Corrosão & Proteção

Ciência e Tecnologia em Corrosão

ABRACO
Associação Brasileira de Corrosão
ISSN 0100-1485

APORTE EDITORIAL

Ano 10
Nº 45
Jan/Fev 2013

ENTREVISTA

Hélio Sartori, gerente setorial de Engenharia de Materiais, Corrosão e Integridade na SEQUI-ETCM da Petrobras

PINTURA INDUSTRIAL

NOVAS TECNOLOGIAS REVOLUCIONAM O SETOR

LL-Alugold SCR®

PRÉ-TRATAMENTO PARA PINTURA DO ALUMÍNIO

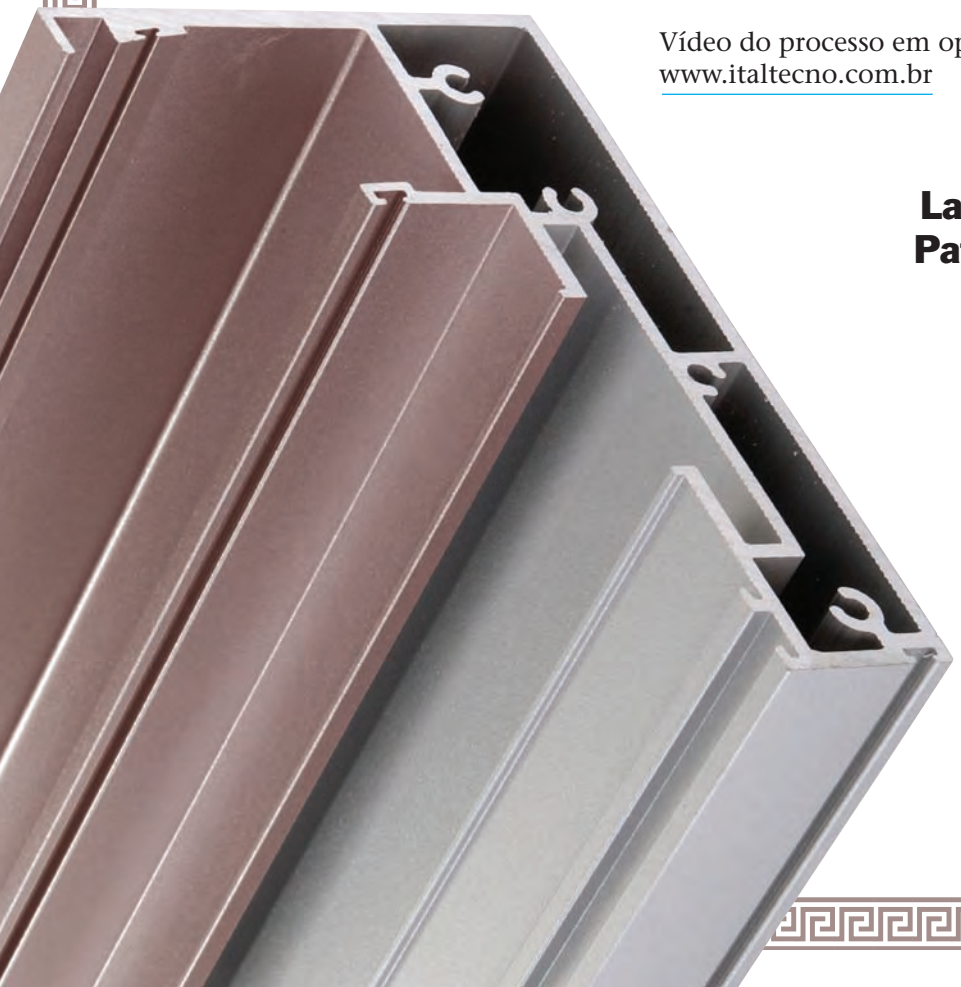
Processo isento de cromo, visível na cor castanha avermelhada

HOMOLOGADO PELA QUALICOAT

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 horas 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 pela inexistência de cromo



Vídeo do processo em operação em:
www.italtecno.com.br

Lançamento Mundial
Patente Internacional

ITALTECNO
DO BRASIL LTDA.

Aporte

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

ABRACO
Associação Brasileira de Corrosão

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

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 2013/2014
Presidente
Eng. Rosileia Montovani – Jotun Brasil

Vice-presidente
Dra. Denise Souza de Freitas – INT

Diretores
Aécio Castelo Branco Teixeira – QUÍMICA UNIÃO
Eng. Aldo Cordeiro Dutra
Cesar Carlos de Souza – WEG TINTAS
M.Sc. Gutemberg de Souza Pimenta – CENPES
Isidoro Barbiero – SMARTCOAT
Eng. Pedro Paulo Barbosa Leite
Dra. Simone Louise Delarue Cezar Brasil

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
Eng. João Hipolito de Lima Oliver – PETROBRÁS/TRANSPETRO
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 Emboaçava, 93
São Paulo – SP – 03124-010
Fone/Fax: (11) 2028-0900
aporte.editorial@uol.com.br

APORTE EDITORIAL

Diretores
João Conte – Denise B. Ribeiro Conte

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

Repórter
Carlos Sbarai

Projeto Gráfico/Edição
Intacta Design – julio@intactadesign.com

Gráfica
Ar Fernandez

Esta edição será distribuída em abril de 2013.

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.

Sumário

4
Editorial
Alta demanda por profissionais

5
Consultoria *& Gestão ISO*
O perigo de cair na irrelevância
Orlando Pavani Júnior

6
Entrevista
Petrobras: um passo à frente no combate à corrosão

8
Boas*-vindas*

9
Cursos

10
Pintura *Industrial*
Novas tecnologias revolucionam o setor

16
Metalização *Aspersão térmica*
Prestadores de Serviço

29
Notícias *de mercado*

34
Opinião
Empresas devem investir em inovação
Ricardo Yogui

Artigos *Técnicos*

20
Revisando conceitos: corrosão em frestas – Parte 1
Por Cristiane Vargas Pecequilo e Zehbour Panossian

30
Identificação de sensitização nos ensaios EPR-DL de campo por meio de redes neurais
Por Abraão D. G. Barreto, Hélio Cordeiro de Miranda, Tathiane C. Andrade, Gerbson de Queiroz Caetano e Jesualdo P. Farias

Alta *demanda* por profissionais

Por diversas vezes a Revista Corrosão & Proteção abordou a falta de mão de obra especializada no Brasil. As razões são várias e as soluções complexas e de médio a longo prazo. Algumas ações têm contribuído para a melhoria desse cenário, como as certificações em Pintura Industrial, em cursos ministrados pela ABRACO, porém o esforço deve ser muito maior e ter um planejamento estratégico com propostas consistentes.

A alta demanda por profissionais faz com que o Brasil seja um dos países preferidos por profissionais estrangeiros que chegam para trabalhar principalmente nas áreas de engenharia, tecnologia, análise de sistemas, petróleo e gás, construção civil e infraestrutura. Apenas em 2012, por exemplo, segundo o Ministério do Trabalho, foram concedidos 73 mil vistos de trabalho.

Nos últimos três anos, o número de profissionais de outros países com autorização temporária para permanecer no país cresceu mais de 130 %. Portugal, Espanha e China lideram, com folga, o *ranking* de estrangeiros qualificados que escolhem o Brasil para trabalhar. Em 2012, o número de vistos emitidos a portugueses cresceu 81 % em relação a 2011; para espanhóis o aumento foi de 53 %; e para chineses, 24 %.

> *"Ministério do Trabalho anuncia a simplificação do processo de imigração para agilizar a concessão de vistos para trabalhadores estrangeiros qualificados a atuarem no Brasil"*

O assunto passou a ser absolutamente relevante para atender às necessidades de desenvolvimento do Brasil e até para gerar compartilhamento de experiências técnicas com os profissionais que exercem suas funções no mercado nacional, muitos deles em seu primeiro emprego. Por isso, o Ministério do Trabalho anuncia um sistema de imigração mais ágil e simples para conceder autorização para trabalhadores estrangeiros atuarem em nosso território. O sistema permitirá, por exemplo, que todo o procedimento seja feito pela internet, com certificação digital.

E mais! – A SAE, Secretaria de Assuntos Estratégicos, está avaliando formatar uma política que incentive a imigração de trabalhadores qualificadores. Segundo a SAE, o fluxo migratório influencia o processo produtivo e, portanto, deve ser debatido para ser mais eficiente para o país. Mesmo porque o Brasil precisaria ter cinco vezes mais imigrantes para alcançar a média latino-americana; dez vezes mais para estar na média mundial; e 50 vezes mais para estar na média da América do Norte.

Para dar sustentação a essa demanda, o Conselho Nacional de Imigração do Ministério do Trabalho instalou, em fevereiro, uma comissão para estudar mudanças nas regras de visto de trabalho para estrangeiros de alta qualificação profissional. Entre os objetivos da comissão, estão a redução do custo para as empresas e a desburocratização do processo.

O que fica desse momento é que o Brasil deve definitivamente investir fortemente em educação, com planos sérios e comprometidos com resultados. Sem isso, cada vez que o país começar a experimentar uma onda de crescimento, ficará rapidamente sem fôlego para atender às necessidades que esse momento impõe.

Boa leitura

Os editores

O perigo de cair na *irrelevância*

Os projetos de consultoria em normas de gestão ISO e derivações, sejam elas quais forem, e suas respectivas certificações viraram "commodities"!

Por Orlando Pavani Júnior

Cada vez fica mais claro que empresas que empreendem projetos de adequação às normas ISO 9001:2008, por mais diferentes que sejam o modo pelo qual são implementados pelas empresas de consultoria, merecerão o mesmo selo de "empresa certificada".

Os sistemas de gestão implementados e, de algum modo ainda aderentes às normas adotadas, estão tão diferentes entre si, principalmente sob o ponto de vista qualitativo, que é comum empresas estarem certificadas, sem que enxerguem alguma melhora em suas operações. O que temos são certificações muito diferentes, mas com o mesmo rótulo de "empresas certificadas" sem nenhum tipo de distinção!

A primeira grande omissão refere-se ao **escopo** da respectiva certificação, ou seja, existem empresas certificando um pedaço do pedaço do pedaço de sua gestão e divulgam que "estão certificados"! Um absurdo que poderia ser minimizado se os organismos competentes obrigassem todas as empresas certificadas a divulgar também a efetiva abrangência de quais processos organizacionais ou quais caixinhas do organograma estão efetivamente certificados.

Outro lapso é a percepção de que a inexistência de não-conformidades, durante as auditorias internas e/ou externas, representa que a gestão vai muito bem! Muitos sistemas de gestão estão sendo implementados de forma a mascarar uma não-conformidade. Basta uma empresa dizer em seus procedimentos documentados que seus padrões de trabalho têm intervalos bem espaçados de qualidade para que uma não-conformidade seja quase impossível.

Por exemplo, uma empresa do segmento médico que atende pacientes com hora marcada tem alto grau de probabilidade de não-conformidade, pois o atendimento é deficitário. Um meio de encobrir as não-conformidades é dizer que o intervalo para considerar uma hora marcada é até 4 horas depois da hora agendada… A "hora marcada" para algumas empresas é validada se o atendimento ocorre no mesmo dia! Assim, a não-conformidade nunca aparecerá e não quer dizer que a empresa está indo bem ou que seus clientes estão satisfeitos.

Parece mentira, mas as normas permitem este tipo de manobra uma vez que seu objetivo é padronizar uma determinada qualidade, não necessariamente a melhor qualidade. Nenhuma norma pode substituir o cliente na determinação do que é realmente bom ou ruim!

As certificadoras têm sua parcela de culpa nesta nivelação por baixo, pois designam auditores cada vez mais despreparados para essas auditorias e, mesmo que fossem auditores competentíssimos, ainda estariam limitados ao texto das normas aplicadas. É comum ouvir auditores perguntando por que se implementou esta ou aquela prática de gestão, nitidamente agregadora de valor, se a norma não a solicita, como se a norma fosse um meio legítimo e inquestionável para definir o que a empresa deve fazer para obter resultados sustentáveis.

Com a publicação das normas NBR ISO/IEC 17050-1:2005 (Declaração de Conformidade do Fornecedor – Requisitos Gerais) e NBR ISO/IEC-17050-2:2005 (Declaração de Conformidade do Fornecedor – Documentação de Suporte) da ABNT fica clara a tendência de que as empresas não dependerão apenas das empresas certificadoras acreditadas para obter os tais Diplomas e poderão obter seus atestados diretamente de quaisquer entidades que possam responsabilizar-se por suas avaliações e que sejam confiáveis sem se tornarem um mercado cativo destas certificadoras! Por isso, a excelência e abrangência dos serviços prestados por empresas de consultoria para projetos de certificação das normas ISO estão cada vez menores e irrelevantes.

A GAUSS diz há mais de 10 anos que este tipo de serviço de mera adequação das práticas de gestão a qualquer norma é simplesmente gratuito. O que vale mesmo são os projetos de consultoria que tocam as questões chave para a alavancagem dos resultados organizacionais, a saber:

- Mapeamento e Gestão por Processos;
- Manualização Empresarial;
- Avaliação de Desempenho com base na Entrega;
- Remuneração Variável com base na Performance;
- Arquitetura Estratégica;
- Gerenciamento por Indicadores – *Balanced Scorecard*;
- Inteligência Analítica de informações;
- Mapeamento das Competências Emocionais;

Se fosse feito o que realmente agrega valor, qualquer adequação normativa, seja de que norma for, não deveria aumentar nem tampouco diminuir o investimento.

Adm. M.Sc. Prof. Orlando Pavani Jr.
Consultor Titulado CMC pelo IBCO/ICMCI e Diretor da Solutty, empresa de soluções em gestão comercial – pavani@gaussconsulting.com.br

Hélio Sartori

Petrobras: um passo à frente no *combate* à corrosão

Nova gerência de corrosão interage com áreas da empresa que realizam inspeção e manutenção em unidades operacionais para levantamento de problemas de deterioração dos ativos

Por Carlos Sbarai

Estima-se que anualmente, em todo o mundo, seja gasto em prevenção, controle e combate à corrosão cerca de 1,5 % do PIB (Produto Interno Bruto) mundial, considerando, neste cálculo, as horas paradas de equipamentos e instalações. Com o objetivo de continuar mapeando os principais centros de excelência nessa área, a **Revista Corrosão & Proteção** entrevistou com exclusividade Hélio Sartori da Petrobras – SEQUI-ETCM.

Engenheiro Metalurgista, formado pela Universidade Federal de Minas Gerais, Sartori atua desde 2001 em projeto, fabricação e inspeção de equipamentos. Tendo ingressado na empresa em 2005, ele trabalhou na Inspeção de Equipamentos da Refinaria Presidente Bernardes em Cubatão no Estado de São Paulo e, posteriormente, na Inspeção de Equipamentos da sede do Abastecimento.

Com a reestruturação da Diretoria de Engenharia, Tecnologia e Materiais (DETM) da Petrobras, Sartori passou a ocupar, desde agosto de 2012, a gerência setorial de Engenharia de Materiais, Corrosão e Integridade Estrutural, que foi criada dentro do atual SEQUI-ETCM (Engenharia e Tecnologia de Construção & Montagem).

Comente sobre as principais atividades da gerência de corrosão dessa unidade da Petrobras

Hélio Sartori – *Nosso principal foco para o controle da corrosão é fazer com que deteriorações que foram identificadas e mapeadas nas áreas operacionais sejam mitigadas nos novos projetos e, também, auxiliar os empreendimentos na aplicação correta de revestimentos e materiais especificados. Para cumprir nossa missão, temos que interagir com outras gerências de empresas que realizam inspeção e manutenção nas unidades operacionais para levantamento dos problemas de deterioração dos ativos, caracterização dos mecanismos de corrosão, identificação das soluções mais adequadas e auxiliar para que essas soluções sejam implementadas nos novos empreendimentos. Temos ainda outras atividades que são inerentes à gerência que estão relacionadas abaixo:*

- Análises críticas quanto à seleção de materiais e proposta de alternativas;
- Auxiliar as áreas de projeto básico para viabilizar o emprego de materiais não tradicionais dentro da Petrobras;
- Assessoramento técnico aos empreendimentos na área de proteção contra a corrosão, materiais e integridade;
- Elaboração de especificações técnicas para emprego e aplicação de soluções contra a corrosão nas etapas de construção e montagem, buscando utilização das soluções mais adequadas, quanto à técnica, prazos e custos e a cada problema de deterioração identificado;
- Treinamentos internos, juntamente com a Universidade Petrobras e o Recursos Humanos da diretoria de Engenharia, Tecnologia e Materiais, nas áreas de revestimentos e materiais não-metálicos.

Como se dá a relação que essa gerência mantém com as outras unidades da empresa?

Hélio Sartori – *Somos uma área de suporte da gerência executiva de Engenharia, Tecnologia e Materiais Corporativo (ETM-Corp) da Petrobras, com foco nos empreendimentos. Atuamos em parceria com outras unidades e áreas da empresa, trazendo para os empreendimentos soluções para problemas de deterioração identificados, assessorando a execução e implementação de tecnologias e técnicas para controle da corrosão. Trabalhamos ainda com informações sobre a deterioração das Unidades Operacionais, que possuem bom histórico e soluções já consolidadas. Os empreendimentos nos fornecem informações*

Foto: Fabiano Telles Campbell / Erika do Carmo Lopes

sobre as dificuldades na utilização de uma determinada tecnologia para que possamos buscar tecnologias alternativas ou melhorar os processos de aplicação, construção e montagem. A interação com as unidades entregues permite avaliar o resultado da nossa atuação. Dessa forma, podemos aprimorar as técnicas, materiais e métodos utilizados para mitigar a corrosão. Temos trabalhos também sendo conduzidos junto ao Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES) para desenvolvimento e especificação de materiais. Nesses casos, nosso papel é auxiliar o empreendimento a assimilar o emprego de novos materiais e revestimentos, buscando facilitar a transição entre o Centro de Pesquisas e o Canteiro.

Destaque as principais tecnologias exigidas para a instalação e manutenção dos equipamentos

Hélio Sartori – *Um ponto importante para aplicação de tecnologias nos empreendimentos é o conteúdo nacional. Outro fator relevante é a questão de custo e prazo para aplicação e/ou montagem, tecnologias vantajosas que permitem reduzir prazos e custos durante a construção e montagem. Procuramos ainda usar tecnologias que não tenham um único detentor, ou sejam regionalistas, pois temos empreendimentos em todo o território nacional e também fora do Brasil.*

Quais requisitos são exigidos na formação de mão de obra especializada na especificação e inspeção?

Hélio Sartori – *Estamos elaborando com o RH da ETM treinamentos para capacitar nossos engenheiros para especificar materiais não-metálicos e nossos técnicos para fiscalizar a execução de trabalhos com o mesmo substrato e também revestimentos. A formação de mão de obra que executa as montagens e aplicações desses materiais e revestimentos é predominantemente empírica. Por essa razão, na área de revestimentos orgânicos estamos trabalhando em um projeto junto a NORTEC, ABNT, ABRACO e SENAI para certificação de pintores e jatistas. Iniciamos um trabalho com o SENAI para certificação de montadores de tubulações em PRFV. Quanto ao pessoal de Inspeção de Pintura, existe a certificação para essa atividade. Por isso, estamos com um trabalho junto à ABRACO para acompanhamento do desempenho dos Inspetores de Pintura por intermédio da verificação de desempenho realizado nas obras. Assim, atuaremos desde a mão de obra que especifica os materiais até aquela responsável pela liberação do produto final.*

Normas técnicas para inspeção das instalações

Normas ABNT

- *NBR 10443 – Tintas e Vernizes – Determinação da Espessura da Película Seca sobre Superfícies Rugosas;*
- *NBR 11003 – Tintas – Determinação de Aderência;*
- *NBR 14847 – Inspeção de Serviços de Pintura em Superfícies Metálicas;*
- *NBR 14951 – Sistemas de Pintura em Superfícies Metálicas – Defeitos e correções;*
- *NBR 15185 – Inspeção Visual de Superfícies para Pintura Industrial;*
- *NBR 15488 – Pintura Industrial – Superfície Metálica para Aplicação de Tinta – Determinação do Perfil de Rugosidade;*
- *NBR 15877 – Pintura Industrial – Ensaio de Aderência por Tração.*

Normas ASTM

- *ASTM D 714 – Evaluating Degree of Blistering of Paints*
- *ASTM D 3359 – Method for Measuring Adhesion by Tape Test*
- *ASTM D 4541 – Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers.*

Normas ISO

- *ISO 4628-2 – Paint and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance – Assessment of degree of blistering;*
- *ISO 4628-3 – Paint and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance – Assessment of degree of rusting;*
- *ISO 4628-4 – Paint and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance – Assessment of degree of cracking;*
- *ISO 4628-5 – Paint and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance – Assessment of degree of flaking.*

Norma NACE

- *NACE RP 0188 – Discontinuity (holiday) testing of protective coatings.*

Norma SSPC

- *SSPC-TU 11 – Inspection of Fluorescent Coating Systems.*

A ABRACO dá as boas-vindas às novas empresas associadas

Companhia Brasileira de Serviços de Infraestrutura

A CBSI – Companhia Brasileira de Serviços de Infraestrutura oferece mão de obra especializada e dedicada para serviços *in-house* corporativos. É uma solução eficaz, otimizada e integrada que objetiva reduzir os custos e melhorar a qualidade dos serviços do cliente. Conta também com novas tecnologias em serviços para: Jateamento e Pintura Industrial / Isolamento Térmico e Acústico / Manutenção e Montagem de Estruturas Metálicas / Manutenção em Malhas Ferroviárias em Plantas Industriais /Manutenção Civil Industrial e Predial /Logística Interna /Manutenção de Apoio /Montagem Eletromecânica.

Mais informações: www.cbsiserviços.com.br

Engecorr Engenharia

Especializada no fornecimento de serviços e produtos voltados para o controle de corrosão, sistemas de Proteção Catódica e integridade de estruturas metálicas, submersas ou enterradas. Os principais serviços oferecidos pela empresa são a elaboração de projetos de sistemas de Proteção Catódica, estudos de interferências eletromagnéticas, levantamentos de campo, estudos de corrosão, inspeções de integridade de revestimento & ECDA, levantamento de potenciais eletroquímicos CIS, localização de estruturas, mapeamento e aplicações GIS, implementação de sistemas de monitoramento remoto, instalação e manutenção de sistemas de Proteção Catódica, consultoria, treinamento e capacitação profissional. Além disso, a Engecorr é representante das marcas CATHTECH®, BORIN® e OBO/BETTERMANN, compondo uma linha completa de produtos direcionados ao segmento de integridade de estruturas metálicas, entre os quais se destacam instrumentos para inspeção de integridade CIS/DCVG, chaves interruptoras, voltímetros registradores, monitoramento remoto, eletrodos de referência, marcos de localização, pontos de teste e dispositivos para proteção contra descargas elétricas.

Mais informações: www.engecorr.ind.br

Max Evolution

Com sede em Jaboatão dos Guararapes (PE) e Escada, a empresa opera no mercado Norte/Nordeste. Tem como objetivo suprir a necessidade na prestação de serviços com qualidade, preservação ambiental, segurança e saúde. Emprega as mais avançadas inovações tecno - lógicas para proteção anticorrosiva com jateamento abrasivo e pintura industrial, além de atuar nos segmentos de pintura predial (arquitetônica), revestimento de pisos, execução de isolamento térmico, *fire-proof*, refratário e andaimes.

Mais informações: www.maxpinturas.com.br

Techniques Surfaces do Brasil

Prestadora de serviços de tratamentos térmicos e de revestimentos por pintura com tintas autolubrificantes, fluorpolímeros e epóxi, a Techniques Surfaces atua no Brasil desde o final dos anos 1970. Atualmente conta com duas unidades: Diadema (SP) e em Casimiro de Abreu (RJ).

Mais informações: www.tsdobrasil.srv.br

Calendário 2013 – De Abril a Setembro

Cursos	horas	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Pintura Industrial							
Inspetor N1 – Rio de Janeiro / RJ	88	1 a 12	13 a 24		8 a 19	12 a 23	9 a 20
Inspetor N1 – Rio de Janeiro / RJ [1]	88	6/4 a 22/6, exceto 1/6					
Inspetor N1 – São Paulo / SP	88		6 a 17			26/8 a 6/9	
Inspetor N1 – Sorocaba / SP	88		4/5 a 20/7, exceto 1/6		13/6 a 28/9, exceto 28/7		
Inspetor N1 – Salvador / BA	88						
Inspetor N1 – Rio de Janeiro / RJ [2]	8		25			24	
Inspetor N1 – Recife / PE	88			3 a 14			23/9 a 4/10
Inspetor N1 – Rio de Janeiro / RJ [3]	40						2 a 6
Inspetor N1 – São Paulo / SP [3]	40				1 a 5		
Inspetor N2 – Rio de Janeiro / RJ [4]	40			3 a 8			
Pintor e Encarregado de Pintura Ind.							
Pintor e Encarregado de Pint. Ind.	40	1 a 5		10 a 14		12 a 16	
Proteção Catódica							
Profissionais – Rio de Janeiro / RJ	80		6 a 17				
Profissionais – São Paulo / SP	80					30/9 a 11/10	

[1] Turma somente aos sábados
[2] Revisão de Aulas Práticas
[3] Curso Intensivo
[4] Nível 2 e IMO/PSPC

Mais informações: cursos@abraco.org.br – eventos@abraco.org.br
Atenção: Calendário sujeito a alterações

ISMOS4 International Symposium on Applied Microbiology and Molecular Biology in Oil Systems

RIO DE JANEIRO

August 25-28, 2013 | www.ismos-4.org

Poster Abstract Submission Deadline: May 31, 2013

There will be simultaneous translation: English / Portuguese / English

Dear Colleague,

We hope you are planning to join ISMOS-4: The 4th International Symposium on Applied Microbiology and Molecular Biology in Oil Systems.

ISMOS-4 will take place in Rio de Janeiro on August 25-28th, 2013.

This conference explores the application of emerging microbial and molecular biology tools to a wide range of hydrocarbon resource environments.

Come and experience the largest molecular biology event for the oil and gas industry in Rio de Janeiro, Brazil's dynamic petroleum capital.

Organization

ABRACO Associação Brasileira de Corrosão · INT Instituto Nacional de Tecnologia · Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação · Governo Federal Brasil País rico é país sem pobreza · University of Essex · Danish Technological Institute Microbiology Services for the Oil and Gas Industry · GenomeAlberta

Support

CTS Centro de Tecnologia SENAI solda · Informing, Forming, Transforming.

Gold Sponsor

NALCO An Ecolab Company · bp · DOW Microbial Control Putting you in control. · ZEISS We make it visible.

Discount rate before June 7, 2013.
Guarantee your place in ISMOS-4.

Novas tecnologias *revolucionam* o setor

Para traçar o panorama atual do tema Pintura Industrial, abordando questões como tratamento de superfícies, novas tecnologias, preocupação com a preservação ambiental e a segurança do operador, entre outras, a ***Revista Corrosão & Proteção*** *consultou renomados especialistas do setor. Acompanhe*

Por Carlos Sbarai

As tintas de proteção anticorrosiva estão em constante evolução, sempre associando tecnologias mais modernas do ponto de vis - ta ambiental e também com desempenhos superiores. Além disso, as tecnologias mais modernas levam em consideração aspectos de rendimento e produtividade. "Hoje é possível aplicar camadas de alta espessura em única demão, pois as tintas são de alto teor de sólidos e até praticamente sem solventes. Estas características também são importantes do ponto de vista ambiental, pois a quantidade de compostos orgânicos voláteis liberados na atmosfera torna-se bastante reduzida", diz Neusvaldo Lira, pesquisador e chefe do Laboratório de Corrosão e Proteção (LCP) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT.

"Até há pouco tempo, tínhamos tintas epóxis com baixo teor de sólidos e ainda continham substâncias tóxicas como o cromo e o chumbo que conferiam uma extraordinária resistência à corrosão aos esquemas de pintura. Atualmente estes produtos não são mais fabricados. Isto requer novos desenvolvimentos para substituir estes produtos com qualidade similares. Esta tem sido a tendência atual isto é, buscar novos produtos e novas tecnologias que substituam as tecnologias antigas e que não agridam o meio ambiente", relata Neusvaldo Lira.

Lira explica que existem, de um lado, as empresas que desenvolvem matérias primas para os fabricantes de tintas que querem introduzir novas tecnologias, cada vez mais eficientes no que se refere à proteção anticorrosiva; e, do outro lado, grandes empresas e suas gigantescas estruturas metálicas, nos mais diversos meios de exposição. Estas, de certa forma, induzem ou exigem que seus fornecedores atendam requisitos de preservação do meio ambiente e da saúde dos trabalhadores. São, portanto, estas empresas que criam determinados padrões para os seus processos, contribuindo para que transformações ocorram. Aos poucos as transformações vão sendo incorporadas e passam a fazer parte do cotidiano das empresas e profissionais envolvidos com este segmento industrial.

"As empresas compromissadas com as questões do meio ambiente simplesmente abandonam determinadas tecnologias e exigem produtos de qualidade similar que sejam ecologiamente corretos. É nessa direção que hoje algumas empresas já não têm epóxi alcatrão de hulha nas suas especificações e alguns fabricantes já nem produzem mais; outros só fabricam se há uma encomenda específica. Veja que, embora não haja proibição formal deste produto no Brasil, vários técnicos também já não especificam este tipo de tinta, apesar do alto desempenho e custo relativo baixo", explica o pesquisador.

"O fato é que são tecnologias em evolução constante: antigamente não se concebia aplicar revestimentos sobre superfície que não estivessem totalmente isentas de oxidação; vieram as tintas tolerantes a superfícies levemente oxidadas (com *flash rusting*) o que representou um avanço importante, pois nem sempre se poderia fazer uma excelente preparação superfície. Posteriormente, veio uma tecnologia que podia ser aplicada em superfícies úmidas. Mais recentemente, surgem novas tecnologias com todas estas qualidades anteriores e que possibilitam aplicar altas espessuras em uma única demão e com secagem muito mais rápida o que reduz significativamente o tempo de pintura ou de manutenção dos equipamentos. Isto do ponto de vista da produtividade representa muito, pois nem sempre se pode dispor de um equipamento por tempos prolongados para manutenção", esclarece o pesquisador.

Atualmente, existem as tintas epóxis novolac que naturalmente já possuem grande resistência química. Dependendo do tipo de aplicação, ainda se adiciona flocos cerâmicos ou flocos de vidro, tornando-a ainda mais resistente. "A tinta por si só já é uma tecnologia superior e quando se agrega flocos de vidro ou de cerâmica fica melhor ainda. Os próprios ensaios de caracterização a que essas tintas são submetidas são muito mais rigorosos; os ensaios de avaliação de desempenho, além daqueles comuns às tintas epóxis, ainda devem resistir a ensaio em autoclave e célula atlas", revela Neusvaldo Lira. Enfim, "é voltar um pouco no tempo e veremos como as tintas anticorrosivas evoluíram muito: vieram as tintas *surface tolerant*, as tintas de alto sólidos, as tintas sem solvente, e, mais recentemente, a epóxi novolac, tudo isto sem falar nas tintas de acabamento que obviamente vem evoluindo também; é o caso, por exemplo, dos poliuretanos acríli-

Foto cedida pela WEG Tintas

Medidores de Espessuras sobre camada de tintas e revestimentos

SIUI

CTS-59

0,5 a 600mm.
Precisão de 0,01mm.
Usa transdutores de 1 ou 2 elementos
Medição das características do revestimento
Memória para 20.000 medições
Transmissão de dados via PC
Função A e B-Scan

CTS-49

0,5 a 600mm.
Precisão de 0,01mm.
Usa transdutores de 2 elementos
Memória para 10.000 medições
Transmissão de dados via PC
Função A-Scan

Medidores de Espessuras convencionais

CTS-30A e 30B

Ultra Portáteis
Alta estabilidade
Medição em alta temperatura
Medição diretamente sobre o material
Memórias (B)

INTER METRO

(11) 5071-2764
vendas@inter-metro.com.br

cos, dos polissiloxanos", comenta Neusvaldo Lira.

"O fato é que as indústrias de revestimentos para proteção anticorrosiva não param nunca; estão sempre aperfeiçoando e desenvolvendo cada vez mais as tecnologias e sempre com um olhar para as questões ecológicas. Essa é uma grande tendência; as tintas contendo cromatos, compostos de chumbo e à base de alcatrão de hulha, que tinham um excelente desempenho e com baixo custo, hoje não se usa mais. Outras tecnologias, embora mais antiga, continuam sendo bastante utilizadas como as tintas à base de zinco. As tintas com zinco compõem excelentes esquemas de pintura de proteção anticorrosiva e não têm nenhuma restrição", conta Neusvaldo Lira.

Segundo o pesquisador, vale sempre ressaltar que apesar dessas novas tecnologias, um pré-tratamento adequado é fundamental para se garantir um bom desempenho do esquema de pintura. Neste quesito, também tem havido avanços importantes. "Os abrasivos hoje também são menos poluentes. Nos trabalhos de repintura, é prática comum usar hidrojateamento a alta pressão desde que em algum momento lá atrás já tenho sido feito o jateamento abrasivo porque o hidrojateamento não produz um perfil de ancoragem para a tinta".

Por fim, a função dos profissionais da pintura é a outra parte importante para garantir que as tintas sejam corretamente aplicadas dentro dos melhores padrões de qualidade. O inspetor de pintura, por exemplo, tem um papel fundamental no que diz respeito a cuidar dessa questão. "Eu acredito inclusive que esses profissionais, tanto os inspetores quanto os aplicadores dessas tecnologias vem se adequando a essa nova realidade de forma constante através de cursos de especialização, participação em eventos técnicos como congressos etc. Boas tecnologias combinadas com bons profissionais só podem resultar em trabalhos com boa qualidade", conclui Neusvaldo Lira.

Tecnologia de revestimentos orgânicos

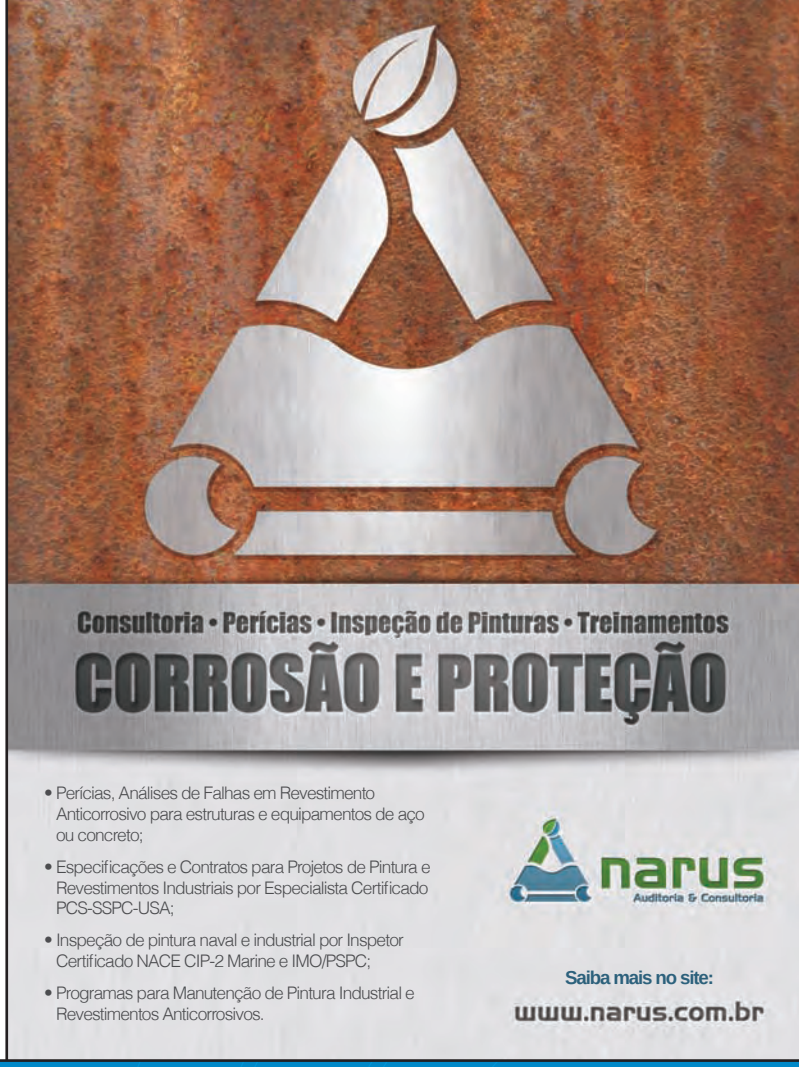
Para Joaquim Pereira Quintela, químico da Petrobras, é preciso raciocinar não somente com relação à tecnologia da tinta, e sim na tecnologia do processo de revestimento englobando preparação de superfície, tinta, aplicação e inspeção. "O que está evoluindo cada vez mais é o conceito de revestimento derrubando algumas barreiras do passado hoje não fazem mais sentido. Atualmente temos equipamentos de aplicação mais modernos, revestimentos de cura mais rápida, aplicáveis em demão única, ecológicos e de mais fácil inspeção. Isso tudo contribui para a evolução de todo o setor. O maior problema é saber se o setor e o mercado estão preparados para absorver essa realidade. Muitos profissionais ainda tratam a pintura como se estivessem vivendo no século passado. Um exemplo: hoje temos revestimentos epóxi que curam em 12 horas, mas a grande maioria desconhece e mantem a filosofia que qualquer revestimento epóxi leva sete dias para alcançar a cura total. Revestimentos modernos, com características especiais, podem ser aplicados de forma rápida, desde que se tenha o equipamento adequado. Isto se chama tecnologia de revestimentos orgânicos".

"O setor de revestimentos orgânicos é bastante dinâmico e se reno - va com muita intensidade, mas não podemos achar que existe uma tecnologia milagrosa para ser aplicada com sucesso, sem tratamento de superfície. Estamos preparados para superar grandes desafios, mas ainda não fazemos milagres. A pintura industrial pode se tornar um problema quando conduzida com base nas opiniões de profissionais não especialistas. Nesse caso, o leigo pode ser conduzido por um bom profissional ou então, como acontece em qualquer segmento, pode se

deixar levar por aventureiros. Todos os setores da indústria que colocaram a pintura como fator de importância fundamental para a qualidade do produto final, como por exemplo, as indústrias automobilística e aeronáutica, conseguem níveis de qualidade muito elevados. De modo contrário, quando a empresa ou segmento coloca a pintura como uma atividade periférica as consequências são muito negativas. Resumidamente, quando nos são oferecidas boas condições de trabalho, nós tinteiros respondemos com alto padrão de qualidade, mas quando somos colocados como atividade secundária não temos com atingir o mesmo nível", esclarece Quintela.

A corrosão nas grandes estruturas públicas

Segundo o engenheiro químico e pesquisador da Eletrobrás – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica CEPEL, Fernando de Loureiro Fragata, o mercado de pintura anticorrosiva está crescendo muito, justamente em função dessas obras que estão sendo realizadas por todo país, mas existe uma carência de mão de obra especializada no setor. "Com isso, se de um lado existe uma demanda muito grande de mão de obra especializada do outro existe também a falta dela para suprir as necessidades que o mercado precisa, sobretudo quando se fala em pintura anticorrosiva. Eu estou falando de pintores, de inspetores, entre outros.



SMARTCOAT
Tecnolgia em hidrojateamento e preocupação com meio ambiente.

Somos especializados em revestimentos, com técnicas modernas para preparação de superfície por hidrojateamento e aplicação de tintas anticorrosivas, minimizando os resíduos e os danos ambientais. Atuamos na manutenção de plataformas marítimas e navios de petróleo.

SMARTCOAT
Engenharia em Revestimentos Ltda

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
BUREAU VERITAS
Certification

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: 27.965-250
TEL: +55 (22) 2757-9500
macae@smartcoat.com.br

www.smartcoat.com.br

Reinaldo Richter – Diretor Superintendente da WEG Tintas

Neusvaldo Lira, chefe do Lab. de Corrosão e Proteção do IPT

Joaquim Pereira Quintela, químico da Petrobras

Fernando de Loureiro Fragata, pesquisador da Eletrobrás (CEPEL)

Embora a ABRACO já venha trabalhando há muitos anos nesse sentido, ainda temos carência de profissionais qualificados nessa área. Já com relação aos revestimentos, esse é um mercado que está em constante evolução em função das exigências e leis de proteção ao meio ambiente e à saúde dos trabalhadores".

"Esse é um caminho irreversível e para tanto novos revestimentos e tintas estão sendo desenvolvidos, o que mostra que o mercado está bastante desafiador. Podemos observar a introdução de tintas modernas, como as de acabamento à base de resinas polyaspartics e outras tintas que ainda não estão bem divulgadas no Brasil, mas que vão estar disponíveis no mercado brasileiro em um curto espaço de tempo. Ainda quanto às pinturas anticorrosivas quero destacar que, como está sendo divulgado, existem grandes estruturas de uso público já bem corroídas. Muitas vezes essas corrosões prematuras ocorrem na área de pintura porque ainda existem determinados segmentos de tratamento anticorrosivo que exigem etapas importantes como a preparação da superfície, além de uma excelente especificação do revestimento e a aplicação correta do mesmo", revela Fragata.

Na opinião de Fernando de Loureiro Fragata, falta uma preocupação com relação à preparação de superfície, que é uma etapa tão vital para a durabilidade do revestimento. "Eu estou propondo para os organizadores da COTEQ, que acontece no mês que vem, para discutir esse assunto que em função desses problemas de corrosão fazer uma mesa redonda para discutir o impacto da corrosão na sociedade. Talvez com isso possamos mexer um pouco com determinados segmentos no sentido das pessoas verem qual é a importância da preparação de superfície, da importância de selecionar revestimentos adequados em função da agressividade do meio corrosivo. Quando se tem grandes obras como as que estão sendo feitas em virtude da Copa do Mundo, por exemplo, é preciso ficar atento a esse tema corrosão".

A opinião das empresas

Na visão de Reinaldo Richter – Diretor Superintendente da WEG Tintas, por conta da busca por tecnologias as demandas são constantes em todas as áreas das indústrias. "Isso vai desde fabricantes de máquinas e equipamentos a fabricantes de estruturas metálicas. Tanto as máquinas que serão instaladas em um parque fabril como as estruturas metálicas tem que atender normas exigentes de pintura para que se prolongue a vida útil destes equipamentos e da estrutura que vai abrigar esta tecnologia. O custo alto com a mão de obra para manutenção e também o custo de reposição de equipamentos e estrutura exige que as instalações sejam feitas para durar. As empresas que fornecem diretamente ou indiretamente produtos que serão aplicados em áreas como estruturas metálicas, petroquímicas, petróleo, naval, *offshore*, tubulações, tanques, açúcar e álcool, mineração, saneamento e outros ou cujo produto seja fornecido para Petrobras ou para máquinas que serão usadas pela referida empresa tem a preocupação de atender as normas do mercado no que se refere a pinturas".

Reinaldo Richter entende que é preciso oferecer ao mercado produtos que atendam às exigências das normas de pintura e manutenção com produtos inovadores que atendam normas de exportação, preocupação com sustentabilidade e ecologicamente corretos e que ofereçam outros diferenciais. "Temos vários exemplos para ilustrar, como tintas que além da proteção anticorrosiva tem o diferencial de retardar a chama no caso de incêndios. Temos produtos destinados a manutenção de máquinas e equipamentos que agregam a proteção antifúngica.

Estas tintas são muito usadas nas usinas de açúcar e álcool na pintura de tanques. Temos produtos para instalações hospitalares ou indústrias de alimentos onde existe uma grande preocupação com higiene. Estas tintas agregam proteção antibacteriana. E como futuro há preocupação com produtos que sejam isentos de solventes e de metais pesados. Neste caso as tintas à base d'água ou altos sólidos atendem esta demanda".

"Do lado do prestador de serviços acredito que a situação é a mesma, uma vez que eles tem tido a preocupação com a excelência. Cada vez mais temos recebido solicitação para capacitação da equipe técnica, engenharia, suprimentos e outras áreas dos prestadores. Estas empresas sentem necessidade de acompanhar as tendências do mercado para atender os clientes que por sua vez tem se tornado cada vez mais exigentes. Por essa razão que a WEG, oferece um atendimento técnico de acompanhamento e capacitação diferenciado. Temos uma relação de sinergia com diversos parceiros de serviços. Estamos atendendo suas demandas em relação a necessidade de treinamento. Oferecemos cursos práticos onde apresentamos oportunidades de ganho de desempenho de produto e economia", revela Richter.

O diretor da SmartCoat, Isidoro Barbiero, também acredita que o relacionamento com os fabricantes tem sido muito bom. "Eu acho que poderia ser melhorado se houvesse maior participação das entidades de classe e congressos do setor. Nossa maior demanda é para atender trabalhos na área de petróleo, em especial na manutenção de plataformas marítimas e para tanto desenvolvemos produtos para atender os seguimentos de petróleo e gás, devido suas plantas estarem localizadas em

Isidoro Barbiero, diretor da SmartCoat

ambientes muito agressivos, que requerem proteção corrosiva eficiente. Temos buscado técnicas modernas para preparação de superfície e aplicação de tintas, com investimentos em equipamentos e qualificação da mão de obra, visando sempre a representar maior proteção anticorrosiva, aumentando as garantias dos trabalhos executados".

Referência em Pintura, Montagem e Manutenção Industria

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.

WWW.BLASPINT.COM.BR

BLASPINT

Vantagens e *aplicações*

Fotos cedidas: MSS - Metal Spray Systems Equipamentos

Dando continuidade à matéria sobre metalização "Vantagens e aplicações", publicada na edição 44 (nov/dez 2012), a ***revista Corrosão & Proteção*** *enfoca agora os prestadores de serviços de metalização por aspersão térmica, descrevendo os principais elos entre o mercado (representado pelo cliente final) e a tecnologia de metalização disponibilizada no Brasil, por intermédio dos distribuidores dos fabricantes de equipamentos e matérias-primas*

O Brasil possui hoje uma ampla rede de prestadores de serviço de Metalização por Aspersão Térmica que congrega empresas de pequeno, médio e grande porte. Embora não tenha ainda sido devidamente dimensionada, sabe-se que ela visa, em grande parte, atender a demanda dos grandes centros industriais. Muitas dessas pequenas unidades de atendimento aproveitam o fato de estar, em sua maioria, localizadas próximas aos grandes consumidores e lhes oferecem serviços de forma rápida e a custos bem acessíveis.

"Contudo, ao mesmo tempo em que a alta capilaridade desses pequenos prestadores de serviço lhes possibilita uma penetração expressiva nesse mercado, seu porte, por outro lado, reduz seu poder de negociação junto aos grandes fornecedores

internacionais de materiais, equipamentos e assistência técnica. Este fato, aliado ao desconhecimento das particularidades do mercado por parte dos fabricantes internacionais de equipamentos e à falta de mão de obra qualificada, impõe ao segmento custos tão altos que chegam, às vezes, a impossibilitar a aquisição de novos equipamentos e tecnologias. Esse quadro revela-se especialmente cruel para o prestador de serviço, que, além de ver seus custos se elevarem, sente imensa dificuldade para acompanhar as tendências dos principais centros industriais do resto do mundo", comenta o engenheiro Luiz Cláudio Couto.

A convite de Couto, as empresas Ogramac, Revex e Tec Metal gentilmente aceitaram participar de um painel para discutir e apontar prováveis soluções para os problemas pelos quais passam esse mercado atualmente. Foram cinco questionamentos básicos que os leitores podem acompanhar a seguir.

Suporte Técnico

De acordo com Artur Cuesta, diretor da Tec Metal Tecnologia em Metalização, um dos maiores problemas na área do suporte reside, em primeiro lugar, no descumprimento do cronograma de entrega dos equipamentos e no ineficiente acompanhamento desde sua instalação até o efetivo início das operações. Ainda segundo ele, é comum, durante este acompanhamento, os distribuidores demonstrarem falta de conhecimento das possibilidades de operação dos equipamentos, em geral, importados, e não oferecerem as necessárias soluções para colocá-los em pleno funcionamento. Desta forma, o prestador de serviços se vê impotente, enquanto espera a eventual chegada de informações

Fotos cedidas: Revex Brasil

procedentes de outros países, o que resulta no alargamento dos prazos, muitas vezes devido à elaboração de traduções.

Na visão de Geraldo Augusto Frank Netto, diretor da Revex do Brasil, o que falta é treinamento adequado. O suporte técnico oferecido pelos distribuidores de equipamentos limita-se, por vezes, à boa vontade de algumas pessoas que se dispõem a ajudar. Sem citar nomes, ele diz que conhece apenas uma empresa, das mais antigas no mercado, cujos contatos no setor de vendas, procuram fornecer este suporte. Em consonância com Cuesta, da Tec Metal, Frank Neto bate na mesma tecla quando salienta a falta de profissionais realmente treinados para trabalhar com o equipamento importado. Até mesmo o fato da literatura técnica, que acompanha o equipamento, não estar disponível em português acaba sendo um obstáculo para sua instalação e operação. Outra questão importante refere-se à própria manutenção do equipamento, uma vez que as peças são importadas e sua disponibilidade nem sempre é imediata. Com certo conformismo, afirma que a manutenção desses equipamentos acaba, em grande parte, dependendo da experiência e engenhosidade de seus próprios funcionários.

Já Flávio Camargo, diretor comercial da Ogramac Engenharia de Superfícies, se diz satisfeito com o panorama atual e não poupa elogios aos seus tradicionais fornecedores que sempre se colocam à disposição da empresa, tanto no Brasil como em suas bases localizadas fora do país.

Demanda crescente

Questionado sobre a situação mercadológica do processo de metalização por aspersão térmica no Brasil, Flávio Camargo da Ogramac foi categórico ao afirmar que atualmente a demanda está em alta. No entanto, em sua opinião, ela ainda tem muito espaço para crescer, pois o amplo espectro de benefícios desse processo é pouco explorado e, por isso mesmo, sua importância relegada a segundo plano.

Artur Cuesta da Tec Metal fundamenta o sucesso desse processo no fato de ele oferecer soluções satisfatórias, muitas vezes, a custos convidativos, porém deixa claro que os processos desenvolvidos no Brasil ainda encontram-se em grande defasagem tecnológica

quando comparados aos utilizados em outros países. Ainda segundo Cuesta, o peso deste problema recai sobre os ombros dos próprios fornecedores de equipamentos e matéria-prima, bem como dos prestadores de serviço, que não cultivam o hábito de investir no desenvolvimento de novos processos e revestimentos, destinados a suprir as necessidades das empresas existentes de tecnologia de ponta.

Geraldo Augusto Frank Netto da Revex acredita que, embora a demanda por esse processo esteja em ascenção, ela poderia ser mais estimulada e que a responsabilidade por esse estímulo deveria incidir sobre as equipes de representantes durante suas visitas aos clientes. Como várias empresas ainda desconhecem as opções de revestimentos existentes, muitas vezes o desenvolvimento acaba ficando a cargo do próprio prestador de serviço. Assim, ao propor periodicamente soluções para os problemas do cliente, os representantes facilitariam a criação de uma cultura sobre o tema e a divulgação dos processos, fazendo com que todos sejam beneficiados: distribuidores, clientes e aplicadores de revestimentos.

Principais dificuldades

Mão de obra

Entre as principais dificuldades para a realização do trabalho, os três executivos são unânimes ao citar a falta de mão de obra especializada como o maior entrave do setor. Uma medida de curto prazo para minimizar o problema é a realização de intensos e onerosos treinamentos internos, com o objetivo de aprimorar profissionais à altura das necessidades de qualidade, exigidas pelo mercado. A solução mais adequada é a criação de cursos regulares de especialização promovidos por entidades ligadas ao setor, com o fornecimento de certificação profissional reconhecida pelo mercado.

Este é um fator que interfere diretamente nos custos de empresas que atuam em tecnologia e, em especial, daquelas que empregam tecnologia avançada, o que as torna, por vezes, pouco competitivas.

Logística

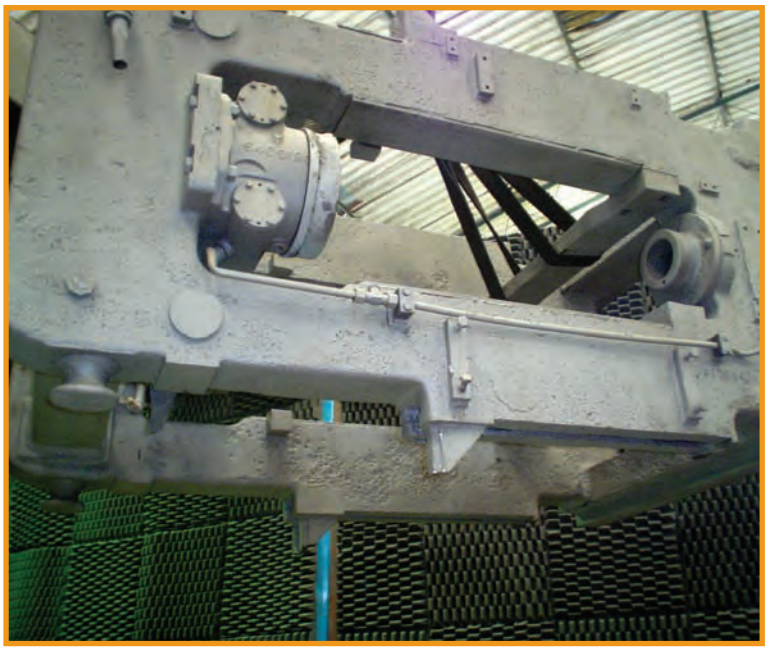
Na visão de Artur Cuesta, ainda que possa sentir algumas dificuldades em relação à logística, principalmente devido ao fato das matérias-primas serem importadas, sua empresa apta a solucionar de forma criativa alguns problemas limitados pela logística. As diversas aplicações que podem ser realizadas *in-company* viabilizam sobremaneira a aplicação de revestimentos, que de outra forma, muitas vezes, seriam impraticáveis de ser efetuadas.

A concentração de fornecedores, prestadores de serviços e clientes finais nas regiões Sul e Centro-Oeste, relativamente bem servidas de infraestrutura de transporte, minimiza os problemas em logística.

Geraldo Augusto Frank Netto contempla a questão de

Foto: Oliveira Couto

Luiz Cláudio de Oliveira Couto, profissional que atuou na consulta e desenvolvimento da matéria de capa da edição 44 e deste artigo, incluindo os contatos com os prestadores de serviços



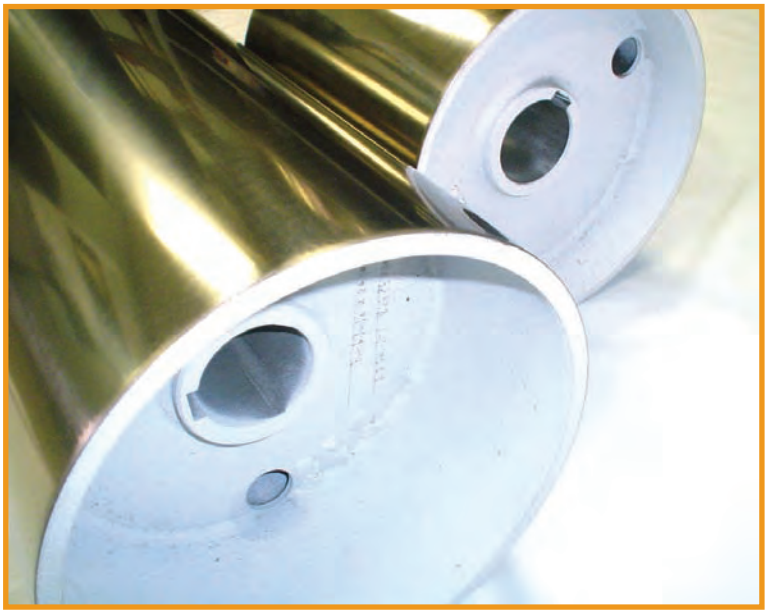
logística de dois ângulos diferentes.

Por um lado, ele não vê dificuldades quando a operação ocorre nas instalações do próprio prestador de serviços. Por outro, quando executado em campo, o serviço mereceria um planejamento mais criterioso que deveria levar em conta o deslocamento de equipamentos para a realização das operações de jateamento e metalização, bem como, dependendo do local, de profissionais, documentação e o suprimento de gases. Outro ponto a ser considerado, segundo ele, refere-se às dificuldades que envolvem a disponibilização e o acesso aos locais cujas superfícies devem ser revestidas.

Pontos relevantes

Flávio Camargo teceu algumas considerações finais, enfatizando pontos importantes para estimular a utilização dos processos de metalização por aspersão térmica. Na opinião de Camargo, em primeiro lugar, toda a cadeia produtiva, composta de fornecedores, prestadores de serviço e a própria comunidade acadêmica, deveria engajar-se mais na divulgação das vantagens desse processo. Em segundo, somente com um maior apoio dos setores privados e governamentais nas áreas de ciência e tecnologia, os prestadores de serviço terão condições de investir em pesquisa e desenvolvimento. E, em terceiro lugar, é premente a redução da carga tributária que atualmente onera em demasia o setor, muitas vezes inviabilizando a execução de trabalhos que exigem altos investimentos em equipamentos e consumíveis.

Por meio da implementação dessas medidas, seria possível, então, ampliar a disponibilidade dos processos de metalização, de seus equipamentos e materiais, fazendo com que mercado e prestadores de serviço tenham o retorno esperado.



Revisando *conceitos:* corrosão em frestas – Parte 1

Reviewing concepts: crevice corrosion – Part 1

Por Cristiane Vargas Pecequilo

Zehbour Panossian

Resumo

A corrosão em frestas consiste em uma das formas de ataque mais incidente e menos reconhecida. Este tipo de corrosão localizada é um problema que em geral envolve os metais passiváveis e, portanto, materiais relativamente resistentes à corrosão, como, por exemplo, aços inoxidáveis, titânio e alumínio. Por esta razão, a corrosão em frestas é frequentemente negligenciada, levando a falhas prematuras de estruturas e equipamentos, algumas vezes com consequências catastróficas. Este tipo de corrosão também ocorre com metais ferrosos e outras ligas menos resistentes à corrosão, expostos a ambientes altamente oxidantes ou passivantes. Em todos os casos, a ocorrência deste problema limita-se a frestas muito estreitas que são formadas quando são utilizadas gaxetas, parafusos e arruelas, estando presente também em juntas sobrepostas e depósitos de superfície (deposição de areia, produtos de corrosão permeáveis, incrustações marinhas e outros sólidos), além de outras heterogeneidades superficiais, como trincas, borrifos de solda e outros defeitos metalúrgicos[1, 2].

Para explorar mais amplamente este assunto, serão apresentados três artigos de revisão bibliográfica cada qual abordando os seguintes tópicos:

I. Definição, causas e mecanismos;
II. Fatores influenciadores;
III. Prevenção, controle e ensaios de verificação da susceptibilidade à corrosão em frestas.

O presente trabalho apresentará a definição, as principais causas e os mecanismos mais aceitos para a corrosão em frestas.

Abstract

Crevice corrosion is one of the most common and less recognized forms of attack on metals. This type of localized corrosion is a problem that usually involves passive metals and therefore relatively corrosion-resistant materials, for example, stainless steels, titanium and aluminum. For this reason, crevice corrosion is often ignored, leading to premature failure of structures and equipment, sometimes with catastrophic consequences. This type of corrosion occurs also with less corrosion resistant alloys exposed to highly oxidizing or passivating environments. In all cases, the occurrence of this problem is confined to very narrow gaps (crevices) which are formed when using gaskets, bolts and washers. Narrow gaps are also present in lap joints and beneath surface deposits, such as sand, porous corrosion products, barnacles and other surface heterogeneities such as cracks, spray welding and other metallurgical defects[1, 2].

To explore this subject more largely, three papers of literature review will be presented covering the following topics:

I. Definition, causes and mechanisms;
II. Factors influencers;
III. Prevention, control and techniques for measuring the tendency for crevice corrosion.

This paper presents the definition, the main causes and the accepted mechanisms for crevice corrosion.

Definição

Segundo Shreir[3], para que ocorra a corrosão, a fresta deve ser grande o suficiente para permitir o acesso do meio corrosivo, mas também, pequena para impedir o transporte de matéria entre o anólito e o católito, funcionando como célula oclusa[a]. As aberturas típicas de frestas são da ordem de 0,025 mm a 0,1 mm.

Causas

Além das frestas formadas naturalmente, outras podem aparecer em decorrência de outros processos de corrosão localizada, como, por exemplo, corrosão por fadiga, corrosão sob tensão e por pite (especialmente no estágio de propagação), processos estes que podem, sob certas circunstâncias, contribuir para a formação de células oclusas, com compor-

a. Células oclusas (occluded cells) são aquelas em que o anodo e o catodo de um processo de corrosão encontram-se fisicamente separados, de modo que o eletrólito junto ao anodo, denominado anólito, tem dificuldade de misturar-se com o eletrólito junto ao catodo, denominado católito. Por esta razão, mesmo que no início do processo corrosivo, ambos os eletrólitos tenham as mesmas características, devido à formação dos produtos das reações anódica e catódica, estas vão sofrendo alterações e, com isto, após algum tempo, o anólito pode ser completamente diferente do católito em termos de pH, natureza e concentração de constituintes presentes nas soluções (PANOSSIAN, 1993).

TABELA 1 – SUMÁRIO DE ALGUMAS REAÇÕES DE REDUÇÃO ENVOLVIDAS NO PROCESSO DE CORROSÃO EM FRESTAS (2)

Descrição	*Reaçao*	*Potencial de equilíbrio E a 25 °C, V (ECS)[b]*
Redução do oxigênio (meios ácidos)	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \leftrightarrow 2H_2O$	$E = 1,228 - 0,0591\ pH + 0,0148\ \log\ p_{O_2}$
Redução do oxigênio (meios neutros / alcalinos)	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \leftrightarrow 4OH^-$	$E = 0,401 + 0,0148\ \log\ p_{O_2} - 0,0591\ \log\ [OH^-]$
Redução do cloro (meios ácidos)	$Cl_2 + 2e^- \leftrightarrow 2Cl^-$	$E = 1,358 + 0,0295\ \log\ p_{Cl_2} - 0,0591\ \log\ [Cl^-]$
Redução do ácido hipocloroso (meios próximos aos neutros)	$HClO + H^+ + 2e^- \leftrightarrow H_2O + Cl^-$	$E = 1,494 - 0,0295\ pH + 0,0295\ \log\ [HClO] - 0,0295\ \log\ [Cl^-]$
Redução do hipoclorito (meios alcalinos)	$ClO^- + H_2O + 2e^- \leftrightarrow 2OH^- + Cl^-$	$E° = 0,890 + 0,0295\ \log\ [ClO^-] - 0,0591\ \log\ [OH^-] - 0,0295\ \log\ [Cl^-]$ $E° = 1,716 + 0,0295\ \log\ [ClO^-] - 0,0591\ pH - 0,0295\ \log\ [Cl^-]$
Redução do enxofre	$S + 2H^+ + 2e^- \leftrightarrow H_2S$	$E° = 0,141 - 0,0591\ pH - 0,0295\ \log\ H_2S$
Redução do tiossulfato	$S_2O^{2-}_3 + 6H^+ + 4e^- \leftrightarrow 2S + 3H_2O$	$E° = 0,499 - 0,0887\ pH + 0,0148\ \log\ [S_2O^{2-}_3]$
Evolução do hidrogênio (descarga)	$2H^+ + 2e^- \leftrightarrow H_2$	$E = 0,000 - 0,0591\ pH - 0,0295\ \log\ p_{H_2}$
Evolução do hidrogênio (meios neutros / alcalinos)	$2H_2O + 2e^- \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	$E = -0,828 - 0,0591\ \log\ [OH^-] - 0,0295\ \log\ p_{H_2}$

tamento eletroquímico similar ao das frestas. Em alguns casos de corrosão atmosférica e em condições de molhamento intermitente, a corrosão em frestas poderá ocorrer não devido aos mecanismos descritos para células oclusas, mas sim, devido à retenção de eletrólito, seja por efeito de capilaridade, seja pelo acúmulo de sujeiras capazes de reter eletrólito[2].

Na corrosão em frestas, uma solução de composição química extremamente particular e corrosiva desenvolve-se dentro das aberturas estreitas, sendo muito diferente daquela do seio da solução, podendo levar ao ataque do metal nestas regiões. Geralmente, a corrosão em frestas, a qual ocorre quando o movimento do eletrólito é severamente restringido, também depende da ocorrência concomitante de um processo de redução, na maioria das vezes, a reação de redução do oxigênio, que ocorre na superfície externa do metal passivado, como os aços inoxidáveis contendo frestas.

Embora a reação de redução do oxigênio seja a reação catódica mais comum associada com a corrosão em frestas, outras reações de redução também devem ser consideradas. Entre estas reações, se destacam a reação de redução do cloro, a de redução do hidrogênio e a de redução de espécies contendo enxofre. As reações mais importantes e seus potenciais de equilíbrio são apresentados na Tabela 1 e, na Figura 1, estes dados são apresentados na forma de um diagrama potencial-pH.

Nas situações onde os materiais estão sob condições desaeradas ou na ausência de quaisquer outras espécies oxidantes capazes de sofrerem uma reação catódica, a reação de redução do íon hidrogênio é o único processo catódico possível. Se o processo de dissolução anódica está levemente polarizado, a cinética da reação de redução irá determinar a velocidade do ataque da corrosão em frestas e, portanto, o processo será catodicamente controlado. A velocidade do ataque dependerá dos seguintes fatores: temperatura, cinética do eletrodo, pH da solução, concentração do oxidante, potencial de equilíbrio do metal/meio e presença de espécies agressivas na solução.

b. ECS – eletrodo de calomelano saturado

Mecanismos de corrosão em frestas

Mecanismo de desaeração-acidificação

Um dos mecanismos de corrosão em frestas bastante citado na literatura, o mecanismo de desaeração-acidificação, tem sido largamente utilizado por Oldfield e Sutton[4], entre outros autores, nos estudos de modelamento matemático. Este mecanismo consiste de uma fase de iniciação durante a qual uma solução de composição química crítica se desenvolve dentro de uma fresta. Nesta fase, o ataque da liga é mínimo. A fase de propagação, que ocorre logo em seguida, proporciona ataque severo do metal ou liga na fresta, permanecendo a área externa à mesma, essencialmente no estado passivo.

De acordo com Oldfield e Sutton[4], a fase de iniciação do mecanismo em questão é dividida em três estágios: desaeração, hidrólise-acidificação e ativação (relacionado à formação de uma solução crítica na fresta).

O estágio inicial da corrosão em frestas ocorre quando o oxigênio consumido é reposto por difusão, fora da fresta, não ocor-

rendo o mesmo dentro desta, onde passado algum tempo, a sua concentração diminui, chegando a níveis muito baixos, podendo inclusive ser nula (na fresta ocorre desaeração). As reações catódicas de redução do oxigênio estão representadas nas seguintes equações:

$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ – em soluções ácidas (1a)

$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ – em soluções neutras ou alcalinas (1b)

Por meio da equação 1b, verifica-se que, neste estágio, o pH da solução na fresta aumenta.

Segundo Oldfield e Sutton[4], uma série de elementos importantes tem influência no avanço do estágio de desaeração na fresta, incluindo a densidade de corrente de passivação, a concentração de oxigênio e a geometria da fresta.

Uma vez ocorrida a desaeração dentro da fresta, inicia-se o segundo estágio. No caso dos aços inoxidáveis, como resultado da diminuição da concentração de oxigênio dentro das frestas, a redução do mesmo limita-se a ocorrer, em grande escala, fora das frestas. Ao mesmo tempo, dentro das frestas, ocorre a dissolução anódica dos constituintes destas ligas, segundo a equação:

$M \rightarrow M^{n+} + ne^-$ (2)

onde M = Fe, Cr, Ni, Mo. Em seguida, estes cátions sofrem hidrólise, ocorrendo a produção simultânea de íons hidrogênio (hidrônio), de acordo com a equação abaixo:

$M^{n+} + 2H_2O \rightarrow M(OH)^{(n-1)+} + H_3O^+$ (3)

Com o objetivo de manter a eletroneutralidade, é comum assumir que, neste mecanismo, os íons cloreto migram do seio da solução para dentro da fresta e, no sentido oposto, outros cátions não envolvidos nas reações de hidrólise (como, por exemplo, o Na^+) migram das frestas para o seio da solução. Considerando que, durante o estágio inicial de desaeração, ocorre um leve aumento do pH como resultado da reação catódica, a hidrólise dos cátions na equação[3] leva à total acidificação ou à diminuição do pH dentro da fresta.

Os fatores que influenciam o segundo estágio do mecanismo incluem o teor de cromo da liga, a composição do seio da solução (especialmente o pH e a concentração de cloretos) e a profundidade das frestas.

O teor de cromo exerce um papel muito importante, pois a constante de hidrólise dos íons de cromo é significamente diferente das constantes de hidrólise dos íons de ferro e de outros metais presentes na fresta, como pode ser verificado na Tabela 2. Portanto, a acidez dentro da fresta rapidamente aumenta conforme ocorre a hidrólise dos íons de cromo, de acordo com a seguinte equação:

$Cr^{3+} + 3H_2O \rightarrow Cr(OH)_3 + 3H^+$ (4)

Esta equação representa a interação de um sal de um ácido forte com uma base fraca. A precipitação e a complexação dos cátions de cromo também podem influenciar o pH.

A influência da temperatura no processo de iniciação da corrosão em frestas é complexa. O aumento da temperatura acelera a cinética das reações de dissolução e de redução, como também, eleva as velocidades dos processos de transporte de massa (como, por exemplo, pelo aumento do coeficiente de difusão). Ao mesmo tempo em que um aumento de temperatura reduz a solubilidade do oxigênio, também diminui a reação catódica externa. Na prática, geralmente dentro de um sistema fechado, como uma cavidade estreita ou uma fresta, há um aumento na velocidade da reação catódica acima de 70 °C – 80 °C. Por volta desta faixa de temperatura, entretanto, ocorre uma diminuição da solubilidade do oxigênio e a velocidade desta reação diminui. O aumento da temperatura também desloca o potencial de corrosão do sistema na direção dos potenciais mais nobres (mais positivos), podendo alterar outras características físicas da fresta.

Finalmente, a velocidade do seio da solução também pode influenciar o processo de iniciação da corrosão em frestas. Sob condições de fluxo relativamente moderado, o suprimento de oxigênio a ser reduzido aumenta, promovendo a reação catódica. Entretanto, para velocidades mais elevadas (1 $m.s^{-1}$ – 2 $m.s^{-1}$),

Tabela 2 – Constantes de hidrólise dos possíveis metais presentes nas frestas (4)

Reaçao	*Constante*
$Cr^{3+} + H_2O \leftrightarrow Cr(OH)_2^+ + H^+$	$K_1 = 1{,}58.10^{-4}$
$Cr(OH)^{2+} + H_2O \leftrightarrow Cr(OH)^{2+} + H^+$	$K_2 = 6{,}31.10^{-7}$
$Cr(OH)_{3\ (S)} \leftrightarrow Cr^{3+} + 3OH^-$	$K_3 = 4{,}0.10^{-38}$
$Fe^{2+} + H_2O \leftrightarrow Fe(OH)^+ + H^+$	$K_4 = 5{,}0.10^{-9}$
$Fe(OH)_{2\ (S)} \leftrightarrow Fe^{2+} + 2OH^-$	$K_5 = 7{,}9.10^{-16}$
$Ni^{2+} + H_2O \leftrightarrow Ni(OH)^+ + H^+$	$K_6 = 3{,}16.10^{-10}$
$Ni(OH)_{2\ (S)} \leftrightarrow Ni^{2+} + 2OH^-$	$K_7 = 1{,}35.10^{-15}$
$Mo^{3+} + 2H_2O \leftrightarrow MoO_2 + 4H^+ + e^-$	$E° = +311\ mV_{EH}$[c]

c. EH – eletrodo de hidrogênio

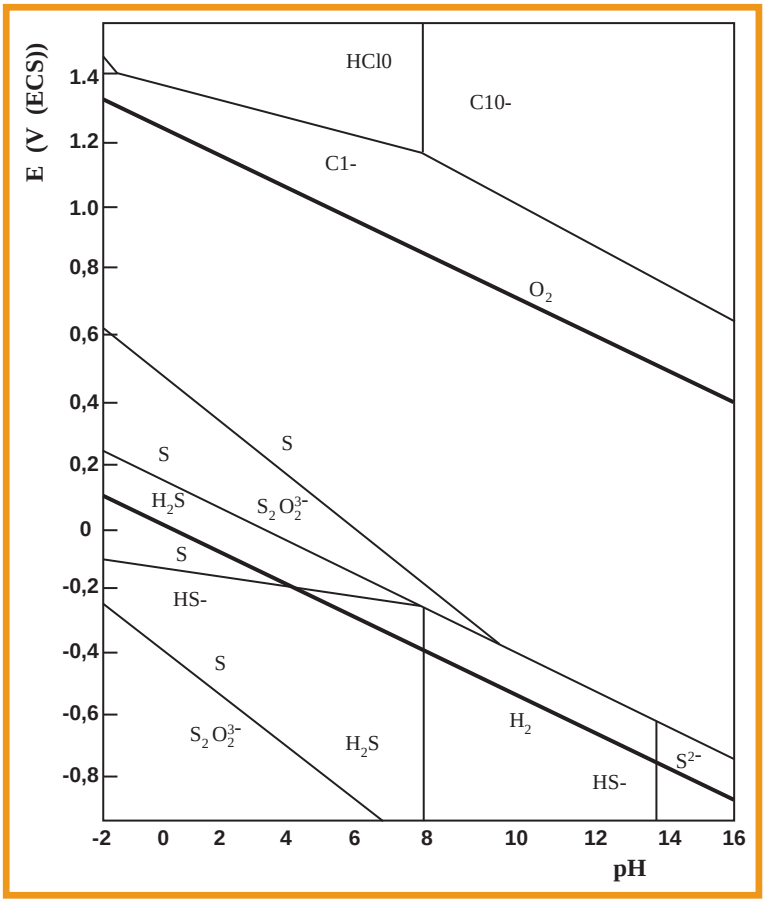


Figura 1 – Diagrama de Pourbaix ilustrando as reações catódicas que implicam a corrosão em frestas a 1 atm (101 kPa) a 25 °C[5]

a corrente limite da reação de redução do oxigênio excede a corrente crítica de passivação, reduzindo a velocidade da reação.

O terceiro estágio do mecanismo de desaeração-acidificação refere-se a um meio altamente agressivo no qual se encontra a fresta (baixo pH e elevada concentração de íons cloreto), acarretando na quebra da camada passiva protetora. A formação de tal solução crítica na fresta leva à ideia da existência de um período de iniciação ou incubação, uma das principais consequências deste mecanismo. Portanto, a quebra da camada passiva de aços inoxidáveis contendo teores relativamente altos de níquel e cromo requer valores de pH extremamente baixos e elevada concentração de cloretos. Este estágio define o término da fase de iniciação da corrosão em frestas.

A próxima fase, chamada de fase de propagação, tem início logo após as reações dos estágios anteriores. Geralmente, acredita-se que, a fase de iniciação da corrosão em frestas (marcada pelo estabelecimento de um estado estacionário) ocorre muito mais rapidamente do que a fase de propagação. Oldfield e Sutton[4] descrevem esta fase de propagação por meio de nova sequência de estágios, resumida na Figura 3:

i. queda ôhmica (queda IR): imediatamente após a formação da solução crítica de fresta, a corrente de corrosão aumenta rapidamente, ficando limitada eventualmente pela queda ôhmica ao longo da fresta;
ii. crescimento da área corroída: a área corroída cresce em direção à abertura da fresta sob o controle da queda ôhmica e a corrente aumenta gradualmente conforme a resistência na região da abertura diminui;
iii. início da corrosão rápida: uma vez atingida a abertura da fresta, a corrosão avança, já que a mesma passa a ser controlada somente pela reação de dissolução anódica ou pela reação catódica correspondente;
iv. restrição da reação: finalmente, a velocidade da corrosão diminui à medida que os produtos de corrosão (como, por exemplo, filmes salinos) se acumulam na abertura da fresta. Tal fato tem como consequência um aumento efetivo da resistência entre as reações interna (dissolução anódica) e externa (redução de oxigênio). Se a reação de redução do íon hidrogênio, que leva à evolução de gás hidrogênio, ocorrer no interior da fresta, ela também pode restringir o estágio de propagação da corrosão em frestas, pois tal fenômeno tende a aumentar o pH dentro da fresta.

Os mesmos autores[4] citam que, após o estágio de propagação, dois tipos de morfologia foram observados para dois tipos diferentes de aços inoxidáveis. A liga austenítica AISI 316 apresentou uma superfície lisa, com máxima profundidade de ataque nas vizinhanças da abertura da fresta. Já a liga ferrítica 21Cr-3Mo apresentou pites, com profundidade máxima de ataque bem distante da abertura da fresta. Com base na análise das curvas de polarização anódicas e catódicas obtidas para estas ligas a baixos valores de pH, os autores concluíram que ocorreram duas reações diferentes de redução. Enquanto na liga austenítica prevaleceu a reação de redução do oxigênio fora da fresta, na liga ferrítica prevaleceu a reação de redução do hidrogênio dentro da fresta. Com isto, para Oldfield e Sutton[4] acreditam que aços ino-

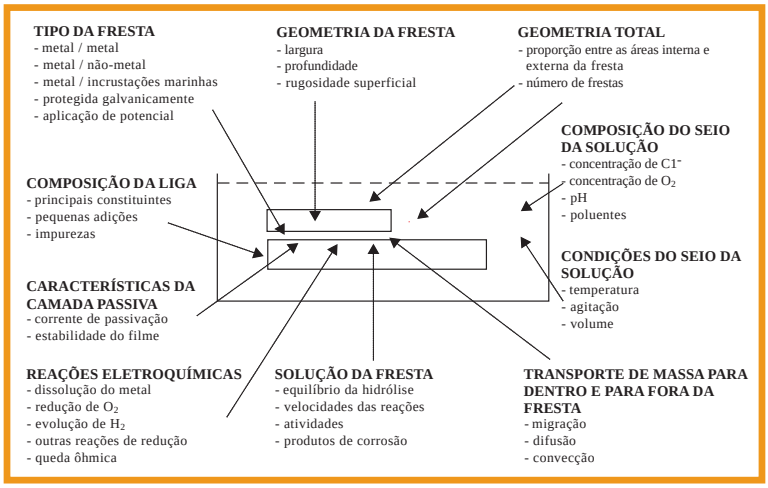


Figura 2 – Fatores importantes a serem considerados na corrosão em frestas segundo Betts e Boulton[1] e Oldfield e Sutton[4]

xidáveis contendo pouco ou nenhum níquel favorecem a reação de redução do íon hidrogênio, enquanto outras ligas, como, por exemplo, os aços inoxidáveis austeníticos, favorecem a reação de redução do oxigênio na superfície externa da fresta durante a fase de propagação.

Finalmente, ressalta-se que existem muitas similaridades entre o estágio de propagação da corrosão em frestas e da corrosão por pites. Medidas de pH e das concentrações de outras espécies dentro de pites ativos e de frestas parecem confirmar esta teoria.

Mecanismo de despassivação por queda ôhmica (queda IR)

O controle do início do processo de corrosão em frestas pela queda ôhmica ou queda IR é discutido por meio de um mecanismo proposto por Pickering[6]. O mecanismo de despassivação induzido pela queda IR foi originalmente divulgado como um mecanismo de propagação de pites e/ou frestas por Pickering e Frankenthal[7] para ferro e aços inoxidáveis. Os autores relataram a existência de grandes quedas ôhmicas dentro das cavidades e observaram a presença de bolhas de gás hidrogênio no fundo destas cavidades. Em alguns metais, a queda IR dentro das frestas torna-se suficientemente elevada a ponto de determinar a diminuição do potencial de corrosão para a região ativa da curva de polarização o que destrói a camada de passivação (Figura 4). Os fatores geométricos (como a altura e a profundidade das frestas) e a ocorrência de densidades de corrente de passivação relativamente altas dentro das frestas (provavelmente resultante de concentrações significativas de cloretos no eletrólito) exercem grande influência no mecanismo em questão. A formação de bolhas de gás também pode aumentar dramaticamente a resistência da solução.

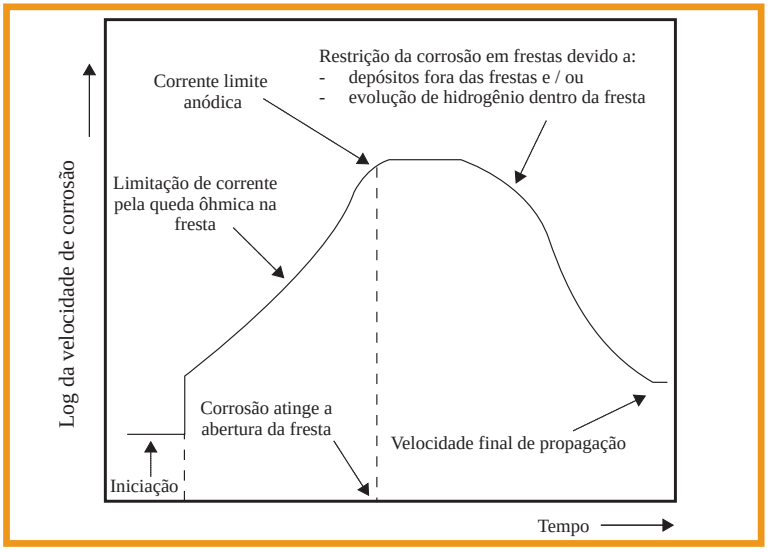


Figura 3 – Diagrama esquemático da velocidade de corrosão em função do tempo segundo Betts e Boulton[1]

Turnbull[8], em sua revisão, compilou um grande número de trabalhos nos quais foram feitas medidas de potencial dentro de pites, frestas e fissuras numa variedade de ligas. O autor observou que foram obtidos, para aços inoxidáveis, potenciais na faixa de –150 mV (ECS) a –400 mV (ECS), sendo a magnitude da queda ôhmica dependente do valor do potencial externo aplicado. Para potenciais externos na faixa de 0 mV (ECS) a –400 mV (ECS), o valor da queda ôhmica foi menor do que 150 mV (ECS).

Entretanto, para potenciais aplicados muito positivos (da ordem de 800 mV (ECS) a 1000 mV (ECS), o valor da queda ôhmica foi extremamente elevado, em alguns casos excedendo 1000 mV (ECS)).

A ocorrência de queda ôhmica nas frestas de superfícies metálicas anodicamente polarizadas já é conhecida. Quando esta situação leva à corrosão do metal na fresta, a literatura denomina-a de "corrosão em fresta eletrolítica". Um exemplo de situações deste tipo é a corrosão observada sob anéis de vedação de corpos de prova submetidos à polarização

anódica. Segundo Shaw, Moran e Gartland[9], a queda IR desloca o potencial da superfície metálica na fresta na direção da região ativa da curva de polarização. Entretanto, uma queda IR também pode alterar a composição do eletrólito na fresta devido ao transporte de íons agressivos (íons hidrogênio e íons cloreto), para dentro da fresta, o que pode causar a despassivação localizada, provocando a corrosão.

Valdes e Pickering[10] estudaram a corrosão em frestas do ferro em várias soluções tampão, aplicando potenciais relativamente elevados (como, por exemplo, 600 mV (ECS)), na ausência de íons cloreto e observaram a ocorrência de corrosão na fresta. Para estes autores, a única explicação para este fato é a ocorrência de uma queda ôhmica, que levou o metal dentro da fresta para a região ativa da curva de polarização. O mesmo tipo de comportamento foi observado por Cho e Pickering[11] com corpos de prova de ferro puro com frestas, imersos numa solução contendo 1 mol.L^{-1} de NH_4OH + 1 mol.L^{-1} de NH_4NO_3 a pH 9,7. Estes autores polarizaram o referido sistema a 200 mV (ECS) e verificaram uma queda ôhmica de quase 600 mV (ECS), o que determinou a corrosão do metal nas frestas. Numa outra bateria de ensaios similares, também com eletrodos de ferro puro com frestas, os autores usaram uma solução tampão de acetato, com a adição de íons cloreto, e aplicaram um potencial de 600 mV (ECS)[12]. Neste estudo, foram identificadas três regiões distintas dentro da fresta: uma região atacada no interior da fresta, seguida de uma região passiva e, finalmente, uma região com pites junto à abertura da fresta. Os autores correlacionaram estas regiões com o comportamento eletroquímico, a saber (ver Figura 4):

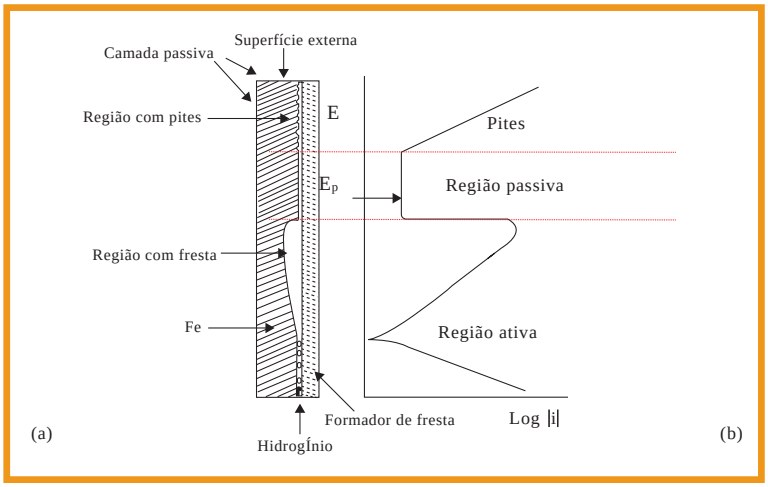


Figura 4 – Diagrama esquemático da corrosão em frestas de um corpo de prova de ferro em solução tampão de cloreto segundo Pickering e Frankenthal[7]. (a) aparência do corpo de prova com fresta polarizado anodicamente; (b) curva de polarização correspondente

- a região atacada dentro da fresta corresponde à região ativa da curva de polarização;
- a região passivada corresponde ao trecho passivo da curva de polarização;
- a região com pite corresponde ao trecho acima do potencial de pite da curva de polarização.

Com isto, os autores mostraram que, quanto mais distante da abertura da fresta, menores são os valores do potencial, sendo isto decorrente da queda ôhmica.

A importância de uma queda ôhmica no processo de iniciação da corrosão em frestas foi destacada no trabalho de Shaw, Moran e Gartland[9], no qual é descrita a corrosão em frestas da liga de níquel Inconel 625, normalmente muito resistente à corrosão em água do mar a temperatura ambiente; neste material, a corrosão teve início entre 18 e 20 dias de imersão. Os autores justificaram o comportamento da liga em termos da formação de um biofilme, o qual desloca gradualmente com o tempo, o potencial da liga para potenciais mais nobres. Entretanto, a análise dos autores ainda se baseia no fato de que, antes do processo de iniciação da corrosão em frestas, ocorre o aumento da concentração de cloretos e a diminuição do pH dentro da fresta. Estas mudanças na composição da solução dentro da

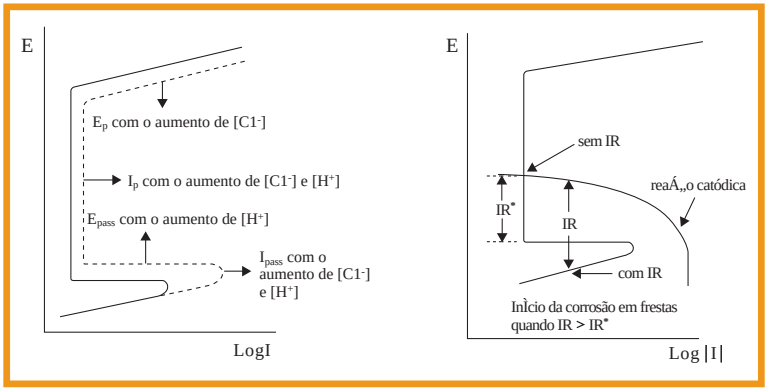


Figura 5 – Representação esquemática do mecanismo de corrosão em frestas por queda ôhmica da 'resistência à corrosão' de um metal passivado em meio próximo ao neutro, como a água do mar natural[1, 9]

fresta foram consideradas responsáveis pelo aumento da densidade de corrente de passivação, pela diminuição do potencial de quebra da camada passiva da liga e pelo deslocamento do potencial de passivação na direção dos potenciais mais positivos (nobres). De acordo com o ponto de vista dos mesmos, a corrosão em frestas somente poderá ocorrer se o valor da queda ôhmica exceder certo nível, como ilustrado na Figura 5, movendo o potencial dentro da fresta para a região ativa da curva de polarização anódica, que foi determinada experimentalmente numa solução de baixo pH, que procurou simular a solução encontrada dentro da fresta.

O processo de início da corrosão em frestas, sem a ocorrência de uma acidificação significativa da solução dentro das frestas, presentes num corpo de prova do aço inoxidável AISI 304, foi discutido por Wang e Bradford[13]. Em seu trabalho, foram utilizadas soluções cloretadas aeradas e neutras e, para monitorar a distribuição de potencial e o pH durante o levantamento de curvas de polarização cíclicas (a uma velocidade de varredura de 0,5 $mV.s^{-1}$), foram empregados, respectivamente, um capilar de Luggin e um pHmetro. Com isto, foram observadas alterações significativas de potencial em diferentes locais, tanto dentro como fora das frestas, porém não foi constatada uma acidificação significativa durante a fase de iniciação da corrosão nas frestas, isto é, até atingir a densidade de corrente crítica de 0,5 $A.m^{-2}$. Acima deste valor de densidade, o pH diminuiu rapidamente.

Mecanismo de dissolução de inclusões

Frequentemente, nos estágios iniciais da corrosão em frestas, o ataque acontece na forma de pites isolados dentro das frestas os quais podem coalescer, resultando num ataque mais generalizado da superfície. Eklund[14] e Oldfield e Sutton[15] relataram pites em torno de inclusões durante os estágios iniciais da corrosão em frestas. Como a associação entre pites e inclusões já é bem conhecida, há uma série de evidências de que algumas inclusões podem formar 'microfrestas' que podem servir como locais para o início de pites[16].

Lott e Alkire[17] estudaram a dissolução eletroquímica de inclusões de sulfeto de manganês no aço inoxidável AISI 304 imerso numa solução neutra e desaerada de 0,1 $mol.L^{-1}$ de NaCl. Utilizando um disco de vidro opticamente plano para formar uma fresta bem estreita sobre a superfície do aço inoxidável, os autores não observaram nem uma acidificação significante nem um aumento no teor de cromo durante a iniciação da corrosão em frestas. Para frestas com aberturas grandes (> 7,5 m), baixa densidade de inclusões de sulfeto de manganês (0,001 % S) e aplicação de potenciais < 75 mV (ECS), a corrosão em frestas não foi observada em 40 horas de ensaio. Contudo, para frestas com aberturas mais estreitas, elevado nível de inclusões na microestrutura e a aplicação de potenciais acima de 75 mV (ECS), foi observada a corrosão em frestas devido à formação de pites por meio da dissolução das inclusões de sulfeto de manganês. Como as inclusões foram dissolvidas, Lott e Alkire deduziram que os íons tiossulfato ($S_2O^{2-}_3$) e o enxofre (S) foram produzidos segundo as seguintes reações:

$$2MnS + 3H_2O \rightarrow S_2O^{2-}_3 + 2Mn^{2+} + 6H^+ + 8e^- \quad (5)$$

$$2H^+ + MnS \rightarrow Mn^{2+} + S + H_2 \quad (6)$$

Os autores também concluíram que, quando as concentrações dos íons tiossulfato e dos íons cloreto na solução dentro da fresta excede certas concentrações críticas, ocorre a quebra da passividade na interface entre a inclusão e a matriz do aço inoxidável, seguida da eletromigração localizada dos íons cloreto, com a produção eletroquímica de mais íons tiossulfato. A quebra da camada passiva, por sua vez, causa a ativação localizada dentro da fresta, acarretando na dissolução do metal, com a velocidade de dissolução do cromo inicialmente lenta, inferior à produção anódica de íons de ferro e níquel. Eventualmente, a velocidade de dissolução do cromo torna-se comparável com a de outros metais e a hidrólise subsequente destes íons causa a diminuição localizada do pH da solução da fresta. Portanto, neste mecanismo, pode-se afirmar que a acidificação e a hidrólise dos íons de cromo ocorrem somente após a formação de pites exatamente nos locais onde as inclusões de sulfeto de manganês se encontram, resultando na fase de iniciação do processo de corrosão em frestas. Este mecanismo, intitulado de "aprisionamento de tiossulfato" por Lott e Alkire[17] pode ser o responsável pelas frestas envolvendo espécies químicas/eletroquímicas de enxofre formadas ao redor das inclusões de sulfeto de manganês.

Mulford e Tromans[18] estudaram o papel do tiossulfato na corrosão em frestas de ligas com alto teor de níquel (Inconel 600 e Inconel 625). O Inconel 600, que não contém molibdênio em sua composição química, apresentou menor resistência à corrosão em frestas em comparação ao Inconel 625, que contém 9 % deste elemento, que é conhecido por aumentar a resistência das ligas à despassivação.

Ensaios conduzidos, empregando soluções com 0,1 $mol.L^{-1}$

e 0,01 mol.L^{-1} de $Na_2S_2O_3$, indicaram que o ânion $S_2O^{2-}_3$ tem um efeito marcante sobre a quebra da passividade na presença de íons cloreto. A sequência de reações proposta pelos autores envolve a formação de espécies reduzidas de enxofre, que podem ser adsorvidas sobre a superfície da liga de níquel, promovendo a quebra da camada passiva:

$$S_2O^{2-}_3 + 6H^+ + 4e^- \rightarrow 2S + 3H_2O \quad (7)$$

$$S + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2S(aq) \quad (8)$$

Alternativamente, reações desproporcionais podem produzir produtos similares representados pelas equações:

$$S_2O^{2-}_3 + H^+ \rightarrow S + HSO^-_3 \quad (9)$$

$$S_2O^{2-}_3 + H_2O \rightarrow H_2S + SO^{2-}_4 \quad (10)$$

É importante destacar que a liga Inconel 625 não sofreu corrosão em frestas nestes meios contendo íons cloreto e íons tiossulfato para temperaturas até 80 °C.

De acordo com Tromans e Frederick[19], que usaram em seu trabalho corpos de prova de aços inoxidáveis com frestas (obtidas por meio de dispositivos formadores de frestas), para o mesmo meio de ensaio (íons cloreto mais íons tiossulfato), as espécies S e H_2S(aq) também mostraram sua influência, já que segundo os autores, as mesmas catalisaram a dissolução anódica do níquel e do ferro. Deste modo, em geral, as seguintes reações podem ocorrer, vide equações abaixo:

$$M + H_2S(aq) \rightarrow MHS^-(ads) + H^+ \quad (11)$$

$$MHS^-(ads) \rightarrow MHS^+ + 2e^- \quad (12)$$

onde M = Fe e Ni. Tais reações podem levar à formação de um produto de corrosão metálico (sulfetos), como, por exemplo:

$$NiHS^+ \rightarrow NiS + H^+ \quad (13)$$

Obviamente, a complexa química das espécies sulfurosas, especialmente em pH próximo de neutro ou em baixos valores de pH, presentes nas frestas em diversas situações, pode funcionar como um fator importante na catálise tanto das reações da corrosão por pite como nas reações da corrosão em frestas[20, 21].

Entretanto, enquanto a liga Inconel 625 em água do mar sofre corrosão em frestas por meio do mecanismo de despassivação por queda ôhmica[9], em meios contendo íons cloreto e íons tiossulfato, a liga apresentou elevada resistência à corrosão em frestas.

Referências Bibliográficas

1 BETTS, A. J.; BOULTON, L. H. *Crevice corrosion: review of mechanisms, modelling and mitigation. British Corrosion Journal*, v. 28, n. 4, p. 279-295, 1993.

2 PANOSSIAN, Z. Corrosão e proteção contra corrosão em equipamentos e estruturas metálicas. 1. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1993. 2 v. v.1, cap. 6. 280 p.

3 SHREIR, L. L. Corrosion. 2. ed. London: *Newnes-Butterworths, 1977. 2 v. v 1: metallenvironment reactions*. p. 1:143-1:148.

4 OLDFIELD, J. W.; SUTTON, W. H. *Crevice corrosion of stainless steels: I. A Mathematical Model. British Corrosion Journal*, v. 13, n. 1, p. 13-22, 1978a.

5 POURBAIX, M. *Atlas of electrochemical equilibria in aqueous solutions. Houston: National Association of Corrosion Engineers*, 1974.

6 PICKERING, H. W. *The significance of the local electrode potential within pits, crevices and cracks. Corrosion Science*, v. 29, n. 2-3, p. 325-341, 1989.

7 PICKERING, H. W.; FRANKENTHAL, R. P. *On the mechanism of localized corrosion of iron and stainless steel: I. Electrochemical studies. Journal of Electrochemical Society*, v. 119, n. 10, p. 1297-1304, Oct. 1972.

8 TURNBULL, A. *The solution composition and electrode potential in pits, crevices and cracks. Corrosion Science*, v. 23, n. 8, p. 833-870, 1983.

9 SHAW, B. A.; MORAN, P. J.; GARTLAND, P. O. *The role of ohmic potential drop in the initiation of crevice corrosion on alloy 625 in seawater. Corrosion Science*, v. 32, n. 7, p. 707-719, 1991.

10 VALDES, A.; PICKERING, H. W. *IR drops in the absence of gas constrictions during crevicing of iron. In: Second International Conference on Localized Corrosion, 1990, Orlando. Proceedings Orlando*: NACE, 1990. p. 393-401.

11 CHO, K.; PICKERING, H. W. *Demonstration of crevice corrosion in alkaline solution without acidification. Journal of Electrochemical Society*, v. 137, n. 10, p. 3313-3314, Oct. 1990.

12 CHO, K.; PICKERING, H. W. *The role of chloride ions in the IR > IR* criterion for crevice corrosion in iron. Journal of Electrochemical Society*, v. 138, n. 10, p. L56-L58, Oct. 1991.

13 WANG, S.; BRADFORD, S. A. *Potentiodynamic polarization measurement by controlling potential inside a crevice. In: NACE Corrosion/92, 1992, Nashville. Proceeding Nashville: NACE International*, 1992. p. 211/1-211/7.

14 EKLUND, G. S. *On the initiation of crevice corrosion on stainless steel. Journal of Electrochemical Society*, v. 123, n. 2, p. 170-173, Feb. 1976.

15 OLDFIELD, J. W.; SUTTON, W. H. *Crevice corrosion of stainless*

steels: II. Experimental studies. British Corrosion Journal, v. 13, n. 3, p. 104-111, 1978b.

16 IVES, M. B. *Metallography of pitting corrosion. Materials Characterization*, v. 28, p. 257-270, 1992.

17 LOTT, S. E.; ALKIRE, R. C. *The role of inclusions on initiation of crevice corrosion of stainless steel: I. Experimental studies. Journal of Electrochemical Society*, v. 136, n. 4, p. 973-979, Apr. 1989.

18 MULFORD, S. J.; TROMANS, D. *Crevice corrosion of nickel-based alloys in neutral chloride and thiosulfate solutions. Corrosion, Houston*, v. 44, n. 12, p. 891-900, Dec. 1988.

19 TROMANS, D; FREDERICK, L. *Effect of Thiosulfate on Crevice Corrosion of Stainless Steels. Corrosion, Houston*, v. 40, n. 12, p. 633-639, Dec. 1984.

20 LOTT, S. E.; ALKIRE, R. C. *The variation of solution composition during the initiation of crevice corrosion on stainless steel. Corrosion Science*, v. 28, n. 5, p. 479-484, 1988.

21 MOLLICA, A.; TREVIS, A.; TRAVERSO, E.; VENTURA, G.; DE CAROLIS, G.; DELLEPIANE, R. *Crevice corrosion resistance of stainless steel in natural seawater in the temperature range of 25 to 40 C. Corrosion, Houston*, v. 44, n. 4, p. 194-198, Apr. 1988.

Cristiane Vargas Pecequilo
Mestre em Engenharia Metalúrgica pela Escola Politécnica da USP (2008). Pesquisadora assistente do IPT.

Zehbour Panossian
Doutora em Ciências, Diretora de Inovação do IPT.

Contato com a autora: vargas@ipt.br

Coteq

18 a 21 de junho de 2013

Enotel Resort & SPA | Porto de Galinhas (PE)

Secretaria Abendi
+55 (11) 5586-3161
coteq@abendi.org.br | www.abendi.org.br/coteq

Realização
abendi
ABRACO Associação Brasileira de Corrosão
ibp Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Promoção
ABCM
PROMAI Programa Multinacional de Avaliação de Integridade e Extensão de Vida de Equipamentos Industriais
PUC Rio
Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocínio Diamante
Diamond Sponsor
SUAPE

Patrocínio Prata
Silver Sponsor
CTS Centro de Tecnologia SENAI Soldagem
International
Sherwin Williams Sumare

Patrocínio Bronze
Bronze Sponsor
MAGNAFLUX
METAL-CHEK
SENAI
SMARTCOAT
TINTAS WEG

W&S Saura

A W&S Saura Ltda., sediada em Americana, SP, é uma distribuidora de equipamentos para a área de pintura. Entre eles, destaque para a pistola portátil de pulverização *XForce HD*, da Graco Inc., produto de alto desempenho, com rendimento de até 2,5 litros por minuto, ideal para aplicação de tintas de altos sólido. O *XForce* acompanha bateria de longa duração, muito eficiente para trabalhos rápidos, capaz de aplicar um galão de tinta. Além disso, é um equipamento de fácil limpeza e tem uso reduzido de solvente. Equipamento indicado para reparos em locais onde o acesso de uma máquina convencional se torna árduo.

Mais informações: www.wsequipamentos.com.br

SCP – Serviços e Comércio Ambiental

O escopo principal da empresa é a oferta de soluções, tecnologia e serviços para tratamento e reuso de água, tratamento de efluentes e recuperação de metais, principalmente o cromo. Para tanto, a SCP, sediada em Guarulhos (SP), aplica tecnologias sustentáveis inovadoras e presta serviços em todas as etapas do processo, do diagnóstico/estudos de viabilidade até a terceirização do manejo de Estação de Tratamento de Efluentes – ETE.

O reuso de água e a gestão dos efluentes (coleta, tratamento e destinação segura dos resíduos) são ações que atendem as premissas de conscientização ambiental, pois reduz o consumo de recursos naturais e o impacto das ações da empresa no meio ambiente, e geram também ganhos econômicos. A SCP tem expertise em todas as etapas dos processo, o que resulta em ganhos técnicos, econômicos e ambientais.

A empresa tem experiência nos seguintes processos eletroquímico e convencional de tratamento de efluentes, processo de extração por solvente para SCP e tecnologias de polimentos. A lista de serviços inclui, entre outros, estudos em unidades piloto de tratabilidade, terceirização operacional de ETE-ETA e sistemas de polimentos, tratamento em unidades industriais e recuperação de cromo de resíduos sólidos e líquidos.

Mais informações: zuleta.scp@gmail.com

8º Congresso Mundial do Alumínio abre suas portas

Além da capital mundial da moda e do design, Milão (Itália) se tornará, entre 14 e 18 de maio, no centro internacional do mercado do alumínio, ao congregar os mais renomados profissionais do setor.

O 8º Congresso Mundial do Alumínio contará com a participação das mais importantes empresas dessa indústria que abrirão suas fábricas para visitação durante o evento. Essas visitas técnicas são organizadas para mostrar as tecnologias que envolvem os vários campos de aplicação do alumínio (extrusão, acabamento com anodização e revestimento e equipamentos para o processamento do alumínio).

Paralelamente, durante os três dias do congresso, 120 trabalhos técnicos serão apresentados por experts provindos de 33 países.

Entre os inúmeros atrativos de um evento dessa envergadura, destaca-se a oportunidade única de encontrar e interagir com centenas de profissionais altamente qualificados da indústria do alumínio entre empresários, engenheiros e cientistas a fim de construir uma rede excepcional de relacionamento.

Mais informações: www.aluminium2000.com

Identificação de *sensitização* nos ensaios EPR-DL de campo por meio de redes neurais

Identification of sensitization in the DL-EPR field tests by neural network

Por Abraão D. G. Barreto

Hélio Cordeiro de Miranda

Tathiane C. Andrade

Resumo

Esse trabalho consiste no desenvolvimento de um *software* cujo principal objetivo é identificar o grau de precipitação de carbonetos de cromo buscando qualificar como *Step*, *Dual* e *Ditch* o nível de sensitização. O ensaio EPR-DL resulta em grandes variações nos gráficos em relação a ensaios com diferentes aços inoxidáveis como avaliado no presente trabalho. Através de redes neurais foram feitas a classificação do padrão de sensitização dos ensaios. Concluiu-se que a técnica de redes neurais pode ser eficaz no reconhecimento dos padrões dos gráficos do ensaio EPR-DL.

Abstract

This paper is a development of the software which aim is to identify the degree of precipitation of chromium carbides, seeking to qualify as Step, Dual and Ditch the level of sensitization. The DL-EPR test results many variations in graphics compared to tests in different steels which shows this paper. Network training was made for each type of steel and verification of the same percentage of correct answers. It follows that the neural network can be effective in the recognition of the patterns of test charts DL-EPR.

Introdução

Os aços inoxidáveis austeníticos estão sujeitos ao fenômeno de sensitização, que consiste na precipitação dos carbonetos de cromo nos contornos de grão e no empobrecimento em cromo das regiões vizinhas, capaz de diminuir sua resistência à corrosão, por exemplo, tornando-os suceptíveis à corrosão intergranular. Processos ou etapas de fabricação como soldagem, tratamentos térmicos ou trabalho a quente induzem a esse fenômeno por experimentarem faixas de temperatura entre 400 °C e 850 °C. Foi empregada, neste trabalho, a técnica de reativação potenciocinética (EPR – *eletrochemical potentiokinetic reactivation*) que se baseia em se diminuir o potencial aplicado ao material, a partir de uma condição onde este se apresenta completamente passivado, haverá, então, a quebra da película passiva preferencialmente nas zonas empobrecidas em cromo. Para se avaliar o grau de sensitização, utiliza-se a razão entre os dois máximos de corrente, I_r e I_a. Contudo, devido às variações de tamanho de grão, diferença de composição química, e fatores operacionais relacionados ao ensaio, o emprego apenas da razão I_r sobre I_a pode gerar erros.

Este trabalho objetiva a utilização de uma metodologia baseada em redes neurais para a classificação do nível de sensitização, que não apenas leva em consideração a razão I_r sobre I_a como também as médias e inclinações da curva de reativação e a motivação para a utilização de redes neurais na classificação dos percentuais deu-se por serem modelos computacionais relativamente simples baseados na estrutura neural do cérebro humano, que por sua vez aprende por experiência. Este arranjo neural possibilita soluções para problemas complexos sem utilizar necessariamente modelamentos físicos, no caso desse trabalho, modelamento do fenômeno eletroquímico do ensaio[1].

As classificações da norma ASTM 262[2] são entre: *step*, degraus entre grãos, não há sensitização; *dual*, *ditches* nos contornos, não circundando completamente o grão, não há sensitização; *ditch*, um ou mais grãos circundados completamente por *ditches*, há sensitização (Figura 4).

Utilizou-se uma rede PNN (*Probabilistic Neural Network*) que efetua uma série de cálculos matriciais entre o gráfico testado e o banco de dados. As seguintes etapas de cálculo são executadas: distância, produtório, radbação, índice e competição.

Tabela 1 – Número de gráficos testados versus erros de classificação da rede

Classe	*Nº de arquivos testados*	*Nº de erros da classificação*	*Percentual (%) de acerto*
304	91	7	92,3
317	62	1	98,4
317L	167	6	96,4
316	174	9	94,8

Tabela 2 – Exemplo de valores dos dados do treinamento da rede

Dados do treinamento da rede	*Padrão de sensitização*		
	step	*dual*	*ditch*
Média (Secção 1)	0,0105655808	0,0778603395	0,0969078614
Inclinação (Secção 1)	0,0004487500	0,0071850100	0,0174000000
Média (Secção 2)	0,0144715256	0,0855302856	0,1541913509
Inclinação (Secção 2)	0,0005000000	0,0011150000	0,0198960000
Média (Secção 3)	0,0185044918	0,0355121941	0,1893409253
Inclinação (Secção 3)	0,0005162600	-0,0072712600	0,0122083333
Média (Secção 4)	0,0232599015	0,0315740380	0,0530069306
Inclinação (Secção 4)	0,0006087400	-0,0005725000	-0,0710283500
Média (Secção 5)	0,0297145535	0,0352886307	0,0209164488
Inclinação (Secção 5)	0,0008262600	0,0005400000	-0,0167187500
Ir/Ia	0,0066817102	0,0265355313	0,1870212054

Metodologia

Nos ensaios EPRs foi utilizado equipamento de ensaio EPR de campo desenvolvido pelo ENGESOLDA (Laboratório de Engenharia de Soldagem – UFC) em parceria com a Petrobrás (Figura 1), para cada amostra foi realizado três ensaios em diferentes localizações.

Para a identificação dos padrões de sensitização é necessário um tratamento matemático que obtenha valores representativos do gráfico, a análise se baseia em identificar o início e fim da curva com base na variação da inclinação da curva de reativação (Figura 2).

Após a identificação de início e fim é encontrado o maior valor do intervalo em relação ao eixo das ordenadas. Em seguida, é divido em três partes iguais o gráfico no início da curva até o valor máximo do intervalo. Ocorre uma divisão em duas partes a partir do valor máximo do intervalo até o fim da curva (Figura 3). Em seguida, são extraídos valores de média e inclinação de cada segmento, bem como, a razão I_r sobre I_a relativo para a realização das etapas de treinamento. Para cada tipo de aço, foram feitas a rede neural com cinco arquivos de cada nível de sensitização validadas através de caracterização microestrutural.

Para a obtenção dos gráficos a partir do emprego do eletrodo de referência tipo Ag/AgCl e contra-eletrodo de platina com uma velocidade de varredura de 3 mV/s. A solução de trabalho utilizada é a solução padrão indicada na literatura: 0,5 mol/L H_2SO_4 + 0,01 mol/L KSCN. Mas, para o 317 L, foi utilizada uma solução alternativa: 2 mol/L H_2SO_4 + 0,01 mol/L KSCN + 0,5 mol/L NaCl. Aumentou-se a concentração de ácido sulfúrico e adicionou-se cloreto de sódio pela necessidade de se aumentar o poder de ataque da solução, já que o aço 317L é mais resistente ao ataque químico por ácidos.

Figura 1 – Comparação entre a célula de ensaio de campo (esquerda) e a célula de ensaio convencional

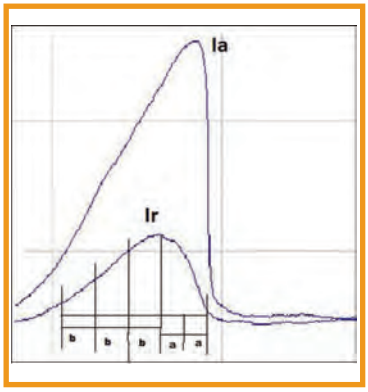


Figura 3 – Esquema da divisão dos gráficos

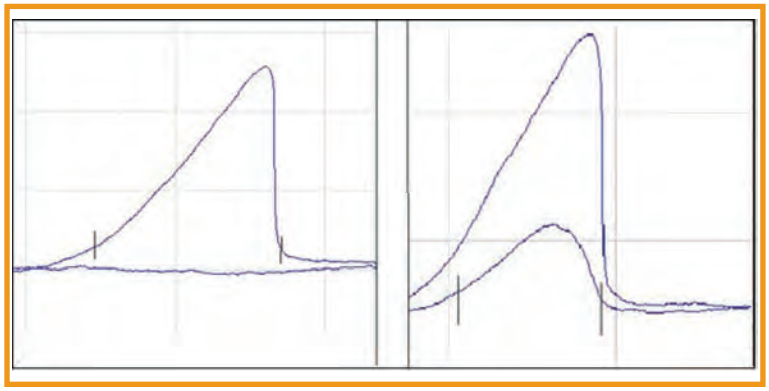


Figura 2 – Esquema da divisão dos padrões

Resultados e discussão

A Figura 6 mostra um exemplo dos resultados da fase de va-

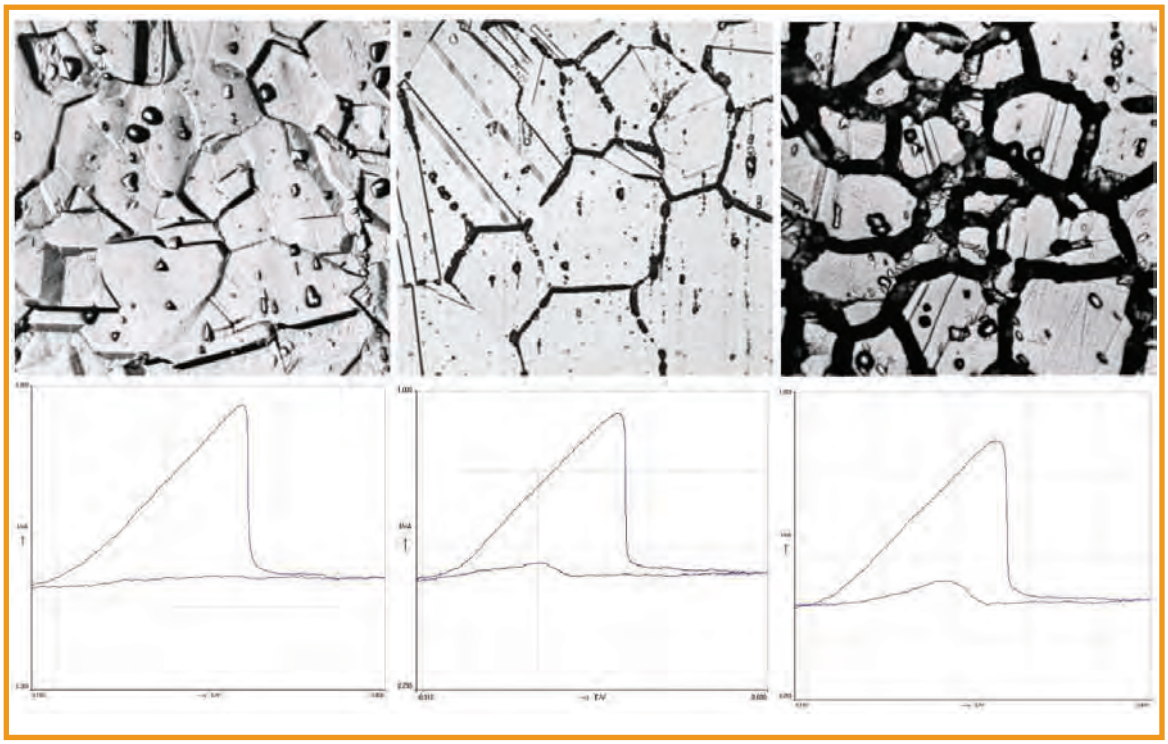


Figura 4 – Estrutura step, dual e ditch associados aos ensaios EPRs, respectivamente (ASTM, 1994)

lidação com ensaios metalográficos que se relacionam com os gráficos do ensaio EPR. Não houve a formação do pico de reativação.

A Figura 7 mostra um exemplo da relação entre a micrografia e o ensaio EPR de uma amostra com padrão de sensitização *dual*. Essa amostra foi submetida a um tratamento térmico de 200 h na temperatura de 600 °C. Percebe-se que houve a formação do pico de reativação e para o exemplo da Figura 8, houve a formação do pico de reativação de forma mais intensa.

A Tabela 1 mostra a quantidade de arquivos utilizados para cada tipo de aço, bem como a quantidade de erros de classificação da rede para cada aço.

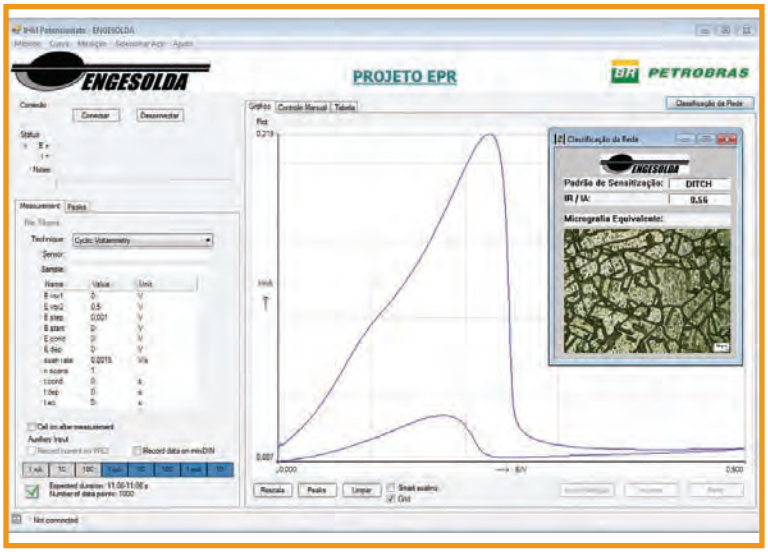


Figura 5 – Programa de controle do potenciostato e classificação por meio de redes neurais

Os erros da classificação da rede estão relacionados com a diferença entre os resultados da classificação pelos ensaios metalográficos referente ao padrão *dual* e a classificação da rede referente ao padrão *ditch* e vice-versa. Com isso os erros não são tão relevantes, visto que, apenas a condição *step* confirma a ausência de precipitação de carbonetos de cromo. Na Tabela 2, são apresentados os valores dos dados de treinamento da rede.

Conclusões

Os percentuais de acerto da classificação do nível de sensitização para um lote de 494 arquivos EPRs foi de 95 %. Conclui-se que a técnica de redes neurais foi eficaz no reconhecimento dos padrões dos gráficos do ensaio EPR-DL. A análise dos ensaios do aço inoxidável AISI 304 através da rede apresentou o maior percentual de acertos.

Referências bibliográficas

1. MIRANDA, H. C. *Reconhecimento e*

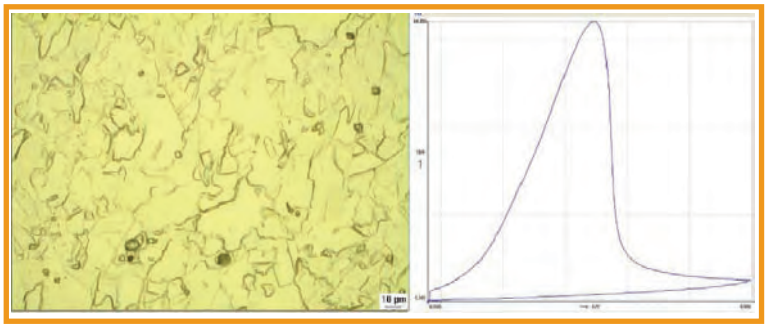


Figura 6 – Relação entre a micrografia e o ensaio EPR para o padrão Step

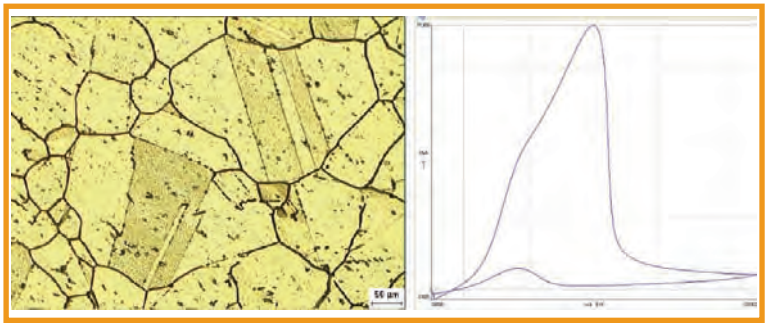


Figura 7 – Relação entre a micrografia e o ensaio EPR para o padrão Dual

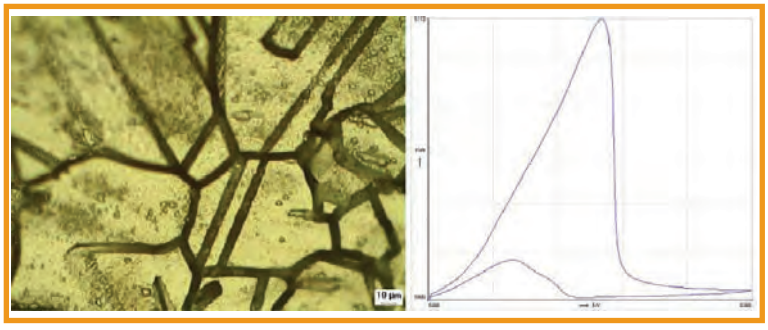


Figura 8 – Relação entre a micrografia e o ensaio EPR para o padrão Ditch

Controle da Transferência Metálica no Processo MIG/MAG Pulsado. Tese (doutorado em engenharia), PPGEM, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, abril, 2003.

2. ASTM A262 – 93a, *Standard Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels*, 1994.
3. SILVA, C. C. *Revestimentos de Ligas de Nível Depositados pelo Processo TIG com Alimentação de Arame Frio – Aspectos Operacionais e Metalúrgicos*. Tese (doutorado em engenharia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, abril, 2010.
4. TAVARES, S. S. M., CASTRO, J. L. G., CÔRTE, R. R. A., SOUZA, V. M., PARDAL, J. M. *Detecção de pequenos teores de fase sigma e avaliação dos efeitos na resistência à corrosão do aço inoxidável duplex* UNS S31803. ENGEVISTA, v. 8, n. 2, p. 77-82, 2006.
5. CHEN, T.H., WENG, K. L., YANG, J. R. *The effect of high-temperature exposure on the microstructural stability and toughness property in a 2205 duplex stainless steel.*

Abraão D. G. Barreto
Engenheiro Metalurgista (UFC). Mestrando em Engenharia e Ciências de Materiais pela UFC.

Hélio Cordeiro de Miranda
Doutorado e Mestrado em Engenharia Mecânica pela UFU. Graduado em Engenharia Mecânica pela UFC. Professor do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Ceará.

Tathiane C. Andrade
Graduanda em engenharia metalúrgica pela UFC. Atualmente, está realizando seu estágio no Helmholtz-Zentrum Geesthacht estudando soldagem por fricção em chapas de aço dissimilares.

Gerbson de Queiroz Caetano
Graduando do curso de Engenharia Metalúrgica da Universidade Federal do Ceará. Atualmente estagiário no Helmholtz-Zentrum Geesthacht na Alemanha.

Jesualdo P. Farias
Doutorado e Mestrado em Engenharia Mecânica pela UFSC. Graduado em Engenharia Mecânica pela UNIFOR. Professor do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Ceará.

Contato com o autor:
abraaodanilo@hotmail.com

Ricardo Yogui

Empresas *devem* investir em inovação

Vencer a resistência a mudanças é um dos desafios que as organizações precisam tratar para poderem estar preparadas a operar em um mercado global e em constante mutação

Quando falamos em mudanças dentro das organizações, é natural uma primeira reação de resistência por parte dos colaboradores (ou pela grande maioria deles). As modificações levam para o desconhecido enquanto manter o *status quo*, bem ou mal, é algo que se convive no dia a dia e se tem uma ideia do que se pode esperar.

Porém, a história está repleta de casos onde as organizações ficaram em sua zona de conforto e acharam que os seus produtos e mercados seriam eternos. Do outro lado, pequenas e emergentes empresas entenderam os leves sinais que o mercado estava dando e surfaram a onda da mudança, através da inovação.

Um exemplo clássico foi a Xerox. Em seu famoso laboratório de pesquisa PARC (*Palo Alto Research Center*), ela desenvolveu inovações que se tornaram referência no mundo digital: a interface gráfica e o mouse. Porém, seus executivos não conseguiram ver valor em tais "invenções" e focaram esforços nos rentáveis negócios de impressão e fotocópias, cedendo estas invenções para uma menor e promissora empresa de tecnologia, a Apple.

Outro exemplo foi a Kodak. Fundada em 1888, ela desenvolveu a primeira câmera digital do mercado, mas como estava com uma forte posição consolidada na venda de filmes fotográficos, acabou não investindo na tecnologia, abrindo espaço para as outras empresas que começaram apostar na nova tecnologia. Em 2012, a Kodak solicitou o pedido de concordata para poder tentar reorganizar seus negócios.

Vencer esta resistência à mudança é um dos desafios que as organizações precisam tratar para poderem estar preparadas a operar em um mercado global e em constante mutação. O que a maioria das empresas faz é priorizar a consolidação no seu posicionamento no mercado atual e tem dificuldades em fazer a projeção de seu posicionamento futuro. E quando o mercado vive momentos de incertezas, muitas empresas se recolhem tentando preservar algo que talvez não existirá em um futuro próximo.

A inovação é o processo que prepara a organização para o futuro, tornando-a líder de um mercado ou, ainda, criando um novo mercado. A Microsoft entendeu isto ao focar nos programas de computadores pessoais em um momento em que todos apostavam na fabricação dos computadores. A Embraer fez o mesmo, ao investir no desenvolvimento de jatos regionais enquanto empresas como Boeing e Airbus desenvolviam aeronaves cada vez maiores.

O fato é que qualquer empresa, independentemente de seu porte, pode se preparar para este mercado futuro através da inovação, inclusive no desenvolvimento de serviços.

Quando se fala em inovação, é comum as pessoas pensarem em produtos, mas a inovação pode estar presente em serviços e até complementando e agregando valores em produtos não tão inovadores. Há alguns anos, a Amazon lançou o seu leitor eletrônico de livros, o *Kindle*. Ele não era tecnologicamente superior a outros produtos similares no mercado, mas oferecia serviços inovadores em torno do produto, o que agregou maior valor para os usuários e assim ganhou a maior fatia do mercado.

Infelizmente a maioria das empresas pensa em inovação quando seus negócios atuais não estão atingindo resultados esperados. A inovação deve ser tratada como um tema constante na agenda da reunião da diretoria e presidência das empresas.

Além disso, deve-se gerar uma cultura de inovação entre os colaboradores das organizações, para que eles possam contribuir na criação e operacionalização de novos produtos e serviços inovadores.

Afinal, como vimos neste artigo, a boa ideia para a inovação pode estar dentro de casa, mas a falta de cultura de inovação e a tal zona de conforto no cenário atual podem abortar um potencial sucesso da empresa no futuro!

Ricardo Yogui
Consultor e mentor em Processos de Inovação e diretor da RYO Consulting
***Contato**: yogui@ryo-consulting.com*

Empresas *associadas* à ABRACO

A ABRACO espera estreitar ainda mais as parcerias com as empresas. Traga também sua empresa para nosso quadro de associadas.
Mais informações: www.abraco.org.br – Tel.: (21) 2516-1962

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

AXSON – BS COATINGS
www.bs-coatings.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

CBSI – COMP. BRAS. DE SERV. DE INFRAESTRUTURA
www.cbsiservicos.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

EGD ENGENHARIA
www.egdengenharia.com.br

ELETRONUCLEAR S/A
www.eletronuclear.gov.br

ENGECORR ENGENHARIA LTDA.
www.engecorr.ind.br

FIRST FISCHER PROTEÇÃO CATÓDICA
www.firstfischer.com.br

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

G P NIQUEL DURO LTDA.
www.grupogp.com.br

HENKEL LTDA.
www.henkel.com.br

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

IEC INSTALAÇÕES E ENGª DE CORROSÃO LTDA.
www.iecengenharia.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

MANGELS INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.
www.mangels.com.br

MARIA A. C. PONCIANO – ME
www.gsimacae.com.br

MAX EVOLUTION 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

MUSTANG PLURON QUÍMICA LTDA.
www.mustangpluron.com

NOF METAL COATINGS SOUTH AMERICA
www.nofmetalcoatings.com

NOVA COATING TECNOLOGIA, COM. SERV. LTDA.
www.novacoating.com.br

OPEMACS SERVIÇOS TÉCNICOS LTDA.
www.opemacs.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

PREZIOSO DO BRASIL SERV. IND. LTDA.
www.prezioso.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

SHERWIN WILLIAMS DO BRASIL - DIV. SUMARÉ
www.sherwinwilliams.com.br

SMARTCOAT – ENG. EM REVESTIMENTOS LTDA.
www.smartcoat.com.br

SOFT METAIS LTDA.
www.softmetais.com.br

TBG - TRANSP. BRAS. GASODUTO BOLIVIA-BRASIL
www.tbg.com.br

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

TECNOFINK LTDA.
www.tecnofink.com

TECNO QUÍMICA S/A.
www.reflex.com.br

TINÔCO ANTICORROSÃO LTDA.
www.tinocoanticorrosao.com.br

ULTRABLAST LASSARAT SERVIÇOS E PROJETOS
geral@ultrablast.com.br

UTC ENGENHARIA S.A.
www.utc.com.br

VCI BRASIL IND. E COM. DE EMBALAGENS LTDA.
www.vcibrasil.com.br

VECTOR LAB. DE ANÁLISES DE ÁGUA E CORR. LTDA.
zilda@vector-tecnologia.com.br

WEG TINTAS
www.weg.net

W&S SAURA LTDA.
www.wsequipamentos.com.br

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

ZINCOLIGAS IND. E COM. LTDA.
www.zincoligas.com.br

SUPERSELAGEM PARA ANODIZAÇÃO DO ALUMÍNIO E DE SUAS LIGAS

LL - Hard Superseal 2S

Superproteção para perfis e lâminas

- Altíssimo desempenho anticorrosivo
- Proteção eficiente contra a ação de compostos alcalinos
- Excelente aplicação em perfis e lâminas voltados à construção civil (proteção contra a deterioração ao contato com o concreto, cal, cimento ou com produtos de limpeza alcalinos)
- Testes na indústria automotiva comprovam seu excepcional desempenho como revestimento de selagem anódica contra compostos alcalinos (Volkswagen TL 212 e outros)
- Selagem a quente, a frio ou à média temperatura.

Lançamento Mundial

Tecnologia italiana

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

Aporte