. Gerdau Aço Minas, São Paulo, Brasil, 2004.
4. GENTIL, V. *Corrosão*. 5. Ed. LTC Editora, Rio de Janeiro, Brasil, 2003.
5. REVIE, R. W. *Uhlig's Corrosion Handbook*. 2nd Edition. John Wiley & Sons, 2000.
6. SCHWEITZER, P.E. *Atmospheric degradation and corrosion control*. CRC Press, 2007.
7. WOLYNIEC, S.; WEXLER, S. B.; FENILI, C. *Proteção contra corrosão durante o armazenamento e transporte*. 2.ed. IPT, São Paulo, Brasil, 1992.
8. MANUAL DA CALDEIRA AUXILIAR BOILER. *Swindell Dressler Company*; 07/01/1971.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6211: *determinação de cloretos na atmosfera pelo método da vela úmida*. Rio de Janeiro, 2001. 6 p.
10. NORMA TÉCNICA CETESB L9.226: *duto e chaminés de fontes estacionárias – determinação do dióxido de enxofre: método de ensaio*; Mar/1992.
11. SICA, C. S. *Mapeamento da corrosividade atmosférica de São Luís e a correlação das variáveis ambientais que influenciaram na degradação dos*

materiais metálicos. Dissertação; Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

12. OECH, S. *The effect of SO₂, NO₂, NO and N₃ on the corrosion of unalloyed carbon steel and weathering steel-the results of laboratory exposures*. *Corrosion Science*, v.38, p. 1357, 1996.

João Carlos da Silva

Engenheiro Mecânico, mestrando em Gestão e Tecnologia Industrial da Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec.

Carla Dalmolin

Professora Doutora da Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec. Experiência em eletroquímica, principalmente em corrosão e materiais eletroativos.

Lourenço Gobira Alves

Professor Doutor da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Engenharia Térmica. Atua principalmente nos seguintes temas: exergoeconomia, exergia, otimização, produção de hidrogênio, cogeração.

Contato com os autores:
carla.dalmolin@fieb.org.br
(71) 34628433



Elza Conte

O diferencial do coaching

O velho paradigma de “não levar para casa os problemas da empresa” tornou-se, hoje, inviável devido à velocidade das mudanças

O *Coaching* é um processo que conduz seus clientes, chamados de *Coachees*, a elevar seu desempenho pessoal e profissional por intermédio de técnicas, ferramentas e metodologias focadas nos recursos latentes do indivíduo (pessoa, grupo ou empresa).

Estado Atual: O *Coach* (profissional) especifica com o indivíduo a real situação a ser trabalhada. Essa avaliação inicial, muitas vezes, é desconhecida dos *Coachees* que, por estarem muito envolvidos com seus problemas, não conseguem visualizar soluções. O termo utilizado em Recursos Humanos é “sair da caixa”. Essa “caixa”, em função dos impedimentos rotineiros, atrapalha os indivíduos na visualização das instruções que, a rigor, estão sempre do lado de fora. Crenças limitantes e visões distorcidas fazem parte do processo.

Estado Desejado: Aonde o *Coachee* quer chegar. Quando o **Estado Atual** é específico, fica natural e motivador definir, sempre a partir das expectativas do indivíduo, o **Estado Desejado** como sendo a definição de metas e objetivos, minuciosamente avaliada e reavaliada dentro de um ambiente de reflexão, construção, evolução e *feedback*. Quem determina a velocidade, a conveniência e as estratégias de ação, é o indivíduo. O *Coach* conduz.

A era do conhecimento e da informação tornou os indivíduos muito próximos dos ambientes pessoais e profissionais. Os celulares e os computadores não desconectam as pessoas de suas atividades. O velho paradigma de “não levar para casa os problemas da empresa” e vice-versa tornou-se, hoje, inviável devido à velocidade das mudanças. Colocar obstáculos a serem transpostos, apenas contribui para o aumento da instabilidade e estresse das pessoas. As transformações, cada vez mais constantes e rápidas, criam a necessidade ilimitada de adaptação e absorção de novas capacidades e paradigmas.

O diferencial do trabalho do *Coaching* é encontrar, junto a seus *Coachees*, um modo de potencializar seus recursos pessoais, tornando-os adaptáveis à convivência com novos desafios, congruentes com as exigências do tempo em que vivemos, privilegiando a capacidade de percepção imparcial dos fatos/pessoas e flexibilização das ações e reações como fator-chave de sucesso. Culpas, culpados, “Não vai dar certo” são inexistentes no linguajar do *Coaching*.

Alguns pressupostos relevantes para os *Coachees* obtidos em reuniões de *Coaching*:

- Conhecer como o processamento de informações pessoais, cultura ambiental, valores pessoais/grupo influenciam nas ações e atitudes;
- Conhecer que tipo de motivação (por afastamento ou aproximação) impulsiona as ações;
- Conhecer como sair do problema (orientação passado/estagnação) e focar na solução (orientação futuro/empreendedorismo);
- Conhecer como estabelecer estratégias eficazes nos limites interpessoais;
- Conhecer e identificar os limites de equilíbrio entre perda e sucesso;
- Conhecer a força das crenças e valores na influência direta da visão de vida e de negócios;
- Conhecer como a proatividade pode ser utilizada frente à vida, a acontecimentos corriqueiros e a situações de crise.

Todos estes itens são embasados em estimular o autoconhecimento, a superação, o foco e a ação adequada aos anseios pessoais e profissionais dos *Coachees*. O *Coach* irá sempre provocar uma visão externa, sistêmica e de valor. Ao mudar o foco de atenção, a superação das fragilidades é um processo automático para o estabelecimento correto de objetivos e metas.

Elza Conte

Personal & Professional Coach e Palestrante Certificada, Master Practitioner em PNL

Contato: elzaconte@coachviaconte.com.br

Empresas associadas à ABRACO

ADVANCE TINTAS E VERNIZES LTDA.

www.advancetintas.com.br

AIR PRODUCTS BRASIL

www.airproducts.com

AKZO NOBEL LTDA - DIVISÃO COATINGS

www.akzonobel.com/international/

ALCLARE REVEST. E PINTURAS LTDA.

www.alclare.com.br

API SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM DUTOS LTDA.

apidutos@hotmail.com

BERNARDI LTDA.

joseroberto@pinturasbernardi.com.br

BLASPINT MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

www.blaspint.com.br

B BOSCH GALVANIZAÇÃO DO BRASIL LTDA.

www.bbosch.com.br

CEPEL - CENTRO PESQ. ENERGIA ELÉTRICA

www.cepel.br

CIA. METROPOLITANO S. PAULO - METRÔ

www.metro.sp.gov.br

COMÉRCIO E INDÚSTRIA REFIATE LTDA.

www.vpci.com.br

CONFAB TUBOS S/A

www.confab.com.br

C & Q CONSULTORIA E TREINAMENTO

www.ceqtreinamento.com.br

D. F. OYARZABAL

oyarza@hotmail.com

DETEN QUÍMICA S/A

www.deten.com.br

DUPONT DO BRASIL S/A

www.dupont.com.br

DUROTEC INDUSTRIAL LTDA.

www.durotec.com.br

ELETRONUCLEAR S/A

www.eletronuclear.gov.br

EGD ENGENHARIA

www.egdengenharia.com.br

EQUILAM INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

www.equilam.com.br

FIRST FISCHER PROTEÇÃO CATÓDICA

www.firstfischer.com.br

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A

www.furnas.com.br

GAIA TEC. COM. E SERV. DE AUTOM. DO BRASIL LTDA.

www.gaiatecsistemas.com.br

G P NIQUEL DURO LTDA.

www.grupogp.com.br

HARCO DO BRASIL IMP. E EXP.

www.harcoabrasil.com.br

HENKEL LTDA.

www.henkel.com.br

HITA COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA.

www.hita.com.br

IEC INSTALAÇÕES E ENG. DE CORROSÃO LTDA.

www.iecengenharia.com.br

INSPEC NORPROJET INSP., CONSULT. E PROJ. LTDA.

www.inspec.com.br

INSTITUTO PRESBITERIANO MACKENZIE

www.mackenzie.com.br

INT - INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA

www.int.gov.br

ITAGUAÍ CONSTRUÇÕES NAVAIS - ICN

qualidade@icnavais.com

JOTUN BRASIL IMP. EXP. E IND. DE TINTAS LTDA.

www.jotun.com

JPI REVESTIMENTOS ANTICORROSIVOS

www.polyspray.com.br

MANGELS INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

www.mangels.com.br

MARIA A. C. PONCIANO - ME

www.gsimacae.com.br

MAX PINTURAS E REVESTIMENTOS LTDA.

www.maxpinturas.com.br

MORKEN BRA. COM. E SERV. DE DUTOS E INST. LTDA.

www.morkenbrasil.com.br

MTT ASELCO AUTOMAÇÃO LTDA.

www.aselco.com.br

MULTIALLOY METAIS E LIGAS ESPECIAIS LTDA.

www.multialloy.com.br

MUSTANG PLURON QUÍMICA LTDA.

www.mustangpluron.com

NALCO BRASIL LTDA.

www.nalco.com.br

NOF METAL COATINGS SOUTH AMERICA

www.nofmetalcoatings.com

NOVA COATING TECNOLOGIA, COM. SERV. LTDA.

www.novacoating.com.br

PERFORTEX IND. DE RECOB. DE SUPERF. LTDA.

www.perfortex.com.br

PETROBRAS S/A - CENPES

www.petrobras.com.br

PETROBRAS TRANSPORTES S/A - TRANSPETRO

www.transpetro.com.br

PINTURAS YPIRANGA

www.pinturasypiranga.com.br

PORTCROM INDUSTRIAL E COMERCIAL LTDA.

www.portcrom.com.br

PPG IND. DO BRASIL TINTAS E VERNIZES

www.ppgpmc.com.br

PPL MANUTENÇÃO E SERVIÇOS LTDA.

www.pplmanutencao.com.br

PRESSERV DO BRASIL LTDA.

www.presservbrasil.com.br

PROMAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.

www.promarpintura.com.br

QUÍMICA INDUSTRIAL UNIÃO LTDA.

www.tintasjumbo.com.br

RENNER HERMANN S/A

www.rennercoatings.com

RESINAR MATERIAIS COMPOSTOS

www.resinar.com.br

REVESTIMENTOS E PINTURAS BERNARDI LTDA.

bernardi@pinturasbernardi.com.br

ROXAR DO BRASIL LTDA.

www.roxar.com

RUST ENGENHARIA LTDA.

www.rust.com.br

SACOR SIDEROTÉCNICA S/A

www.sacor.com.br

SERPRO IND. DE PROD. QUÍMICOS LTDA.

www.serproquimica.com.br

SHERWIN WILLIAMS DO BRASIL - DIV. SUMARÉ

www.sherwinwilliams.com.br

SOFT METAIS LTDA.

www.softmetais.com.br

SURTEC DO BRASIL LTDA.

www.surtec.com.br

TBG - TRANSP. BRAS. GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL

www.tbq.com.br

TECNOFINK LTDA.

www.tecnofink.com

TECNO QUÍMICA S/A.

www.reflex.com.br

TINOCO ANTICORROSÃO LTDA.

www.tinocoanticorrosao.com.br

ULTRAJATO ANTICORROSÃO E PINT. INDUSTRIAIS

www.ultrajato.com.br

UNICONTROL INTERNATIONAL LTDA.

www.unicontrol.ind.br

UTC ENGENHARIA S.A.

www.utc.com.br

VCI BRASIL IND. E COM. DE EMBALAGENS LTDA.

www.vcibrasil.com.br

WEG TINTAS

www.weg.net

ZERUST PREVENÇÃO DE CORROSÃO LTDA.

www.zerust.com.br

ZINCOLIGAS IND. E COM. LTDA.

www.zincoligas.com.br



SurTec do Brasil Ltda.

Rua Pedro Zolcsak, 121 - 09790-410 – São Bernardo do Campo - SP
Vendas: (11) 4334-7330 / 7331 • Fax: (11) 4334-7322 • vendas@br.surtec.com
Central técnica: (11) 4334-7317 • centraltec@br.surtec.com
www.surtec.com.br