Corrosão & Proteção

ABRACO
Associação Brasileira de Corrosão

Ciência e Tecnologia em Corrosão

ISSN 0100-1485

APORTE EDITORIAL

Ano 10
Nº 48
Jul/Set 2013

ENTREVISTA

Orlando Ribeiro, gerente geral de P&D do CENPES

ABRACO 45 ANOS

MUITA HISTÓRIA PARA CONTAR

Nós da Votorantim Metais acreditamos em soluções capazes de desenvolver a cadeia produtiva do País e dos nossos clientes.

Por isso, apoiamos o uso da galvanização, produzindo e oferecendo o zinco para o processo.

Galvanizar aumenta em até cinco vezes o tempo de vida do aço, agregando valor e segurança ao patrimônio brasileiro.

Votorantim Metais

Votorantim Metais. Aliada de um futuro duradouro.

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 Mantovani – 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 outubro 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
Vida dedicada ao estudo da corrosão

6
Entrevista
Inovações potencializam o pré-sal

8
ABRACO *45 anos*
Muita história para contar

26
Divulgação *técnica*
O mito da corrosão branca

34
Opinião
Cloud computing: confusão conceitual
Júlio Fábio Chagas

Artigos *Técnicos*

18
Avaliação da resistência à corrosão de superfícies modificadas de alumínio AA1100
Por Daniel S. Yoshikawa, Sérgio L. de Assis, Maysa Terada e Isolda Costa

23
Estudo da resistência à corrosão de revestimentos aspergidos termicamente
Por Letícia P. Lira, Carlos A. Picone, Frederico A. P. Fernandes, Germano Tremiliosi Filho, Luiz C. Casteletti

30
Monitoramento e inspeção de fundações metálicas de linhas de transmissão devido à corrosão
Por Giovani E. Braga, Rosa M. R. Junqueira, Isabela M. F. Lopes, Célia R. O. Loureiro e Gastón L. A. Moraga

Vida *dedicada* ao estudo da corrosão

Em 17 de outubro a ABRACO, Associação Brasileira de Corrosão, completa 45 anos de atividades ininterruptas, dedicadas à difusão do estudo, controle e prevenção da corrosão. Estimativas apontam o aporte de até 3 % do Produto Interno Bruto (PIB) mundial no combate à ação corrosiva, incluindo-se nessa projeção as horas paradas na manutenção de equipamentos, instalações industriais e todos os outros elementos expostos a esse fenômeno degradante.

Desde o início de sua atividade foram priorizadas a formação e qualificação profissional para obtenção de mão de obra capacitada para exercer as diversas funções que compreendem o processo de prevenção e combate à corrosão, com ênfase para os cursos de pintura industrial. A certificação profissional veio numa etapa mais recente, acompanhando a tendência mundial de comprovação da capacidade do profissional em executar as tarefas com plenitude de conhecimento, avalizada por uma entidade de reconhecimento nacional.

A difusão do conhecimento e dos avanços tecnológicos sempre foi meta prioritária das ações da associação, realizadas por meio de cursos, seminários, congressos e exposições de tecnologias em eventos nacionais e internacionais. Também o fomento comercial, a integração e a confraternização de toda a comunidade técnico-empresarial sempre mereceram tratamento especial por parte da ABRACO. A formação de novas amizades e o reencontro de antigos companheiros são estimulados nos eventos realizados.

“A difusão do conhecimento e dos avanços tecnológicos sempre foi meta prioritária das ações da associação, realizadas por meio de cursos, congressos e exposições de tecnologias em eventos nacionais e internacionais”

Outra atividade desenvolvida pela associação é a normalização técnica por meio de uma parceria com a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), na qual a ABRACO abriga várias comissões de estudo de vários setores industriais (na página 12 desta edição o leitor poderá obter informações detalhadas sobre o tema).

A biblioteca da entidade mantém um acervo de literatura técnica, voltada à proteção anticorrosiva e aos demais assuntos correlatos, incluindo livros, periódicos, normas técnicas, trabalhos técnicos, anais de eventos e fotografias, representando uma fonte inesgotável de informações voltadas aos profissionais da área como suporte tecnológico. Recentemente, foi agraciada com todo o acervo do eminente e saudoso professor Vicente Gentil, autor do livro Corrosão, considerado a “bíblia” do setor, além de seu arquivo pessoal, documentando sua trajetória pessoal e profissional.

Como falar de quase meio século da ABRACO sem citarmos um ícone da associação, Walter Marques da Silva, cujos préstimos perduraram por 34 anos à frente da secretaria. Sua dedicação tem o reconhecimento unânime de todos ligados à entidade como exemplo de abnegação e superação dos limites do seu trabalho. Em 2012 partiu, certamente para dedicar-se, não mais de corpo, mas sim de alma, a outras causas nobres.

Toda a história da ABRACO foi elaborada por meio de um quadro de colaboradores do mais alto nível técnico que continua se dedicando para que a associação siga comemorando novas conquistas e perpetuando o trabalho traduzido pela sua missão maior, ou seja, a de congregar toda a comunidade técnico-empresarial do setor no compartilhamento do conhecimento tecnológico.

INTERCORR – Para 2014 está programado o INTERCORR, o maior evento de internacional de corrosão realizado no Brasil, que terá como sede a cidade de Fortaleza (CE), de 19 a 23 de maio. Inúmeros trabalhos técnicos serão apresentados em paralelo com a Exposição de Tecnologias para Prevenção e Controle da Corrosão, além de outros eventos que fazem parte do programa. Enfim, é preciso continuar construindo a história da ABRACO, mantendo a sua trajetória de sucesso, para que possamos no futuro reescrevê-la com os louros da vitória.

Nesta edição o leitor encontrará, a partir da página 8, a abordagem completa desta data comemorativa que certamente o fará pensar em participar desta associação aglutinadora de talentos da mais alta qualidade, que juntos assumem proporção exponencial.

Boa leitura!

Os editores

O maior evento internacional de corrosão realizado no Brasil

INTERCORR ABRACO 2014

19 a 23 de maio de 2014

Fortaleza – CE

Eventos envolvidos

- 34º Congresso Brasileiro de Corrosão
- 5th International Corrosion Meeting
- X Congreso Iberoamericano de Corrosión y Protección
- 19º Concurso de Fotografia de Corrosão e Degradação de Materiais
- 34ª Exposição de Tecnologias para Prevenção e Controle da Corrosão

www.abraco.org.br/intercorr2014

Orlando Ribeiro

Foto: Roberto Paes Leme

Inovações *potencializam* o pré-sal

Para tornar a produção mais rápida e menos onerosa nas áreas do pré-sal, inúmeras soluções estão sendo pesquisadas e algumas já estão implementadas. Orlando Ribeiro comenta sobre esse momento desafiador da empresa

Gerente Geral de Pesquisa & Desenvolvimento em Engenharia de Produção no Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES), Orlando Ribeiro tem uma longa trajetória na companhia, iniciada em 1983 quando concluiu o Curso de Formação em Engenharia de Petróleo. Antes, Ribeiro gradou-se em Engenharia Mecânica pelo IME (Instituto Militar de Engenharia do Exército). Também possui cursos de pós-graduação em Gestão de Tecnologia na USP – Universidade de São Paulo e no INSEAD.

Na Petrobras, Ribeiro ocupou posições técnicas e gerenciais em diversas áreas, incluindo as de Completação *Offshore*, Novos Negócios, Gás e Energia e a coordenação de Projetos de Desenvolvimento. Exerceu também as funções de Gerente de Projeto Cascade & Chinook, responsável do primeiro FPSO (*Floating Production Storage and Offloading* – Unidade Flutuante de produção, Armazenamento e Transferência) no Golfo do México, e Coordenador do Programa Tecnológico PROCAF – Visão Futuro.

No cargo atual desde julho de 2012, ele falou com a **Revista Corrosão & Proteção** sobre desafios e expectativas em relação ao pré-sal, entre outros temas relevantes.

Hoje, o grande desafio da Petrobras é viabilizar a exploração dos campos do pré-sal. Em qual etapa dessa excelência a empresa se encontra?

Orlando Ribeiro – *A produção no pré-sal já é totalmente viável. Prova disto é que estamos produzindo, atualmente, mais de 300 mil barris por dia apenas nesta província petrolífera. Mas, como está expresso em nosso Plano de Negócios e Gestão, essa produção crescerá em ritmo acelerado nos próximos anos. Em termos de desenvolvimento tecnológico, estamos trabalhando atualmente em novas maneiras de tornar a produção no pré-sal mais rápida e com menos custos, de forma a contribuir para o crescimento na curva de produção.*

Como o sr. avalia a importância da tecnologia de equipamentos para a exploração de petróleo no pré-sal?

Ribeiro – *A importância está, justamente, em viabilizar modelos de produção mais flexíveis, que se adaptem a cada cenário, com menores custos e que mantenham a eficiência e a segurança operacional. O desenvolvimento tecnológico deve gerar resultados aplicados ao negócio no menor prazo possível, contribuindo para que as operações tornem-se mais seguras e rentáveis.*

Em termos de pesquisa, quais são as maiores evoluções e se estas já estão totalmente consolidadas para uso comercial?

Ribeiro – *Tecnologias recentemente destacadas no prêmio ANP de Inovação são ótimos exemplos, pois foram desenvolvidas em parceria com importantes fornecedores de bens e serviços, visando à aplicação comercial no menor prazo possível. Entre elas podemos citar quatro exemplos: o Separador Submarino de Água e Óleo (SSAO), a Bomba Multifásica Submarina Hélico-Axial (BMSHA), a Injeção Submarina de Água do Mar (RWI) e o Monitoramento Sísmico Permanente em Águas Profundas, na plataforma P-57, no Campo de Jubarte.*

Detalhe um pouco cada uma dessas inovações

Ribeiro – *O Separador Submarino de Água e Óleo (SSAO), que desenvolvemos em parceria com a FMC Technologies, recebeu o primeiro lugar no prêmio ANP Inovação. Este equipamento, que está em fase de pré-operação no campo de Marlim, leva para o leito marinho um processo que, atualmente, é realizado no topside das plataformas. O SSAO é considerado um salto tecnológico mundial por envolver, simultaneamente, lâmina d'água profunda (cerca de 1.000 m) e óleo pesado (19º API). O princi-*

pal diferencial dessa tecnologia é permitir a separação da água e óleo ainda no fundo do mar, assim como a reinjeção dessa água no próprio reservatório. Com isso, o sistema cria uma folga na planta de processo, gerando economia de espaço na plataforma e aumento da capacidade disponível da unidade para processar mais óleo.

A Bomba Multifásica Submarina Hélico-Axial (BMSHA), que opera no campo de Barracuda, na Bacia de Campos, representa um avanço na tecnologia convencional de bombeio multifásico submarino hélico-axial. Sua vantagem é a capacidade de suportar maior diferencial de pressão de escoamento em comparação com as bombas convencionais. Essa tecnologia incorpora uma nova técnica denominada HighBoost, desenvolvida em conjunto com a Framo Engineering. Em alguns cenários operados pela Petrobras, essa tecnologia pode permitir não só a ampliação da vazão de produção, como também o aumento do fator de recuperação do campo.

A Injeção Submarina de Água do Mar (RWI), tecnologia instalada no campo de Albacora, na Bacia de Campos, permite captar e bombear água do mar e injetá-la diretamente nos poços, sem passar pela plataforma. Com essa solução, é possível simplificar o sistema de tratamento de água para injeção, reduzindo o investimento em plantas de processo na plataforma e, ao mesmo tempo, ampliando a capacidade de injeção no reservatório de petróleo. A grande vantagem é aumentar o fator de recuperação do reservatório sem ampliar os sistemas de superfície. O RWI foi desenvolvido em conjunto com a Framo Engineering, com participação da FMC Technologies, como fornecedora da Framo para a execução de parte do escopo submarino.

O Monitoramento Sísmico Permanente em Águas Profundas, na plataforma P-57, no Campo de Jubarte, na Bacia de Campos, é um sistema que incorpora a tecnologia 4D, foi desenvolvido em parceria com a Petroleum Geophysical Service (PSG), e fornece, por meio de cabos sísmicos de fibra ótica conectados à plataforma, informações em tempo real sobre o movimento de fluidos no reservatório, identifica oportunidades para aumentar o fator de recuperação do campo, além de monitorar as diversas etapas do processo produtivo.

Foto: Agência Petrobras

Quais as expectativas em termos de inovações e como e quando elas devem ser concretizadas?

Ribeiro – *Em nossa visão de futuro para o segmento de Exploração & Produção de petróleo e gás, visamos um cenário onde a produção se dará por meio de equipamentos menos complexos, mais eficientes e flexíveis, adaptáveis a cada cenário. Para isto, estamos estudando tecnologias para a perfuração a laser ou sem riser; uso de nanopartículas para o monitoramento de reservatórios e uso de nanomateriais, mais resistentes, nos equipamentos submarinos; equipamentos de processamento submarino, que permitam levar para o leito marinho várias operações hoje realizadas no topo das plataformas; distribuição de energia submarina, com autonomia para fazer funcionar todos estes equipamentos; veículos autônomos submarinos, para intervenções e monitoramento destes equipamentos; uma nova geração de equipamentos de processo no topside das plataformas, mais compactos e padronizados; e também novos projetos, menos complexos, para os FPSOs (navios-plataformas). Estas tecnologias estão em diferentes estágios de desenvolvimento mas configuram um cenário que, em nossa visão, será a produção do futuro.*

O investimento em tecnologia de equipamentos para o pré-sal impacta também em outras formas de exploração (águas profundas e terrestre)? De que forma e quais são esses impactos?

Ribeiro – *A produção em águas profundas é a parte mais significativa da produção da Petrobras e, com o pré-sal, a parcela tende a ser ainda maior. O nosso desenvolvimento tecnológico na área de Exploração & Produção está bastante focado em águas profundas, embora tenhamos alguns projetos visando à produção em campos terrestres, sobretudo campos maduros. E, quando falamos de tecnologia para águas profundas, nossos projetos têm potencial de aplicação tanto no pré-sal quanto em outros campos offshore operados por nós no Brasil e no exterior.*

Ata da Reunião de Fundação da
Associação Brasileira de Borracho
(ABRACO)
Às dezessete horas e trinta mi-
nutos do dia dezessete de outubro do ano
de mil novecentos e oitenta e oito,
ção de Comunicações do Hotel Gloria,
rio de Janeiro, Estado da
-se os abaixo as-
Seminário
Bra-

Muita *história* para contar

Trabalho, determinação e foco no desenvolvimento da indústria nacional marcam a trajetória da ABRACO, iniciada em 17 de outubro de 1968

A ABRACO completa, em outubro, 45 anos à frente do combate tecnológico contra a corrosão. Desde sua criação, sempre teve como objetivo principal difundir o estudo da corrosão e seus métodos de controle e de prevenção, incentivar a pesquisa ou a qualificação profissional e unir esforços para elaborar normas técnicas. Para marcar a passagem desta data comemorativa de 45 anos ininterruptos de atividade da ABRACO, a **Revista Corrosão & Proteção** solicitou a alguns membros da diretoria e colaboradores que comentassem temas específicos, de modo a traçar um panorama geral das conquistas da entidade.

Participaram da elaboração desse material Aldo Cordeiro Dutra, diretor da ABRACO e que tem acompanhado a entidade desde sua fundação; Denise Souza de Freitas, vice-presidente; Pedro Paulo Barbosa Leite, ex-presidente e superintendente do CB-43; Isidoro Barbiero, Aécio Castelo Branco Teixeira e Simone Louise Delarue Cezar Brasil, diretores da ABRACO. Acompanhe.

Atividade de normalização técnica

Aldo Cordeiro Dutra

Alguns pontos de destaque nestes 45 anos de vida nos levam a relembrar, bem no início, a nossa vocação para a atividade de normalização técnica, seguindo o exemplo do que já vinha fazendo o Instituto Brasileiro de Petróleo – IBP no campo da tecnologia do petróleo. Assim, uma das nossas primeiras atividades foi celebrar um convênio com a ABNT para elaborarmos normas técnicas no campo da corrosão e da proteção anticorrosiva.

Isto foi muito fácil porque o presidente da ABNT, nessa época, era o Dr. Plínio Cantanhede, também presidente do IBP, que nos abrigava em sua sede, e o nosso presidente era o já renomado Professor Vicente Gentil. Para essa missão, as nossas comissões técnicas que seriam criadas, funcionariam também como comissões de estudos da ABNT. No início, essa atividade foi muito modesta, porém algum tempo mais tarde foi criada a Siderbrás que abarcava o setor siderúrgico do País. Nessa nova empresa estatal apareceu alguém interessado em normalização e procurou a ABNT para oferecer apoio à normalização técnica nesse campo. Disso resultou que a Siderbrás assumiu a coordenação do CB-1 – Comitê Brasileiro de Mineração e Metalurgia, comitê dentro do qual se inseria o nosso convênio.

Para coordenar o CB-1 a Siderbrás designou o Cel. Ciro Borges, um executivo idealista e homem de ação que realizou um trabalho extraordinário nessa função. Para colocar a ABRACO em atividade no campo da normalização ele criou o Subcomitê 1.9 dedicado à corrosão para cuja coordenação convidou o Prof. Walter Arno Mannheimer, professor da COPPE/UFRJ e Chefe do Departamento de Materiais do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL. O Prof. Mannheimer deu então um excelente impulso nas nossas atividades de normalização dentro da ABRACO.

Aldo Cordeiro Dutra

Posteriormente, a Siderbrás foi fechada e a nossa estrutura de normalização sofreu uma queda significativa, mas não parou. Bem mais recentemente, já no ano de 2000, a ABRACO conseguiu da ABNT a criação do CB-43 dedicado à corrosão, cujo coordenador é um membro da Diretoria da ABRACO. Atualmente essa função está a cargo do Eng. Pedro Paulo Barbosa Leite que tem realizado um excelente trabalho na produção de normas técnicas no campo da corrosão e da proteção anticorrosiva.

7th International Congress on Metallic Corrosion (ICMC)

O 7º Congresso Internacional de Corrosão Metálica foi muito marcante para a história da corrosão no Brasil por ser o evento mais importante do mundo, conduzido sob a bandeira do Conselho Internacional da Corrosão *(International Corrosion Council – ICC)* sob a gestão do Prof. Marcel Pourbaix, um incansável amigo e admirador do nosso País e, conse-

quentemente, da ABRACO. Ele foi o principal padrinho da nossa proposta para sede do 7º Congresso durante a reunião do ICC no ICMC realizado em Sidney, na Austrália, em 1975, assegurando a nossa vitória.

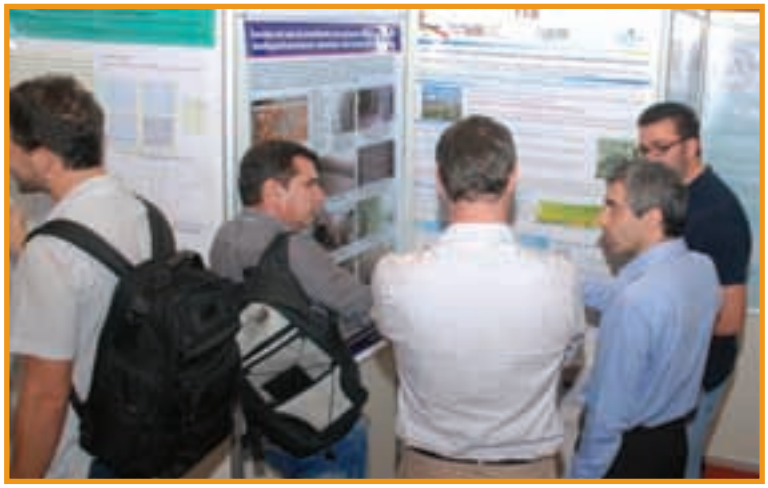
Na realização deste evento introduzimos uma inovação que nunca mais se repetiu. Como foi realizado no Rio de Janeiro, uma cidade turística, fizemos a abertura no dia 4 de outubro de 1978 à noite – uma quarta feira – estendendo-se até o dia 11, deixando o sábado e o domingo no meio, para proporcionar um tranquilo turismo extensivo a todos quanto viessem de fora. E foi um autêntico sucesso, realizado no Centro de Convenções do Hotel Nacional, em São Conrado.

Um momentoso assunto que foi tratado foi a corrosão no automóvel que, na época, era muito caótico no Brasil, registrando-se casos de carros novos, com seis meses de uso terem portas furadas por corrosão. Esse assunto foi tratado pelo Prof. Einar Mattsson, representante da Suécia no ICC, que informou a um numeroso plenário que, lá, a vida média dos carros era da ordem de 15 anos e as garantias eram muito longas. Uma das razões para essa vida longa era o amplo uso de chapas galvanizadas.

Depois disso realizamos outros congressos internacionais, começando pelo Ibero americano de corrosão e mais recentemente o *International Corrosion Congress* – Intercorr, o Latincorr e a incrementação dos nossos Congressos Brasileiros de Corrosão que hoje alcançam uma amplitude internacional.

Curso para treinamento de Inspetores de Pintura Industrial

Dentre os diversos cursos que a ABRACO realizava no campo da corrosão e da proteção anticorrosiva destacou-se o curso de treinamento para inspetores de pintura industrial sendo hoje o seu carro-chefe.



Trabalhos apresentados na modalidade pôster do INTERCORR 2012

Sua origem remonta ao ano de 1988 quando um dia fui procurado na ABRACO pelo Engenheiro Alfredo Carlos Orphão Lobo, da Petrobras, que trazia em mãos a norma Petrobras N 2004 com os requisitos para a preparação dos inspetores de pintura industrial. Solicitou-me então ver a possibilidade da ABRACO montar um curso para o preparo desses inspetores que, depois de treinados, seriam avaliados para qualificação pela própria Petrobras.

O objetivo era assegurar que o grande investimento feito pela Petrobras em tintas de alto custo, estas tintas fossem adequadamente aplicadas para proporcionar os resultados esperados. Para isso seria necessária uma inspeção por pessoal competente.

Desde então, a ABRACO já preparou várias centenas de profissionais que foram devidamente qualificados e que entraram num promissor mercado de trabalho.

Certificação de profissionais

A demanda por mão de obra qualificada para a inspeção de pintura cresceu muito e também passou a ser mais exigente e, para isso, a ABRACO passou a certificar as pessoas qualificadas, dentro de um sistema voluntário de certificação, com uma crescente demanda.

Essa demanda está chegando agora à especialidade de proteção catódica, e para ter um produto de um valor agregado muito maior, a ABRACO está solicitando a acreditação por parte do Inmetro para que esta certificação alcance o reconhecimento internacional, aumentando assim uma oferta de alta qualificação.

Infraestrutura

Com relação à infraestrutura, a ABRACO chega aos 45 anos de existência com uma excelente sede, composta hoje de 20 salas próprias muito bem apresentadas e mais quatro salas alugadas, na Avenida Venezuela nº 27, uma área que hoje já é nobre e estará muito mais nobre dentro de pouco tempo.

Conclusão

Ao longo de nossa existência vimos crescendo paulatinamente e proporcionando ao desenvolvimento do País uma contribuição significativa no campo da corrosão e da proteção anticorrosiva, almejando

sempre diminuir o custo da corrosão, aumentar a segurança das pessoas, dos equipamentos e instalações e contribuir para a competitividade da indústria brasileira.

Certificação Profissional

Denise Souza de Freitas

A certificação profissional é relevante para o mercado brasileiro. Para as empresas, aumenta a eficiência e competitividade, atende ao programa de capacitação de profissionais e aos requisitos de contratos. Para profissionais, aumenta consideravelmente suas chances de inserção no mercado de trabalho, identifica pontos de melhoria e promove o crescimento profissional.

A ABRACO atua na certificação profissional através do Sistema Nacional de Qualificação e Certificação em Corrosão e Proteção (SNQC-CP). De abrangência nacional, o sistema estabelece critérios e sistemáticas adotadas para a Qualificação e Certificação de Pessoal na área de corrosão e técnicas anticorrosivas.

Atualmente, a ABRACO certifica apenas Inspetores de Pintura Industrial Nível 1 e Nível 2. Os exames de qualificação são aplicados pelos Centros de Exames de Qualificação (CEQ), que são instituições reconhecidas pelo Sistema para esta atividade. O SNQC-CP possui dois Centros de Exames de Qualificação para a área de inspeção de pintura industrial que são o Instituto Nacional de Tecnologia – INT, no Rio de Janeiro, e o SEQUI-Petrobras, em São José dos Campos.

As instituições permitem ampliar o alcance da certificação oferecida pela ABRACO. O treinamento é da entidade, e o INT e SEQUI fazem os exames de qualificação, cabendo à ABRACO certificar os aprovados, seguindo os requisitos do SNQC-CP.

Denise Souza de Freitas

O convênio com essas duas instituições para a aplicação do exame foi firmado no ano de 2010. Atualmente, há 718 Inspetores de Pintura Industrial Nível 1 e 120 de Nível 2, per-

Motores | Automação | Energia | Transmissão & Distribuição | **Tintas**

Proteção total
para diversas estruturas

A WEG possui uma linha completa de produtos em tintas líquidas e em pó para proteção anticorrosiva de estruturas e perfis metálicos, estruturas offshore, máquinas e equipamentos nas mais diversas aplicações.

Acesse nosso site e conheça mais sobre as nossas soluções

tintas@weg.net **www.weg.net**

Pedro Paulo Barbosa Leite

fazendo um total de 838 profissionais certificados.

Porém, o número é bem maior de profissionais treinados pela ABRACO. Nos 25 anos de existência do convênio firmado com a Petrobras para ministrar cursos de qualificação de Inspetores de Pintura Industrial Nível 1 e de Nível 2, contabilizam-se mais de 5.900 profissionais formados, e a oferta de 220 cursos para Inspetores de Nível 1 e 16 de Nível 2.

Tabela 1 – Comissões de Estudo abrigadas no ABNT/CB-43

Comissão de Estudo	*CE*	*Normas Publicadas*
Corrosão Atmosférica	CE-43:000.01	13
Pintura Industrial	CE-43:000.02	30
Proteção Catódica	CE-43:000.03	12
Inibidores de Corrosão	CE-43:000.04	13
Águas Industriais	CE-43:000.05	–
Terminologia	CE-43:000.06	1
Zincagem a Quente	CEE-114	5
Total		74

Futuras ações

Está em fase de implantação o processo de qualificação e certificação de profissionais de Proteção Católica Níveis 1 e 2. A previsão é de que a aplicação de exames desta modalidade se inicie no primeiro semestre de 2014. Além disso, a ABRACO está em fase inicial para o desenvolvimento do processo de qualificação e certificação de pintores industriais e jatistas.

Esse esforço é importante, pois a certificação é um diferencial para o profissional e muitas empresas atualmente exigem que os profissionais sejam certificados. Em muitos casos, a certificação SNQC-QC é uma exigência contratual.

Normas: ações do CB-43

Pedro Paulo Barbosa Leite

A atividade de Normalização Técnica na ABRACO iniciou-se em 1970 através de uma parceria entre a ABRACO e a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), onde a ABRACO abrigava as Comissões de Estudo do Subcomitê de Corrosão do Comitê Brasileiro de Mineração e Metalurgia (CB-01). A ABRACO participava como intermediária entre as atividades das Comissões de Estudo e o CB-01. Em 1980 foi publicada a primeira norma técnica brasileira de corrosão, a ABNT NBR 6181 – Classificação de meio corrosivo com vista à seleção de sistemas de pintura. Esta parceria se estendeu até meados da década de 1990, quando então em 1999, o engenheiro Laerce de Paula Nunes, Presidente em exercício da ABRACO, propôs a ABNT a criação do ABNT/ CB-43 Corrosão, com o seguinte escopo: "Normalização no campo da corrosão dos metais e suas ligas, compreendendo métodos de prevenção da corrosão: revestimentos metálicos orgânicos e inorgânicos; inibidores de corrosão e produtos afins; proteção catódica e anódica; corrosão atmosférica e águas industriais, no que concerne a terminologia, requisitos, avaliação, classificação, métodos de ensaio e generalidades. Excluindo-se corrosão em concreto, edificações e suas estruturas, produtos siderúrgicos revestidos, produtos e instalações destinadas ao uso de gases combustíveis, bem como aquelas relacionadas a saneamento básico".

No ABNT/CB-43, estão abrigadas as Comissões de Estudo (CE) relacionadas na Tabela 1.

O que se tem observado é que cada vez um maior nú-

Aécio Castelo Branco Teixeira

Isidoro Barbiero

mero de empresas tem participado das Comissões de Estudo, pois estão percebendo as vantagens da normalização de um produto ou serviço e a certificação de pessoas com base em uma norma técnica. Com a norma técnica é possível reduzir custos sem deixar de atender um requisito mínimo de qualidade, ou seja, consegue-se um equilíbrio entre o custo e a qualidade, onde todos saem ganhando: consumidor e produtor.

Cabe destacar que todo o trabalho de normalização é voluntário, ou seja, uma ação de responsabilidade social, já que os custos da infraestrutura da atividade são arcados pela ABRACO e as empresas arcam com os custos do salário diário dos colaboradores que participam das Comissões de Estudo.

Atualmente, a superintendência do CB 43 está sob minha responsabilidade, tendo como secretária técnica Yla Alô Bonder.

Benefícios para a comunidade

Aécio Castelo Branco Texeira e Isidoro Barbiero

A ABRACO é uma instituição parceira das empresas na qualificação de mão de obra, em especial na formação e qualificação de Inspetores de Pintura. É importante para o mercado a integração institucional promovida pela entidade entre fornecedores de matéria prima, fabricantes de tintas e revestimentos e aplicadores, trazendo benefícios para ambas as partes.

Também a integração entre empresas, universidades e centros de pesquisa deve ser destacada. Os eventos e outras for-

SMARTCOAT
Tecnologia 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

Simone Louise Delarue Cezar Brasil

mas de contato, tornam-se verdadeiros fóruns que abrem espaço para o contato direto entre esses segmentos. Nesses ambientes, inclusive na revista da entidade, **Corrosão & Proteção** há espaço para divulgação de novas tecnologias, novos produtos e intensa troca de experiências, que aproximam as partes, buscando atingir objetivos comuns.

Os negócios entre todas as partes que estão envolvidas no segmento de proteção corrosiva têm espaço também em congressos e seminários para toda a comunidade.

Ainda há a possibilidade de acesso aos debates envolvendo normas técnicas, por meio do CB-43, e a um acervo técnico especializado em corrosão e proteção anticorrosiva, com uma biblioteca com um acervo com inúmeros livros, periódicos, normas, trabalhos técnicos, anais de eventos e de fotografias de corrosão.

Congressistas apreciam imagens do Concurso de Fotos do INTERCORR

Participação na EFC

Simone Louise Delarue Cezar Brasil

A partir de maio de 2012, a ABRACO se filiou à Federação Europeia de Corrosão (*European Federation of Corrosion* – EFC), que conta com a participação de associações de mais de 30 países. Além dos países europeus, outros países do mundo fazem parte da EFC, tais como os Estados Unidos (NACE Europa), Austrália, Brasil e Israel.

Exposição tecnológica dos eventos da ABRACO

Elastômero Securit 2®
Tecnologia pioneira e líder. Agregando valor
na proteção anticorrosiva de flanges e válvulas.

TINÔCO ANTICORROSÃO

Tel.: +5521 2215-4760 • Fax: +5521 2215-4759 • mtinoco@tinocoanticorrosao.com.br • www.tinocoanticorrosao.com.br

Cerimônia de abertura do INTERCORR

A EFC promove cooperação entre as associações de corrosão e os associados da ABRACO podem participar de eventos ligados a essa federação com redução da taxa de inscrição, assim como adotamos em nossos eventos. Além disso, representantes da Associação podem participar de comitês que abrangem diversos tópicos. A participação da Abraco nessa Federação fortalece as relações com as entidades internacionais e passamos a contar com a divulgação de nossos eventos no exterior através do site da EFC e publicações impressas. Com a intenção de termos nossos eventos com um caráter cada vez mais internacional, essa filiação foi um passo importante. Esse ano, durante o evento Eurocorr, realizado em Portugal, houve participação da ABRACO nas eleições dos representantes da EFC e na reunião do grupo de trabalho de Proteção Catódica.

Outro passo importante aconteceu durante a Rio Pipeline 2013, quando foi assinado um Memorando de Entendimento (MOU) com a *Nace International* visando a promoção de eventos em conjunto, como seminários e *workshops*.

Essas relações internacionais são importantes para manter nossa associação conectada a outras entidades que também promovem o compartilhamento do conhecimento na área da Corrosão.

Referência em Pintura, Montagem e Manutenção Industrial

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

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

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

WWW.BLASPINT.COM.BR

SJCampos - SP | CEP 12246-000
Av. Alfredo Ignácio Nogueira Penido, 255 | sl 1713, Ed. Le Classique, Jd. Aquarius
Tel.: (12) 3931-2555 | sjcampos@blaspint.com.br

Caçapava - SP | CEP 12285-810
Rod. João do Amaral Gurgel, 1501
Telefax: (12) 3654-4040 | blaspint@blaspint.com.br

BLASPINT
MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

Equipe ABRACO

Para atender seus objetivos como instituição voltada ao desenvolvimento integral de empresas, profissionais e do mercado relacionado ao negócio da proteção e corrosão, a ABRACO conta com uma equipe de profissionais qualificados, responsável por colocar em prática as diretrizes estabelecidas pela direção e atender os associados. A presidente da ABRACO, Rosileia Mantovani, e o gerente geral, Marcos More - te, destacam as principais atividades da associação e seus respec - tivos colaboradores.

Acompanhe um breve relato das ações de cada setor interno e seus responsáveis.

Eventos

Criado em 1971 e coordenado por Simone Maciel, o setor de Eventos está à frente na organização e realização de congressos, *workshops* e seminários com o objetivo de promover a troca de conhecimento e informação, além de divulgar as principais inovações tecnológicas do mercado.

Em 2008, ocorreu a segun - da edição do INTERCORR envolvendo o Congresso Brasileiro de Corrosão e o *International Corrosion Meeting*, tornando-se assim em um dos maiores eventos do setor que acontece na América Latina. Em 2014 será realizada a quinta edição do INTERCORR, e teremos ainda, em paralelo, o evento anual da *Asociación Ibe - roamericana de Corrosión y Pro - tección* – AICOP, consolidando, desta forma, o INTERCORR como referência para o desen - volvimento industrial no Brasil e no exterior.

Nesse evento, é importante destacar a entrega do prêmio Prof.º Vicente Gentil, outorgado ao melhor trabalho técnico oral apresentado.

Cursos

O setor de Cursos, coordenado por Adriana Carvalho com auxílio de Fabiana Soares Dias Cabral, atua notadamente na oferta de cursos na área de Pintura Industrial.

Em 1988, foi ministrado o primeiro curso para Inspetor de Pintura Industrial. Deste trabalho inicial, reestruturado e atualizado constantemente, durante 25 anos, destacam-se meritoriamente os instrutores Fernando Fragata e Segehal Matsumoto, que desde o seu início vêm atuando na formação e aprimoramento dos profissionais que atuam em pintura industrial. Este curso é realizado mensalmente na sede da ABRACO no Rio de Janeiro e em vários lugares do Brasil.

Em 2013, a ABRACO iniciou uma parceria com o Instituto Superarte, no "Projeto Construindo o Futuro", que inclui um programa de qualificação profissional (Pintura Naval) para comunidades de baixa renda. Este programa prepara o cidadão para que ele possa aprimorar suas habilidades a fim de executar funções específicas demandadas pelo mercado de trabalho.

Novos cursos estão sendo gradualmente incluídos na grade da ABRACO e outros, reeditados. O curso de Proteção Catódica ganha destaque nesta série de novidades apresentadas, com a primei - ra turma em 2012 para preparar especialistas em proteção catódica, que passarão pelo processo de Qualificação e Certificação profissional. Renovou-se também a Acreditação *Lloyds Register* para o curso para Qualificação de Inspetor de Pintura N2 e Complemento IMO/PSPC, garantindo, desta maneira, uma maior qualidade aos treinamentos e certificações.

Biblioteca

Yla Alô Bonder é a responsável pela biblioteca que é especializada em corrosão, proteção anticorrosiva e assuntos afins, tendo seu acervo composto por livros, periódicos, normas técnicas, trabalhos técnicos, anais de eventos e fotografias, cujo objetivo é auxiliar a comunidade técnico-científica, por meio de seus serviços, oferecendo suporte teórico para o desenvolvimento de suas atividades.

Espaço Vicente Gentil

A biblioteca da ABRACO recebeu, por meio de doação da Sra. Vilma Gentil e seus filhos, o acervo particular do Professor Vicente Gentil, contendo, além de preciosa literatura na área de química e de corrosão, um arquivo que documenta detalhadamente sua trajetória pessoal e profissional.

Desta forma, a ABRACO em solenidade comemorativa de seus 45 anos irá inaugurar o Espaço Vicente Gentil, projetado, desenvolvido e organizado para abrigar todo o acervo mencionado e enriquecer o mundo da tecnologia com o conhecimento específico sobre proteção anticorrosiva. A ABRACO também patrocina a publicação de livros técnicos, tendo como principais obras e autores:

- **Fundamentos de resistência à corrosão**, Laerce de Paula Nunes;
- **Introdução à metalurgia e aos materiais metálicos**, Laerce de Paula Nunes, Anderson Teixeira Kreischer;
- **Proteção catódica**, Laerce de Paula Nunes, Aldo Cordeiro Dutra;
- **Pintura industrial na proteção anticorrosiva**, Laerce de Paula Nunes, Alfredo Carlos Lobo;
- **Materiais. Aplicações de engenharia, seleção e integridade**, Laerce de Paula Nunes.

Parte do quadro de funcionários da ABRACO

Tecnologia da Informação (TI)

Muitos investimentos vêm sendo feitos na área de informática, coordenada por Francisco Diogo Lima Gonçalves. Foram desenvolvidos sistemas internos de controles e gerenciamento para os setores de Cursos, Certificação e Financeiro. Recentemente foram adquiridos um sistema de provas eletrônicas para o Setor de Certificação e a instalação de um servidor exclusivo para aumentar a confiabilidade e a integridade do processo de Qualificação e Certificação Profissional. Estudos vêm sendo feitos para que haja uma integração entre os sistemas existentes e os que estão sendo adquiridos pela ABRACO.

Administrativo e Financeiro

Nesta área foi onde o saudoso Walter Marques da Silva atuou por mais de 30 anos, gerenciando a ABRACO e participando efetivamente de seu crescimento. No ano passado ele nos deixou, mas ficou o exemplo de responsabilidade, lealdade e perseverança. Atualmente, Adalgiza Barcellos é a responsável pela área e já acumula mais de 28 anos de dedicação e empenho, seguindo o legado deixado pelo amigo Walter. Juntou-se ao grupo, Alessandra Menezes da Rocha Orilio que, após ter exercido a função de estagiária com competência, passou a apoiar a área financeira do departamento.

Novidades continuam sendo implantadas para melhorar o atendimento aos colaboradores, associados e instrutores. E por falar em atendimento, a recepção ganhou um reforço no atendimento e direcionamento das ligações, com o retorno à nossa equipe de Maria das Graças Nascimento Cacimiro. Existem várias demandas, provenientes dos associados, nas modalidades física e jurídica, e, por essa razão, estão sendo implantadas melhorias no atendimento a todos.

Secretaria São Paulo

Em São Paulo, nas instalações do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) está sediada a Secretaria da ABRACO, tendo Thiara Andrade dos Santos como responsável no apoio aos cursos, eventos e atendimento aos interessados nos serviços prestados pela ABRACO. Com isso, ampliou-se o relacionamento com profissionais do setor, tanto no encaminhamento aos cursos como na adesão aos eventos.

Rosileia Mantovani, presidente da ABRACO

Certificação

O Gerente de Certificação Ednilton Alves Pereira, contando com o apoio de Ursula Moraes de Faria, Vannessa Coelho de Araújo e da ex-estagiária, recentemente contratada, Irlene da Silva Barbosa, é responsável por garantir a Certificação Profissional de Inspetores de Pintura Níveis 1 e 2. Considerando a melhoria contínua a que o setor está sendo submetido, nos últimos anos, houve uma redução considerável no tempo de análise documental para as certificações profissionais. Atualmente, está sendo estruturado o setor para garantir maior integridade e qualidade ao processo de certificação, com aquisição de equipamentos mais modernos e treinamento de colaboradores. São mais de 800 profissionais certificados e já foi iniciado um trabalho de organização e estruturação da área para receber a qualificação de profissionais de proteção catódica, pintores, jatistas e hidrojatistas.

A ABRACO empenha-se agora em ampliar a capacidade de qualificação profissional de inspetores de pintura, para atender à crescente demanda de profissionais, não só no eixo Rio-São Paulo, mas às Regiões Norte e Nordeste. Com a acreditação do Inmetro, a entidade contará com mais um reforço na apresentação da qualidade do processo de Certificação Profissional.

Avaliação da resistência à *corrosão* de superfícies modificadas de alumínio AA1100

Evaluation of corrosion resistance of modified surfaces of AA1100 aluminum

Por Daniel S. Yoshikawa

Resumo

A influência de tratamentos de modificação da superfície na resistência à corrosão do alumí - nio AA1100 foi investigada uti - zando ensaios de polarização potenciodinâmica, espectroscopia de impedância eletroquímica e microscopia eletrônica de varredura. O tratamento com moléculas auto-organizáveis (SAM) resultou em baixa estabilidade da camada superficial formada, enquanto o tratamento de boehmitização (imersão em água fervente por 20 minutos) seguido por tratamento em solução aquosa com SAM apresentou o melhor desempenho entre os tratamentos testados.

Abstract

The influence of surface modification treatments on the corrosion resistance of aluminum AA1100 was investigated by potentiodynamic polarization tests, electrochemical impedance spectroscopy and scanning electron microscopy. The treatment with self assembling molecules (SAM) resulted in a surface layer with lowest stability whereas boehmitization (immersion in boiling water for 20 minutes) followed by treatment in an aqueous solution with SAM showed the best performance among the tested treatments.

Introdução

O alumínio, juntamente com ferro e o aço, é um dos metais mais utilizados em aplicações industriais. Em ambiente de baixa agressividade, o filme de óxido formado espontaneamente na superfície do alumínio é protetor e proporciona boa resistência à corrosão. Entretanto, em atmosferas mais agressivas, essa proteção não é suficiente para evitar processos corrosivos exigindo a aplicação de tratamentos e revestimentos protetores [1,2]. Entre os tratamentos de superfície utilizados em alumínio, destaca-se a cromatização, que promove proteção com baixo custo. Porém, a cromatização, devido a restrições ambientais ao uso de cromo hexavalente e ao elevado custo envolvido nos tratamentos de resíduos tóxicos gerados nesse tratamento, tem se tornado inviável [3]. Tratamentos de superfície alternativos à cromatização vêm sendo estudados e entre os quais se pode citar o tratamento com moléculas auto-organizáveis (SAM) [4,5,6]. Nesse contexto, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar a viabilidade de se utilizar a modificação da superfície do alumínio AA1100 com moléculas auto-organizáveis (SAM) à base de difosfonatos, para substituir a cromatização.

Materiais e métodos

A composição química do alumínio AA1100 obtida por fluorescência de raios-X e espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado (ICP-OES) é mostrada na Tabela 1.

Antes de qualquer tratamento, amostras do alumínio AA1100 com dimensões de 20 mm x 200 mm foram lixadas até #1200 e, após desengraxe ultrassonico com água deionizada, foram polidas com suspensão de diamante até 1 µm. Algumas dessas amostras foram utilizadas nos ensaios de caracterização da superfície, enquanto outras foram submetidas aos tratamentos especificados na Tabela 2. Os ensaios eletroquímicos foram realizados em solução de sulfato de sódio (Na_2SO_4) 0,5 $mol.L^{-1}$, com pH ajustado em 4,0.

Resultados e discussão

Nas micrografias das Figuras 1(a) e 1(b), as quais foram obtidas com amostras polida e com tratamento PB, respectivamente é possível observar que o tratamento PB promoveu ataque corrosivo na superfície, removendo parte dos precipitados, deixando cavidades nas regiões onde esses precipitados foram totalmente ou parcialmente removidos.

Segundo a literatura [7], a película passiva sobre a matriz é

Tabela 1 – Composição química do alumínio AA1100

Elem.	*Fe*	*Si*	*Cu*	*Mg*	*Mn*	*Ti*	*Zn*	*V*	*Cr*	*Al*	*Outros*
% em	0,400	0,110	0,160	0,011	0,004	0,009	0,002	0,002	<8	99,00	
massa	±	±	±	±	±	±	±	±	mg.L-1	±	Restante
	0,010	0,010	0,010	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	(ppm)	0,001	

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

Tratamento	*Descrição*
Pré tratamento PB	Desengraxe em solução 133 Surtec® (pH =8,5-9,5) seguido por desengraxe em solução 181-B Surtec®, (pH =12-13). O tempo de imersão foi de três minutos a 40 ºC Desoxidação em solução 495-B SurTec® (pH =1,5-2,0) O tempo de imersão foi de três minutos a 40 ºC
Tratamento SAM	Amostra com pré-tratamento PB seguido por imersão em solução com 90 $mg.L^{-1}$ de alcano difosfonato $[PO(OH)_2(CH_2)_nPO(OH)_2]$, $10 \leq n \leq 12$, O tempo de imersão foi de três horas a 40 ºC
Passivação com Cr(VI)	Amostra com pré-tratamento PB seguido por imersão em solução SurTec® 653 (pH = 3,7) O tempo de imersão foi de três minutos a 40 ºC
Oxidação (OX)	Amostra com pré-tratamento PB seguido por imersão em água fervente durante 20 minutos
Oxidação e SAM (OS)	Amostra com tratamento OX seguido por imersão em solução com 90 $mg.L^{-1}$ de alcano difosfonato $[PO(OH)_2(CH_2)_nPO(OH)_2]$, $10 \leq n \leq 12$, O tempo de imersão foi de três horas a 40 ºC

mais frágil nas proximidades dos precipitados, podendo haver também a formação de zonas empobrecidas em Cu na matriz, diminuindo ainda mais a resistência à corrosão de regiões circunvizinhas aos precipitados, ideais para o início da corrosão localizada. As micrografias de amostras com tratamentos SAM, Cr(VI), OX e OS,apresentadas na Figura 2 indicaram que SAM foi o tratamento que provocou maior ataque à superfície da amostra, enquanto que o tratamento que menos atacou a superfície da amostra foi o OS, o que sugere que a camada de óxido-hidróxido atua como barreira ao ataque promovido pela solução contendo moléculas auto-organizáveis.

Os diagramas de Nyquist apresentados na Figura 3 obtidos para amostras com tratamentos PB, Cr(VI), SAM, OX e OS, após três dias de imersão na solução de sulfato de sódio, sugerem que o tratamento de imersão em água fervente (boehmitização), proporcionou um significativo aumento na resistência à corrosão, todavia, aparentemente este tratamento também aumenta a susceptibilidade à corrosão por pite, pela formação de uma camada porosa. A amostra com tratamento SAM apresentou forte degradação, porém, ensaios de impedância realizados com tempo de imersão inferior a três dias, revelaram um pequeno aumento de impedância. Esse comportamento pode ser explicado, tanto pelo processo de repassivação, quanto pelo "bloqueio" dos sítios ativos por produtos de corrosão. Outra observação importante é a indicação de atividade eletroquímica na superfície da amostra com Cr(VI). Este tipo de camada protege o substrato quando há processo de corrosão que levam à precipitação de produtos protetores nas regiões ativas. Os altos valores de impedância do alumínio AA1100 com tratamento OS ao longo do período de três dias de imersão, sugerem propriedades de barreira para a camada de óxido formada.

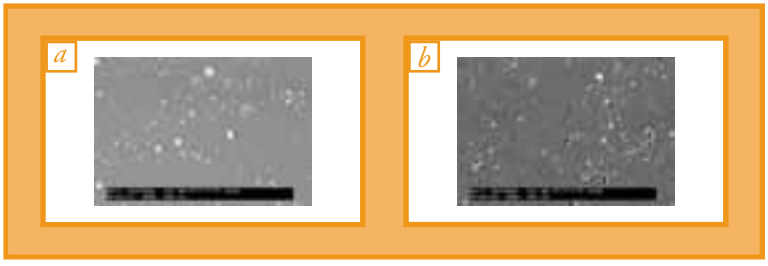


Figura 1 – Micrografias por MEV do alumínio AA1100 (a) polido com pasta de diamante até 1 μm e (b) polido e exposto ao pré-tratamento PB

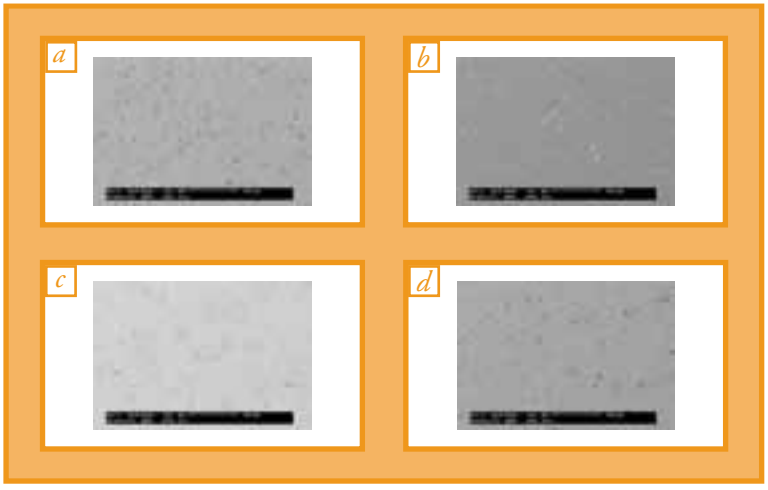


Figura 2 – Micrografias por MEV da superfície do alumínio AA1100 polido e submetido aos tratamentos:(a) SAM, (b) Cr VI, (c) OX, e (d) OS

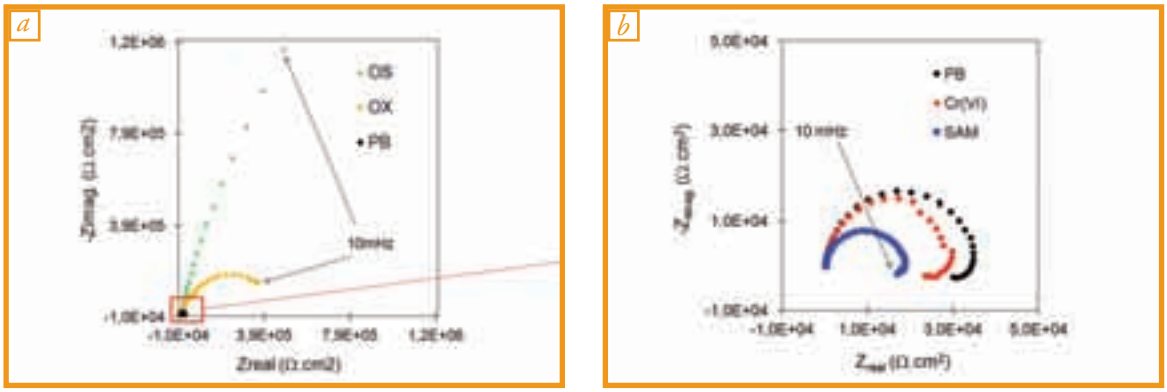


Figura 3 – Diagramas de Nyquist para alumínio AA1100 com os tratamentos (a) PB, OX e OS e (b) PB, Cr(VI) e SAM, após três dias de imersão em solução 0,5 mol. L^{-1} de Na_2SO_4, pH = 4,0

Os diagramas de ângulo de fase, Figura 4(a), para os tratamentos PB, SAM e Cr(VI) mostram um pico alargado, indicativo de interação de duas ou mais constantes de tempo, enquanto que nos diagramas dos tratamentos OX e OS nota-se uma nítida separação das constantes de tempo, sugerindo a existência de mais de um processo eletroquímico. Em estudos com a liga AA5052, foi sugerido que esses processos estão relacionados à presença de um óxido composto por uma camada externa porosa e uma camada interna e contínua [8]. Entretanto, no presente estudo, está sendo proposto que a segunda constante não está relacionada com o caráter dúplex do filme de óxido-hidróxido, como proposto por Baltat-Bazia et al. [9], mas possivelmente com a contribuição da formação de produtos hidratados nas regiões, em virtude da elevada atividade superficial. Os diagramas de módulo de Z, Figura 4(b) mostram, no limite das baixas frequências, impedâncias da ordem de 104 Ω.cm^2, para os tratamentos PB, Cr(VI) e SAM, enquanto que para os tratamentos OX e OS, os valores de impedância foram da ordem de 105 Ω.cm ^{2} e 106 Ω.cm ^{2}, respectivamente. Estes valores indicam a existência de filmes mais protetores relacionados a esses dois últimos tratamentos. O tratamento SAM pode ter causado um efeito prejudicial na resistência à corrosão do alumínio AA1100. Isto devido à superfície não ter sido previamente preparada com a formação do filme de óxido-hidróxido de alumínio, pelo qual as moléculas de alcano difosfonato possuem maior afinidade. Segundo a literatura [10,11], o tratamento com SAM pode não recobrir toda superfície do alumínio. Para os tratamentos OX e OS, pelo menos três constantes de tempo são facilmente identificadas nos diagramas de Bode, Figura 4(a), enquanto que para os tratamentos PB, SAM e Cr(VI) os diagramas de Nyquist, Figura 3(b) mostram arcos capacitivos achatados na região de alta frequência e arco indutivo para baixas frequências.

Na literatura [12,13], diferentes explicações têm sido sugeridas para esse comportamento indutivo, podendo estar relacionado com a presença de oxigênio adsorvido na interface metálica, presença de inibidores, além de relaxação de espécies adsorvidas. No presente estudo, é proposto que o arco indutivo existente nas amostras com tratamento SAM PB e Cr(VI) estaria relacionado com a relaxação de íons sulfato adsorvidos no filme de óxido

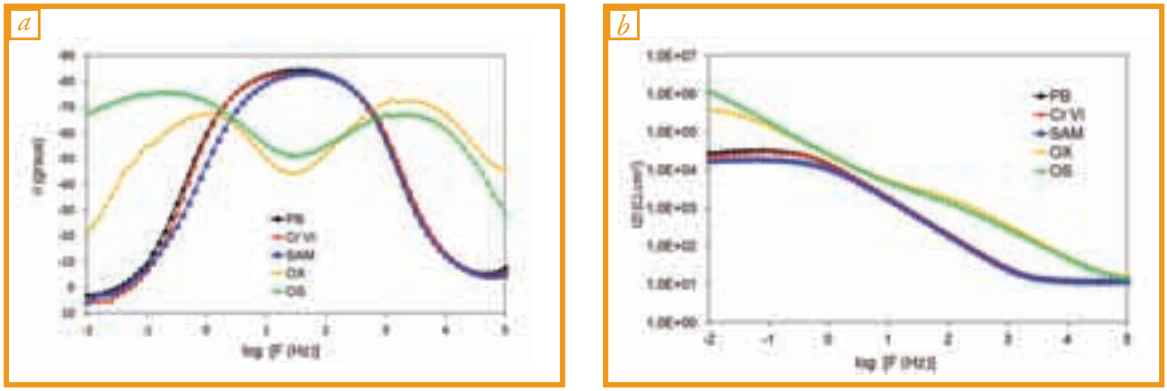


Figura 4 – Diagramas de (A) ângulo de fase de Bode e (B) módulo de Z para o alumínio AA1100 com tratamentos PB, Cr(VI), SAM, OX e OS para três dias de imersão em solução 0,5 mol L^{-1} de Na_2SO_4 tamponada, pH=4

passivo presente na superfície do alumínio.

A Figura 5 apresentata curvas de polarização anódica para o alumínio AA1100 com tratamentos PB, Cr(VI), SAM, OX e OS que foram obtidas após três dias de imersão em solução de ensaio.

As curvas obtidas com amostras com tratamento OX e OS mostram polarização da reação anódica e um aumento do potencial de corrosão comparado com o tratamento PB. O filme de óxido-hidróxido é responsável pela alta resistência ôhmica entre as regiões anódicas e catódicas. O aumento da densidade de corrente observado para o tratamento OX em potencial de -0,06 V, todavia, é indicativo da tendência à quebra do filme superficial. A superfície com tratamento SAM mostrou despolarização da reação anódica, além de um aumento de corrente típico de quebra da camada passiva em potenciais de cerca de -0,26 V. Possíveis causas para este comportamento são o ataque da camada de passiva durante imersão na solução com SAM, e o acesso do eletrólito aos defeitos existentes na superfície das amostras. Esses defeitos são gerados pela remoção dos precipitados e configuram condições ideais para nucleação e crescimento de pites. Estes resultados mostram que o tratamento SAM não oferece proteção para o alumínio AA1100, se não for precedido de um tratamento preliminar para crescimento de camada de óxido-hidróxido.

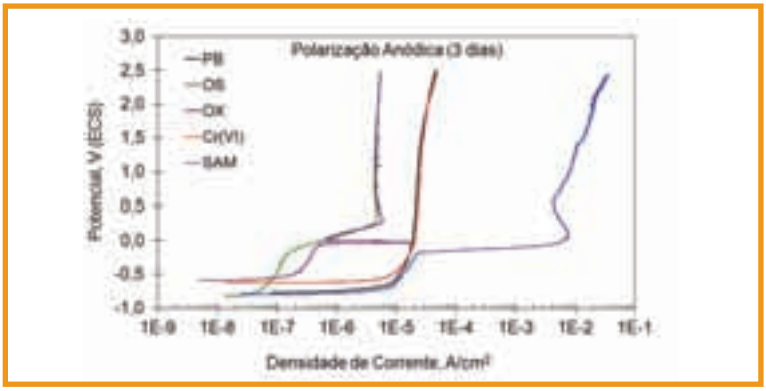


Figura 5 – Curvas de polarização anódica para alumínio AA1100 com tratamentos PB, SAM, Cr(VI), OX e OS após três dias de imersão em solução 0,5 mol L^{-1} de sulfato de sódio, pH = 4

Conclusões

O tratamento de imersão em soluções de desengraxe e desoxidação promoveu ataque e remoção de precipitados da superfície do alumínio AA1100 mostrando que, além de remover oleosidades e sujeiras, este tratamento causa a "limpeza" da superfície, pela redução na quantidade de precipitados.

O tratamento de modificação da superfície do alumínio AA1100 com moléculas auto-organizáveis (SAM) não produziu aumento da resistência à corrosão da superfície por períodos prolongados. Essa baixa eficácia do tratamento SAM foi atribuída à agressividade da solução com SAM, pH = 3 e ao longo tempo de tratamento adotado.

Os resultados deste trabalho indicaram que o tratamento associado à maior resistência da superfície do alumínio AA1100 foi o que consistiu em imersão em água fervente seguido por imersão em solução com SAM (OS), enquanto o relacionado com a maior susceptibilidade à corrosão foi o tratamento com moléculas auto-organizáveis (SAM).

Referências bibliográficas

CAMPESTRINI, P., VAN WESTING, E.P.M., DE WIT, J.H.W. *Influence of surface preparation performance of chromate conversion coatings on Alcald 2024 aluminum alloy Part I: EIS investigation. Electrochimica Acta*, v.46, p 2631-2647, 2001.

PALOMINO, L. M., SUEGAMA, P. H., AOKI, I. V., MONTEMOR, M. F., DE MELO, H. G. *Electrochemical study of modified non-functional bis-silane layers on Al alloy 2024-T3. Corrosion Science*, v.50, p.1258-1266, 2008.

ANVISA, *Agência Nacional de Vigilância Sanitária* www.anvisa.gov.br, acesso em 30/12/2012.

De SOUZA, YOSHIKAWA, D.S, IZALTINO, W.A.S., ASSIS, S.L., COSTA, I. *Nanostructured surface based on self-assembled molecules for corrosion protection of Alclad 7475-T761 aluminum alloy, Materials and Corrosion*, v.62, p.913-919, 2011

BANCZEK, E.P., MORAES, S.R., ASSIS, S.L., COSTA, I., MOTHEO, A.J. *Effect of surface treatments based on self-assembling molecules and cerium coatings on the AA3003 alloy corrosion resistance, Materials and Corrosion*, v.62, 2011. DOI: 10.1002/maco.201106205.

SZURKALO, M., *Investigação do efeito de moléculas auto-organizáveis na resistência à corrosão da liga de alumínio 1050. Dissertação (mestrado), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares*, 2009.

QUEIROZ, F.M., *Estudo do Comportamento de Corrosão dos Intermetálicos Presentes na Liga AA 2024-T3, por meios de Técnicas de Microscopia Associada a Técnicas Eletroquímicas. Tese (doutorado), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares*, 2008.

YOSHIKAWA, D.S., ASSIS, S.L., IZALTINO, W.A.S., DE SOUZA, S., COSTA, I. *Estudo do comportamento de corrosão da liga 5052 tratada com moléculas auto-organizáveis. Tratamento de Superfície*, v.1, p.24-29, 2009.

BALTAT-BAZIA, A., CELATI, N., KEDDAN, M., TAKENOUTI, H., WIART, R., *Electrochemical*

impedance spectroscopy and electron micros copies applied to the structure of anodic oxide layers on pure aluminum. Materials Science Forum, v.111-112, p. 359-368, 1992.

REIS, F. M., *Investigação do Tratamento com Moléculas Auto-Organizáveis para Substituição da Cromatização da Liga AA5052H32 no Preparo da Superfície Prévio a Pintura. Dissertação (Mestrado), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares*, 2005.

SUEGAMA, P. H., YOSHIKAWA, D. S., DE SOUZA, S., TERADA, M., COSTA I. *Electrochemical, chemical and morphological characterization of self-assembled molecules for corrosion protection of Alclad 7475-T761 aluminum alloys. In: 8th Symposium on Electrochemical Impedance Spectros - copy*. Carvoeiro, Portugal, 2010.

AOKI, I.V., BERNARD, M.C., DE TORRESI, S.I.C., DESLOUIS, C., DE MELO, H.G., JOIRET, S., TRIBOLET, B. *Ac-impedance and Raman spectroscopy study of the electrochemical behavior of pure aluminum in citric acid media. Electrochimica Acta*, v.46, p. 1871-1878, 2001.

REIS, F.M., DE MELO, H.G., COSTA, I. EIS *Investigation on Al 5052 Alloy Surface Preparation for Self-Assembling Monolayer. Electrochimica Acta*, v.51, p.1780-1788, 2006.

Daniel Sierra Yoshikawa
Graduado em física médica pela UNESP e mestrado em Tecnologia Nuclear pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN-SP). Doutorando em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, na Escola Politécnica – USP. Atua na área de corrosão e proteção de materiais metálicos.

Sérgio Luiz de Assis
Graduado em engenharia química pela Universidade Federal de São Carlos. Mestrado e doutorado em Tecnologia Nuclear pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Pesquisador no IPEN/CNEN-SP, atuando na área de corrosão e proteção de materiais metálicos.

Maysa Terada
Graduada em engenharia pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Mestrado pela USP e doutorado pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Pesquisadora no IPEN/CNEN-SP atuando na área de corrosão e proteção de materiais metálicos.

Isolda Costa
Graduada em engenheira química. Mestrado pela Universidade de São Paulo, doutorado pela University of Manchester Institute of Science and Technology, no Corrosion and Protection Centre (UMIST). Pesquisadora na área de Corrosão no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN-SP).

Contato: yoshikawads@gmail.com

Distribuidor Autorizado:
GRACO ETQC Set FESTOOL

WS

Completa Linha de equipamento para Pintura e Inspeção

Recuperadora de Solvente

Lixamento sem pó

Airspray

Airless

Airless Bicomponente Automático

Kit Bresle

Medidor de Camada Seca

Pente de Medição

SSPC SP11

www.wsequipamentos.com.br
(19) 3469.9889 - ws@wsequipamentos.com.br - Americana - SP

Estudo da resistência à corrosão de *revestimentos* aspergidos termicamente

Corrosion resistance of coatings deposited by thermal spray

Letícia P. Lira

Resumo

Neste trabalho realizou-se o estudo da resistência à corrosão de revestimentos cerâmicos (1-TiO_2-8%Al_2O_3 e 2-Cr_2O_3-5%SiO_2-3%TiO_2) – aspergidos por LVOF –, metálicos (3-Co-28,5%Mo-17,5%Cr-3,4Si e 4-C-28%Cr-4%W-3%Ni-3%Fe) e compósito (5-WC-12%Co) – aspergidos por HVOF –, depositados sobre um substrato de liga de alumínio 7475. Ensaios de polarização potenciodinâmica em meio de NaCl 3,5 % foram realizados nos revestimentos e no substrato para avaliar a resistência à corrosão. Os revestimentos 1, 2, 3, 4 e 5 apresentaram melhor resistência à corrosão quando comparados ao substrato.

Abstract

The aim of this work is evaluate the corrosion resistance of ceramic (1-TiO_2-8%Al_2O_3 and 2-Cr_2O_3-5%SiO_2-3%TiO_2), metallic (3-Co-28.5%Mo-17.5%Cr-3.4Si and 4-Co-28%Cr-4%W-3%Ni-3%Fe) and composite (5-WC-12%Co) coatings deposited onto 7475 aluminum alloy substrate. Metallic and composite coatings were produced by HVOF process and ceramic coatings were produced by LVOF process. Potentiodynamic polarization tests were performed on the coatings and substrate using NaCl 3,5 % solution. The investigation showed that 1, 2, 3 and 4 coatings presented better corrosion resistance than the substrate.

Introdução

No setor aeronáutico, a dificuldade para resolver os problemas causados pela corrosão aumenta os custos com manutenção e diminuem a vida útil das aeronaves. Diversas técnicas são utilizadas para prevenir e controlar a corrosão, como a aplicação de pinturas e tratamentos químicos da superfície [1]. Outra possibilidade é a deposição de revestimentos utilizando o processo de aspersão térmica.

A aspersão térmica consiste num grupo de processos onde partículas de materiais metálicos ou não metálicos são depositadas sobre uma superfície previamente preparada [2]. Esta técnica possui a vantagem de oferecer uma grande variedade de materiais que podem ser utilizados como revestimentos, podendo ser selecionados de acordo com a aplicação desejada.

Os revestimentos duros – como os cerâmicos e compósitos – são muito usados para aumentar a resistência à corrosão de superfícies [3].

Este trabalho tem como objetivo avaliar a resistência à corrosão de revestimentos duros (metálicos, cerâmicos e compósito) em meio salino, depositados por aspersão térmica sobre um substrato de liga de alumínio 7475 endurecida por precipitação, utilizando-se a técnica da polarização potenciodinâmica.

Metodologia

Os pós cerâmicos 1 (TiO_2-8%Al_2O_3) e 2 (Cr_2O_3-5%SiO_2-3%TiO_2), metálicos 3 (Co-28,5%Mo-17,5%Cr-3,4Si) e 4 (Co-28%Cr-4%W-3%Ni-3%Fe), e compósito 5 (WC-12%Co) foram depositados sobre o substrato de liga de alumínio 7475 endurecida por precipitação, utilizando-se os processos de aspersão térmica HVOF – para pós metálicos e compósito – e LVOF – para o pó cerâmico. Os revestimentos foram produzidos pela empresa Ogramac Engenharia de Superfície, com os equipamentos JP 5000 (HVOF) e Terodin 2000 (LVOF).

As amostras foram cortadas e suas superfícies lixadas para minimizar sua rugosidade. Em seguida, foram limpas em ultrassom com acetona, álcool e água destilada, nesta ordem, por um período de 10 minutos. Após este processo, as amostras foram posicionadas numa célula eletroquímica, composta por um eletrodo de referência de calomelano saturado (ECS), um eletrodo auxiliar de platina e a solução de NaCl 3,5% (pH = 7).

Os ensaios de polarização potenciodinâmica foram realizados num potenciostato modelo PGSTAT 302, da Autolab, com janela de potencial de -1 V a 1,2 V e velocidade de varredura de 1 mV/s. Os parâmetros eletroquímicos E_{corr} (potencial de corrosão), R_p (resistência de polarização), I_{corr} (densidade de corrente de corrosão) e I_{1V} (densidade de corrente equivalente ao potencial de 1 V) foram obtidos meio do *software General Purpose Electrochemical System* (GPES), versão 4.9. As curvas de polarização potenciodinâmicas foram geradas no programa Origin 6.0.

Tabela 1 – Parâmetros eletroquímicos obtidos a partir das curvas de polarização potenciodinâmica

Materiais	E_{corr} *(mV/ECS)*	I_{corr} *(nA/cm²)*	I_{1V} *(mA/cm²)*	R_p *(kΩ.cm²)*
(1)	-509	234,37	23,16	3,86
(2)	-689	288,09	03,00	2,19
(3)	-396	176,39	10,92	4,96
(4)	-429	184,90	02,05	5,52
(5)	-539	331,42	04,42	3,39
Al 7475	-725	329,59	24,50	0,47

As superfícies dos materiais após os ensaios foram observadas com o microscópio eletrônico de varredura (MEV) modelo 440 Leo, da Zeiss, com filamento de tungstênio e microssonda acoplada.

Resultados e discussão

Na figura 1 apresentam-se as curvas de polarização potenciodinâmicas dos revestimentos e do substrato.

Estudos realizados em Co puro mostraram que este apresenta apenas comportamento de dissolução ativa quando exposto a meios com cloretos e pH 7 (4, 5). Já em ligas a base de cobalto tem-se um comportamento ativo e passivo (6, 7), tal como pode ser visto na região anódica das curvas de polarização dos revestimentos 3 e 4, que exibem picos evidenciando a formação de pite, como mostra a figura 2.

O revestimento compósito 5 (WC-12%Co) também apresenta parte ativa e passiva na região anódica da curva de polarização (figura 1). Nesse tipo de material a parte ativa indica a oxidação do Co (5, 8-9), ocorrendo certo grau de passivação, provavelmente provocado pela formação do filme óxido mostrado na figura 3.

Associando as curvas de polarização aos parâmetros eletroquímicos descritos na tabela 1, verifica-se que os potenciais de corrosão (E_{corr}) dos revestimentos 1, 2, 3, 4 e 5 são superiores ao do substrato, indicando que seu processo corrosivo é posterior ao do substrato.

A densidade de corrente de corrosão (I_{corr}) está associada à taxa ou velocidade de corrosão (10 e 11). Desta forma, observando-se Icorr do revestimento 5 e do substrato é possível afirmar que apresentam taxas de corrosão semelhantes, apresentando altos valores. Entretanto, após um período prolongado sobre a influência do meio, como mostra a densidade de corrente para 1 V – I_{1V}, o revestimento 5 corrói mais lentamente devido a ação do filme de óxido formado sobre sua superfície (figura 3), fazendo com que o revestimento apresente maior resistência de polarização R_p.

Quanto aos revestimentos 1, 2, 3 e 4, apresentam uma taxa de corrosão inferior à do substrato, embora o revestimento 1, após um longo período de exposição ao meio, apresente I_{1V} próxima do substrato. Já o revestimento 3, após um período de exposição ao meio, exibe I_{1V} maior que a dos revestimentos 2, 4 e 5. Tal fato pode estar associado à presença de trincas na superfície corroída do revestimento 3 [12], conforme pode ser visto na figura 2a.

Conclusões

Todos os revestimentos apresentaram resistências à corrosão superiores a do substrato, em meio salino, sendo notável a eficiência deste tipo de deposição na proteção contra a corrosão do substrato. Dentre os revestimentos, o 4 destacou-se por apresentar o melhor desempenho à corrosão, inclusive para longos períodos de exposição ao meio salino, tornando-se o mais indicado para proteção do substrato.

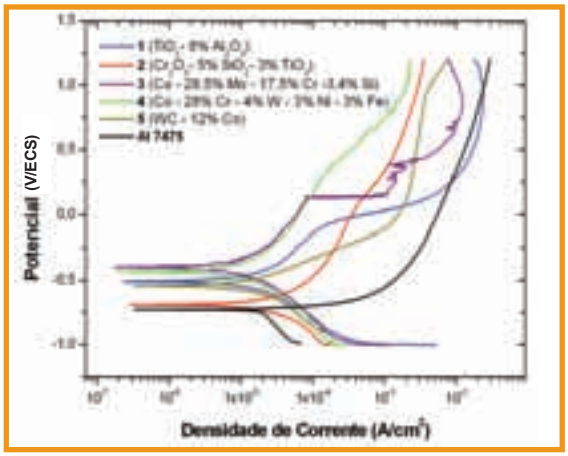


Figura 1 – Curvas de polarização potenciodinâmica dos revestimentos e substrato

Referências bibliográficas

1. AMERICAN SOCIETY FOR METALS. *Metals handbook: Corrosion: Environments and Industries. Materials Park*: 2006. v. 13C.
2. AMERICAN WELDING SOCIETY. *Thermal spraying: practice, theory and application. Miami*: AWS, 1985.
3. AMERICAN SOCIETY FOR METALS. *Handbook of thermal spray technology. Materials Park*: 2004.
4. JUNG, H.; ALFANTAZI, A. *Corrosion properties of electrodeposited cobalt in sulfate solutions containing chloride ions. Electrochimica Acta.*

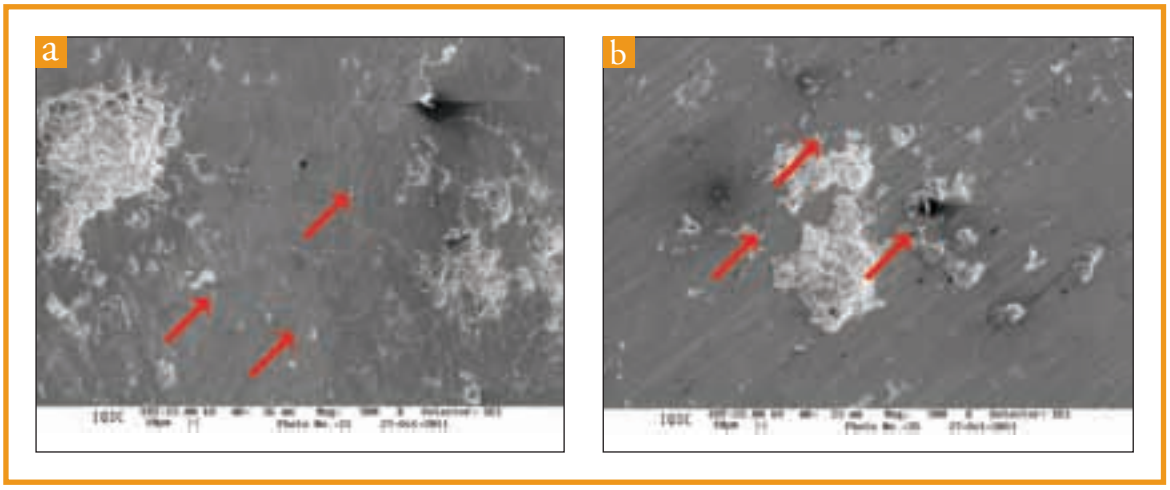


Figura 2 – Microscopia eletrônica de varredura da superfície corroída dos revestimentos metálicos: (a) revestimento 3 e (b) revestimento 4

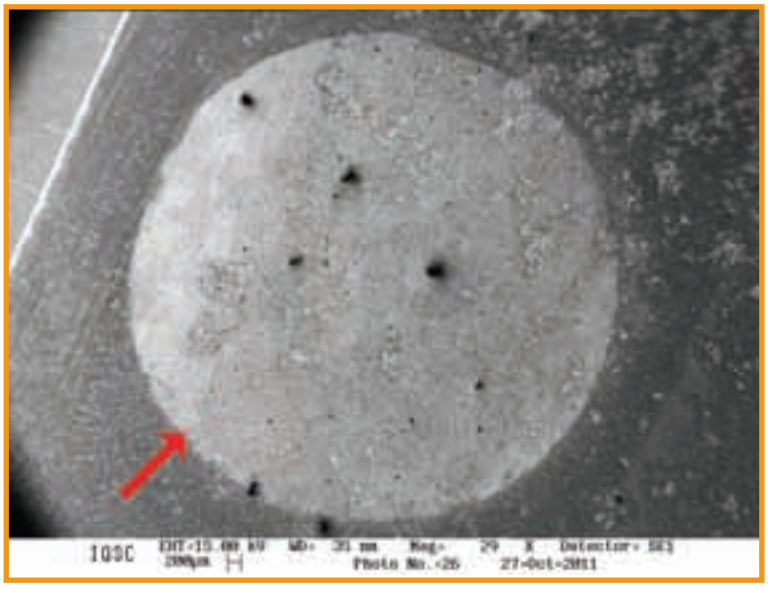


Figura 3 – Microscopia eletrônica de varredura do filme óxido formado sobre o revestimento 5 (compósito)

Vancouver, v. 55, p. 865-869, Jan. 2010.

5. MONTICELLI, C.; FRIGNANI, A.; ZUCCHI, F. *Investigation on the corrosion process of carbon steel coated by HVOF WC/Co cermets in neutral solution. Corrosion Science*. Ferrara, v. 46, n. 5, p. 1225-1237, May 2004.
6. SWAMINATHAN, V. et al. *Electrochemical investigation of chromium oxide-coated Ti-6Al-4V and Co-Cr-Mo alloy substrates. Journal of biomedical materials research part b: applied biomaterials*. New York, v. 98B, n. 2, p. 369-378, June 2011.
7. HSU, R. W. et al. *Electrochemical corrosion studies on Co–Cr–Mo implant alloy in biological solutions. Materials Chemistry and Physics*. Taiwan, v. 93, n. 2-3, p. 531-538, Apr. 2005.
8. SUTTHIRUANGWONG, S; MORI, G. *Corrosion properties of Co-based cemented carbides in acidic solutions. International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*. Leoben, v. 21, n. 3-4, p. 135-145, June 2003.
9. LEKATOU, A.; ZOIS, D.; GRIMANELIS, D. *Corrosion properties of HVOF cermet coatings with bond coats in an aqueous chloride environment. Thin Solid Films. Ioannina*, v. 516, n. 16, p. 5700-5705, July 2007.
10. WOLYNEC, S. *Técnicas eletroquímicas em corrosão*. São Paulo: EDUSP, 2003.
11. PEREZ, N. *Electrochemistry and corrosion science*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004.
12. BEYRAGH, M. R. S. et al. A *Comparison between the Corrosion Resistances of High Velocity Oxy Fuel (HVOF) Sprayed Coatings and Hard Chromium Coatings. Materials Science Forum*. Tabriz, v. 673, p. 173-178, Jan. 2011.

Letícia P. Lira
Mestre – Escola de Engenharia de São Carlos-USP
Carlos A. Picone
Doutor – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira-UNESP
Frederico A. P. Fernandes
Doutor – Escola de Engenharia de São Carlos-USP
Germano Tremiliosi Filho,
Doutor – Instituto de Química de São Carlos-USP
Luiz C. Casteletti
Doutor – Escola de Engenharia de São Carlos-USP

Contato com a autora:
leticialira@gmail.com

O *mito* da corrosão branca

The myth of the white rust

Por Paulo Silva Sobrinho

Resumo

Este artigo explica as causas de formação da corrosão branca (mistura de óxido de zinco e hidróxido de zinco) na superfície do aço após a galvanização por imersão a quente, durante a formação da camada passivada do zinco puro. Explica também por que não deve ser motivo de rejeição do aço galvanizado e como preveni-la.

Abstract

The article explains the causes of formation of the white rust (zinc oxide and zinc hydroxide mixture) on steel surface after hot-dip galvanizing, during the formation of the passivated layer of pure zinc. It explains the reason why it does not have to be considered a cause for rejection of the galvanized steel and how to prevent it.

Introdução

Alguns metais apresentam uma condição termodinâmica instável e tendem a mudar para uma condição estável pela formação de óxidos, hidróxidos, sais etc. Assim, a corrosão é um processo espontâneo e indesejável. Uma das formas de combater a corrosão consiste em evitar o contato do metal com o meio corrosivo. Pode-se, por exemplo, recobrir o metal com revestimentos metálicos e orgânicos, de espessura e composição adequadas.

Os revestimentos protetores são películas aplicadas sobre a superfície metálica e que dificultam o contato da superfície com o meio corrosivo, objetivando minimizar a deterioração da mesma pela ação do meio. O tempo de proteção dado por um revestimento depende do tipo de revestimento (natureza química), das forças de adesão, da sua espessura e da permeabilidade à passagem do eletrólito através da película. Influenciará também o mecanismo de proteção. Nos revestimentos protetores o mecanismo de proteção é denominado proteção por barreira ou por retardamento do movimento iônico. Em virtude da porosidade da película, depois de algum tempo, o eletrólito chegará à superfície metálica e iniciará um processo corrosivo. Desta forma, a falha do revestimento dá-se sempre por corrosão sob a película, com exceção, é claro, dos casos em que a própria película é atacada pelo meio corrosivo ou danificada por ações mecânicas.

Outra forma de ampliar a vida de um revestimento é quando ele possui um mecanismo adicional de proteção denominado proteção catódica. Neste caso, forma-se uma pilha galvânica entre o metal de base e o metal do revestimento. Esse fato ocorre quando se utilizam revestimentos metálicos menos nobres que o metal a se proteger.

Assim, o revestimento metálico age como anodo de sacrifício, permitindo a proteção do metal-base (que passará a ser o catodo da pilha) contra a corrosão.

Corrosão branca

O zinco é o metal mais indicado e mais utilizado para a proteção de superfícies metálicas contra a corrosão, devido à sua facilidade de aplicação e seu baixo custo, a exemplo da Galvanização por Imersão a Quente. Através de cálculos termodinâmicos e de medidas de potencial de eletrodo, vemos que o zinco é um metal bastante reativo, portanto com uma tendência apreciável para se corroer. Na prática, o zinco sacrifica-se sofrendo corrosão, protegendo assim o metal base.

A cobertura de zinco quando danificada funciona como proteção catódica. Esta prolongará a vida útil do substrato e dependerá da espessura da camada de zinco e da extensão da área exposta. Se considerarmos o revestimento galvanizado por imersão a quente em uma estrutura de aço que foi arranhada acidentalmente durante o descarregamento, a umidade da atmosfera criará uma célula eletrolítica entre o revestimento de zinco e o aço exposto pelo risco. O zinco então corrói preferencialmente ao aço, que é assim protegido.

Óxido de zinco é o produto de corrosão inicial do zinco em atmosfera relativamente seca e é formado pela reação entre o zinco e o oxigênio presente na atmosfera. Na presença de umidade, este produto é convertido em hidróxido de zinco. O hidróxido de zinco e o óxido de zinco ainda reagem com o dióxido de carbono presente no ar para formar carbonato de zinco. O carbonato de zinco é aderente e relativamente insolúvel e é o principal responsável pela excelente proteção anticorrosiva proporcionada pelo revestimento galvanizado.O filme de carbonato de zinco forma-se razoavelmente rápido e a taxa de crescimento diminui com o tempo. Este processo é denominado pelos galvanizadores de "Cicatrização", esquematizado abaixo.

"Cicatrização"

$$(Zn \xrightarrow[ar]{} ZnO \xrightarrow[umidade]{} Zn(OH)_2 \xrightarrow[CO_2]{} ZnCo_3$$

Quando o acesso de dióxido de carbono atmosférico na su-

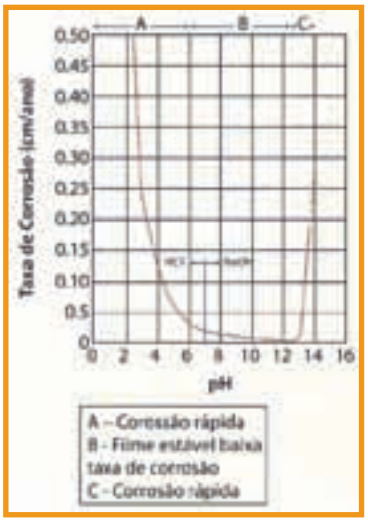


Figura 1 – Efeito do pH na taxa de corrosão do zinco. Fonte: Hall (1970)

perfície galvanizada é restrito, o filme de carbonato de zinco protetivo não se forma. Ao invés dele, um depósito branco consistindo essencialmente de uma mistura de óxido de zinco e hidróxido de zinco é formado. Este depósito branco é chamado de corrosão branca. As manchas brancas raramente causam danos permanentes, mas se consideradas indesejáveis do ponto de vista estético e podem ser removidas por escovação, usando uma escova de cerdas rígidas, ou por tratamento com um ácido fraco seguido por lavagem e secagem.

Corrosão branca não significa má qualidade

A ABNT NBR 6323 – Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido (Especificação) menciona no sub-item 6.1.2 que "Excesso de zinco, inclusão de fluxo e corrosão branca apenas serão considerados motivos de rejeição se comprometerem a funcionalidade e/ou a durabilidade do material" e, na Nota 1 do mesmo sub-item, que "A corrosão branca não é prejudicial à durabilidade do material quando esta não diminuir a espessura do revestimento abaixo do especificado…"

A superfície galvanizada escurece durante a exposição prolongada pelo acúmulo de sujeira e poeira, especialmente em atmosferas urbanas e industriais. O mais importante contaminante a ser considerado em corrosão atmosférica do zinco é o dióxido de enxofre.

Seu efeito é particularmente notado sob condições de umidade alta. A reação de corrosão pode ser complexa, mas no final resulta em sulfato de zinco presente no produto de corrosão.

Os revestimentos galvanizados por imersão a quente possuem uma camada externa de zinco puro, formado durante a extração da peça do banho de zinco fundido, e é esta camada que proporciona a longa vida deste filme protetivo, sendo proporcional à espessura total da camada. Um revestimento galvanizado por imersão a quente, de espessura comercial, em uma estrutura de aço, dependendo do meio, pode ter uma vida de não menos que 40 anos ao todo.

Como a superfície de zinco resiste à corrosão atmosférica, a taxa de corrosão do zinco é muito baixa em meio ambiente neutro, aumentando em condições extremas de acidez e alcalinidade. Veja a Figura 1.

A galvanização por imersão a quente envolve imergir o substrato com superfície limpa em um banho de zinco fundido, o qual reage com o ferro formando uma camada. O revestimento de zinco consiste de uma camada externa de zinco puro e de uma série de compostos intermetálicos zinco-ferro presentes entre a camada externa de zinco e o substrato de aço.

Cada uma dessas regiões pode ser afetada pelo tempo de imersão e pela temperatura do banho, assim como pela composição química do banho e do substrato do aço. A qualidade do revestimento é influenciada ainda pelas operações de preparação da peça (pré tratamento da superfície como desengraxe, decapagem, fluxagem e secagem), operações e tratamento após galvanização (lavagem e passivação), e também pelo estado superficial da peça a ser galvanizada.

Passivação

A passivação retarda o aparecimento da chamada "Corrosão Branca". Se a peça for posteriormente destinada à pintura, não poderá ser passivada, em função da não aderência da tinta sobre a camada passivada. Se a peça for pintada, o ideal é que isto aconteça logo após a galvanização. Há galvanizadores que possuem um setor de pintura e também há aqueles que cedem

Figura 2 – Exemplos práticos de corrosão branca

Figura 3 – Tanque de galvanização por imersão a quente.

espaço para que seus clientes a faça. O Sistema de pintura sobre o galvanizado é denominado Sistema Duplex.

Em algumas galvanizações, aproveita-se o tanque de resfriamento para realizar a passivação da camada de zinco das peças galvanizadas.

Trata-se de um banho rápido em soluções cromatizantes, à base de ácido crômico e bicromato de sódio. Neste banho (etapa de passivação), a estabilização da camada de zinco ocorre em segundos, através de uma série de reações químicas entre o passivador e a superfície galvanizada, formando uma capa protetora em torno de 0,5 µm de cromato de zinco insolúvel. Esta passivação confere ao galvanizado um aspecto ligeiramente amarelado, sendo mais claro quanto menor a concentração da solução ou menor o tempo de imersão.

A camada com solução cromatizante dura em média 30 dias, se o material for armazenado em local coberto. Em local descoberto a chuva lavará a solução da superfície. O aparecimento da corrosão branca é um indício de que a peça já está sem a camada passivada pela solução cromatizante.

Considerações finais

A Galvanização constitui-se no processo de melhor custo benefício em relação a outros processos de proteção contra corrosão como óleo, tintas, vernizes, resinas e outros. Além do mais, conforme a agressividade do meio ou região em que se encontram as peças, existe ainda a possibilidade de garantir uma proteção extra do galvanizado com a pintura sobre a sua superfície, processo conhecido como Duplex. Este processo pode prolongar a vida útil de uma peça em até 2,5 vezes em relação à peça simplesmente protegida apenas com pintura.

Em função de ser um processo simples, rápido e acompanhar o desenvolvimento sustentável, as empresas de galvanização conseguem atender o mercado de forma rápida, eficaz e estão disponíveis em todo o país com instalações de diversas capacidades e equipamentos de processo.

Atualmente existe uma tendência do uso da galvanização em construções metálicas e nos aços em casas. Estas edificações são erguidas rapidamente, sem maiores transtornos à vizinhança, que, se comparando às construções de concreto, têm-se uma redução significativa de consumo de água, redução sensível no tráfego de caminhões,

Figura 4 – Peças passando pelo tanque de passivação

visto que as estruturas são produtos semi-acabados, redução de entulhos gerados por escavações já que as dimensões e a resistência mecânica do aço permite menores fundações e assim por diante.

Precisamos nos conscientizar de que necessitamos de construções sustentáveis, ou seja, com vida útil longa, com componentes de alta durabilidade, minimizando desta forma o uso dos recursos naturais.

Notas

Atualmente, a CEE 114 – Comissão Especial de Estudo da Galvanização por Imersão a Quente da ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, reativada em dezembro de 2012, com sede no ICZ – Instituto de Metais Não Ferrosos – estudará a eliminação da etapa de passivação no Brasil, a exemplo do que é praticado na Europa.

A NBR 6323 – Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido (Especificação) está sendo revisada e deverá apresentar na nova versão as melhores formas para envio dos produtos a serem galvanizados, com furações (locais e dimensões) para permitir a passagem do zinco liquefeito por toda superfície a ser galvanizada, externa e internamente, além da inserção sobre acabamento final do galvanizado em função da composição química do material base enviado para o galvanizador.

Referências Bibliográficas

- Guia da Galvanização – ICZ
- Acervo Fotos de Associados – ICZ
- AGA – *American Galvanizers Association*.
- GA – *Galvanazing Association*

Paulo Silva Sobrinho

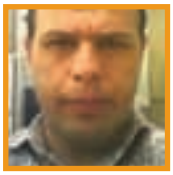
Engenheiro Metalurgista, graduado pela FAAP-SP..

Atualmente é Coordenador Técnico do ICZ – Instituto de Metais Não Ferrosos e Coordenador da CEE 114 – Galvanização por Imersão a Quente – do CB 43 da ABNT

Contato: paulo.sobrinho@icz.org.br

Monitoramento e inspeção de *fundações metálicas* de linhas de transmissão devido à corrosão

Monitoring and inspection of metal foundations of electricity transmission lines due to corrosion



Por Giovani Eduardo Braga

Resumo

Para empresas de geração e transmissão de energia elétrica, muitas perdas e riscos estão associados a processos corrosivos que ocorrem em estruturas enterradas, como pés de torres e fundações de linhas de transmissão (LTs). O controle de corrosão em fundações de LTs envolve o levantamento e análise de dados originados por diferentes métodos de inspeção e práticas de rotinas de manutenção e reparo. Um programa de gerenciamento de integridade de fundações contra corrosão deve analisar de forma integrada todas as informações de dados de inspeção para manter níveis elevados de confiabilidade e continuidade operacional das instalações. O objetivo geral desta contribuição é mostrar resultados de monitoramento e inspeção da integridade em fundações metálicas de LTs devido à corrosão, para a avaliação da vida útil, através de dados de medição em campo.

Abstract

For businesses of generation and transmission of electricity, many losses and risks are associated with corrosive processes that occur in underground structures such as towers and foundations feet of transmission lines (LTs). The corrosion control in foundations of LTs involves the collection and analysis of data originating from different inspection methods and practices for routine maintenance and repair. A management program integrity foundations corrosion should analyze all information integrated inspection data to maintain high levels of reliability and operational continuity facilities. The aim of this contribution is to show results of monitoring and inspection of the integrity of foundations metal due to corrosion, for the evaluation of life, through measurement data in the field.

Introdução

A fundação da LT faz parte, juntamente com o suporte (estrutura) aéreo, da função estrutural da LT, ou seja, suportar os cabos e seus acessórios de forma segura, mantendo as distâncias elétricas definidas pelas características elétricas exigidas. A fundação é o elemento da LT que sustenta todos os demais, fixando-os ao solo. Assim, as cargas mecânicas de atuação nas fundações vêm das cargas atuando nos demais elementos e da geometria, principalmente da estrutura aérea. A partir destas informações, mais a resistência do solo, faz-se o dimensionamento e projeto das fundações. Elas podem ser de diversos tipos e materiais, variando em função do tipo de estrutura (postes, autoportantes e estaiadas), da topografia, da constituição (resistência mecânica) do terreno e dos custos de construção e manutenção.

Devido ao fato de estar envolvida (enterrada) diretamente no solo, o processo de inspeção de corrosão é difícil e caro, mesmo porque os quantitativos passam de milhares. Portanto, é de interesse que se tenha técnicas alternativas a inspeção visual para avaliação, abordagem, definição de riscos etc.

O controle de corrosão em fundações de LTs envolve o levantamento e análise de dados originados por diferentes métodos de inspeção e práticas de rotinas de manutenção e reparo. Neste caso, um programa de gerenciamento de integridade de fundações contra corrosão deve analisar de forma integrada todas as informações de dados de inspeção para manter níveis elevados de confiabilidade e continuidade operacional das instalações. Para tanto, torna-se necessário avaliar, sob diferentes maneiras, o fenômeno da corrosão pelo solo em fundações metálicas de LTs, os dados que interferem no fenômeno, os custos e os riscos envolvidos.

Inspeções

Em dezembro de 2012, foi feita pela empresa Intron Brasil inspeção em 17 estruturas desta LT utilizando técnica não intrusiva (sem escavação). A técnica utilizada foi a resistência linear de polarização (LPR) (Intron, 2012). A polarização é um dos métodos mais importantes no estudo da corrosão eletroquímica. Nesta técnica, são utilizados como eletrodo e eletrólito, respectivamente, o metal e o meio corrosivo de interesse. A amostra, no caso a torre, é chamada de eletrodo de trabalho e uma corrente circula entre este e um material inerte, como platina, denominado eletrodo auxiliar ou contraeletrodo. O potencial do eletrodo de trabalho é medido com relação a um eletrodo de referên-

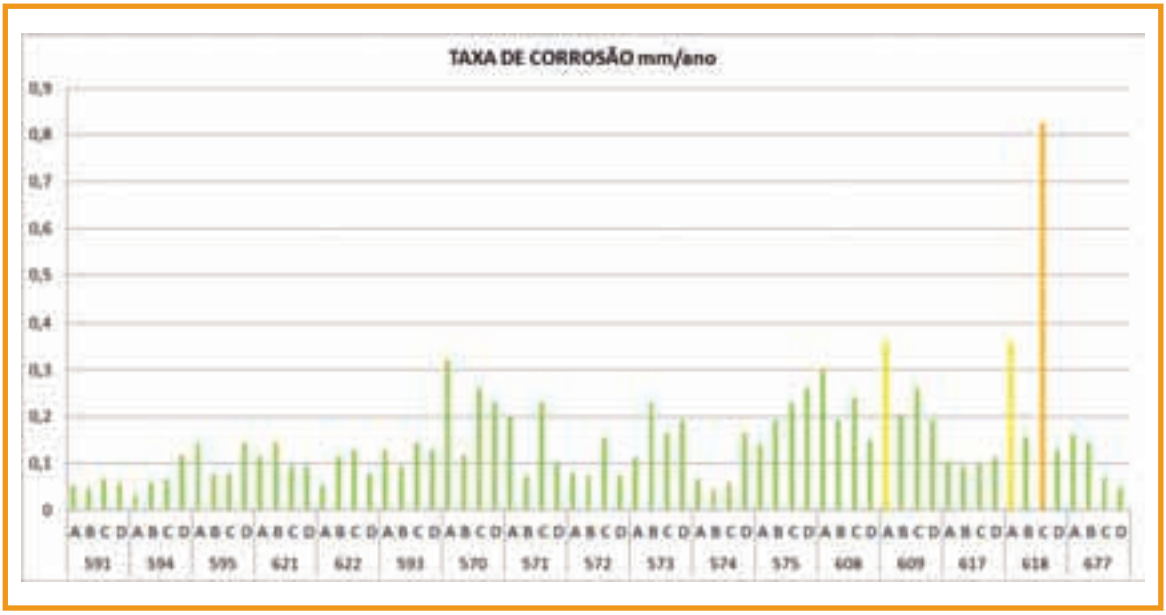


Figura 1 – Medidas de potencial de corrosão médio das quatro pernas das torres de transmissão realizadas na inspeção de dezembro de 2012

cia, como o eletrodo de prata-cloreto de prata. A corrente aplicada equivale à diferença entre a corrente correspondente ao processo de redução e aquela correspondente ao processo de oxidação. O dispositivo de inspeção, chamado potenciostato/galvanostato, opera emitindo uma corrente (ΔI) e registrando a variação do potencial elétrico (ΔE), que ocorre entre a meia célula e a corrosão. Esses valores são representados uns contra os outros. Para pequenos valores em torno do potencial de circuito aberto estacionário (potencial de corrosão livre – E_{corr}), a plotagem cartesiana é assumida de forma linear e a inclinação da reta é a resistência de polarização (R_p).

A medição do potencial de corrosão, neste trabalho feito pela Cemig conforme seus critérios (Passos et al, 2000), é a técnica mais usada para avaliar o grau de corrosão de fundações metálicas de LTs, de forma não intrusiva. O potencial de corrosão é um dos parâmetros eletroquímicos de mais fácil determinação experimental. Este potencial é definido quando a densidade de corrente anódica da dissolução de um metal em um eletrólito for igual à densidade de corrente catódica. Para determinação do potencial de corrosão de uma estrutura enterrada, usa-se geralmente um eletrodo de referência de cobre/sulfato de cobre saturado ($Cu/CuSO_4$) e um voltímetro de corrente contínua, de alta resistência interna ou de alta impedância. Para executar a medição do potencial estrutura/solo, conecta-se o terminal positivo do voltímetro no ponto de teste da estrutura enterrada e o polo negativo deve ser ligado ao eletrodo de referência $Cu/CuSO_4$. Não existe um critério bem claro para definição dos níveis de corrosão pela utilização do potencial de corrosão. Na própria Cemig, existem instruções e critérios que estipulam a perda da camada de zinco e o início da corrosão do aço a partir de -0,85 V e em outros em -0,7 V ou mais positivo (ou seja, menos negativo) (Passos et al, 2000). A medida do potencial de corrosão pode dar indicação do comportamento frente à corrosão com o tempo, no entanto não fornece nenhuma indicação da velocidade de corrosão, como já foi inclusive relatado (Braga, 2006), podendo dar falsos indicativos de acordo com o critério adotado.

A resistividade do solo é um parâmetro muito utilizado no projeto de uma LT, uma vez que ela é usada para o dimensionamento do sistema de aterramento e para fazer cálculos do desempenho ou probabilidade de falha de isolamento das LTs devido à sobretensões e impulsos, como os de natureza atmosféricas (descargas). Para o processo corrosivo, a resistividade do solo indica a possibilidade de corrosão. A baixa resistividade do solo indica que há abundância de corrente fluindo entre áreas anódicas e catódicas na superfície do metal, enquanto que solos com alta resistividade as suprimem. Entretanto, há de se avaliar a capacidade de retenção de água e saturação do solo, pois este influi diretamente na resistividade e em outros processos eletroquímicos. Assim, o período do ano (seco ou úmido) deve ser levado em conta, além da distância entre os pontos de medição (hastes ou eletrodos) que estabelecem a profundidade do solo na qual a resistividade se refere. Neste tra-

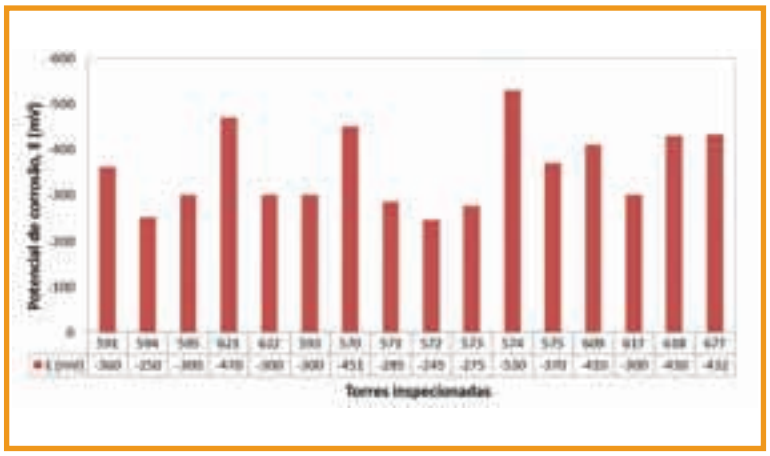


Figura 2 – Tendência anual de corrosão (Intron, 2012)

balho, especificamente, não foram feitas medições de resistividade. Apenas foi feita uma comparação com um resultado de medição feito no passado.

Resultados

Os resultados de potencias de corrosão das torres inspecionadas estão apresentados na Figura 1.

Em relação à taxa de corrosão obtida das medições de resistência de polarização, apresenta-se na Figura 2 como ela se comportou ao longo da inspeção.

A torre 608 teve seus montantes e grelhas trocados há, aproximadamente, sete anos. Em 2004 uma inspeção com escavação indicou perda de aproximadamente 50 % da seção transversal de um dos pés desta torre.

Apesar de não ter sido medida nesta campanha de inspeção, a resistividade da torre 593 foi medida no ano de 2003, onde foi registrado o valor de 284,66 Ω.m. Embora não se tenha feita medição de potencial de corrosão ou resistência de polarização desta torre, foi feita inspeção visual com escavação que verificou um grau de corrosão de inicial a médio, com perda de 5 % em média de material da seção transversal do perfil do montante.

Análise dos resultados

Os resultados mostram que a maioria das estruturas apresenta, na inspeção visual com escavação das fundações feitas entre 2004 e 2005, corrosão de inicial a média, o que surpreende em função da idade da LT de quase 50 anos.

Algumas estruturas apresentaram estágio avançado de corrosão, com diferença de corrosão entre o montante e a grelha. Isto é um indicativo que há a incidência do mecanismo de corrosão por aeração diferencial, que é comum quando há mudança de meio envolvendo o metal, no caso é aéreo para enterrado.

As duas técnicas, resistência de polarização e potencial de corrosão, apresentaram discrepância de interpretação dos resultados. Pelos critérios da Cemig (Passos et al, 2000), as medições de potencial teriam a seguinte interpretação, na maioria dos casos:

- aplicação de proteção catódica;
- efetuar inspeção visual e fazer a recuperação;
- perda da camada de zinco e grau de corrosão médio a intenso.

No caso da torre 572, a indicação é de perda acentuada de material da fundação podendo haver comprometimento estrutural. Realmente, conforme inspeção visual, o seu estágio de corrosão já é relativamente avançado, com perda significativa de material (mais de 20 %), o que levaria intervenção de troca ou recuperação estrutural, conforme critério atual estabelecido pela Cemig (Cemig, 2009). Já a adoção da técnica de resistência de polarização indicaria, na grande maioria dos casos, **sem corrosão significativa**, com exceção de uma perna da estrutura 618. Em que pese o critério a ser adotado, que vai levar em conta a aceitação ao risco e custos, os resultados das técnicas eletroquímicas adotadas neste trabalho, tomados isoladamente, levariam a ações distintas de manutenção.

A medição da resistividade da estrutura 593 indica um solo de baixa corrosividade, já que a maioria dos critérios de corrosividade de solos propostos na literatura indicam que solos com mais de 100 Ω.m de resistividade são pouco corrosivos. Este resultado vem de encontro ao resultado de inspeção que indicou um grau de corrosão de inicial a médio para esta torre, e não teria nenhuma ação emergencial de manutenção.

A taxa de corrosão não é um parâmetro adequado para avaliar, pelo menos deterministicamente, o estado de corrosão de metais enterrados, uma vez que pela idade da LT, pelos valores apresentados e a medição de perda de material por inspeção visual não convergem. Ela não pode ser usada como um número absoluto, mas talvez como um indicativo. Se verificar as taxas de corrosão apontadas nas estruturas 608 e 609, sendo que a 608 já teve sua fundação trocada por corrosão avançada, ela mostra que este local onde estão estas torres (distância inferior a 500 metros uma da outra) pode ser mesmo um ambiente mais corrosivo. Isto comprova que o fenômeno eletroquímico da corrosão pelo solo é de natureza não linear e variável com o tempo, como mostra a literatura especializada (Serra, 2006).

A medição de potencial de corrosão, ao contrário da medição da resistência de polarização, é uma técnica que não é capaz de distinguir ou enxergar diferenças de estados ou grau de corrosão entre os pés/pernas de uma mesma torre, que pode acontecer, visto pela diferença de medição de potencial entre os pés (desvio padrão). Isto pode indicar que a técnica de medição do potencial de corrosão pode mesmo ser uma indicação termodinâmica do processo de corrosão, ou seja, da tendência das reações de oxidação e redução acontecerem ou não. No caso do aço galvanizado enterrado no solo, ele sempre terá a tendência de corroer, e talvez por isto estas medições apresentarem, quase sempre, o mesmo indicativo. Talvez a técnica seja útil para verificar a perda da camada de zinco, quando poderá haver uma mudança mais significativa do potencial de corrosão. Para isto, são necessárias mais medições em períodos maiores e/ou com maior frequência.

Conclusões

Em linhas gerais, não há uma única técnica de medição não intrusiva que dispense a escavação do pé das torres das LTs para verificar o estágio ou grau de corrosão, mas com uma combinação delas, é possível extrair informações que ajudam na tomada de decisão da manutenção, mesmo que seja de forma conservativa.

As técnicas eletroquímicas adotadas aqui precisam de algumas adaptações para que sejam mais eficientes. No caso da medição da resistência de polarização, para que possa ser considerada a linearidade da técnica, é necessário considerar na inspeção:

- a densidade de corrente, ou seja, a corrente em função da área exposta de metal em contato com o eletrólito (solo): A área exposta das estruturas de 345 kV varia de 9 a 14 m^2, dependendo do tipo de estrutura (suspensão ou ancoragem), tipo de solo etc.;
- material do fio de aterramento (contrapeso) da torre: se eles forem de aço cobreado (*copperweld*), é conveniente desconectá-los da torre, para não mascarar os resultados (efeito galvânico);
- fazer as medições em período úmido, preferencialmente, como foi o caso. Se não for possível, deve umedecer os pontos onde os eletrodos serão colocados, para evitar a resistência de contato e quedas ôhmicas;
- variar a distância dos eletrodos até o pé da torre, para tentar detectar processos corrosivos em profundidades diferentes (mais ou menos próximos à superfície/interface ar/solo).

Em relação à medição de potencial de corrosão, além das considerações acima (sem contar a densidade de corrente), fazer a medição com duração maior (acima de 10 minutos) e com frequências maiores (anualmente), para verificar possíveis tendências ou alterações.

A aplicação das duas técnicas eletroquímicas traria informações a mais na tomada de decisão de manutenção de forma conservativa, embora elas não apresentassem convergência entre si.

A medição da resistividade do solo pode ser um bom indicativo para ser usado em conjunto com as técnicas eletroquímicas. Há de se verificar também, se a resistência de aterramento pode também ser um indicativo, já que ela mede a resistência da passagem da corrente elétrica pelo sistema de aterramento da torre, composto pela grelha e fio contrapeso (aterramento). No caso, o contrapeso deve ser desconectado.

Referências bibliográficas

Azevedo, C.P.B. *Projeto de Fundações de Linhas de Transmissão Baseado em Confiabilidade*. 2011. 123p. Tese de Doutorado – *Programa de Pós Graduação em Engenharia de Estruturas*, Escola de Engenharia, UFMG, Belo Horizonte-MG.

CEMIG. *Instrução e Critérios Técnicos para Recuperação e/ou Proteção Contra Corrosão de Linhas Aéreas de Transmissão*. Relatório Técnico 30.000-PN/MT-617. 22/09/2009.

INTRON BRASIL. *Inspeção Técnica de Corrosão Instantânea em Estruturas Enterradas*. Relatório Nº RT-12120-001-VER-00. 20/12/2012.

PASSOS, A.C. et al. *Proteção Catódica Fotovoltaica de Fundações Metálicas de Linhas de Transmissão*. Trabalho apresentado no encontro ABRAMAN, Belo Horizonte, 2000.

SERRA, E.T. *Corrosão e Proteção Anticorrosiva dos Metais no Solo*. Rio de Janeiro: CEPEL – Centro de Pesquisa de Energia Elétrica, 2006, 169p.

Giovani Eduardo Braga
Aluno de Doutorado em Engenharia de Materiais, REDEMAT(UFOP, CETEC e UEMG)
Rosa Maria Rabelo Junqueira
Doutora pesquisadora do Centro Tecnológico Senai – SENAI DR-MG
Isabela Maria Ferreira Lopes
Mestre – Pesquisadora do Centro Tecnológico Senai – SENAI DR-MG
Célia Regina de Oliveira Loureiro
Mestre – Pesquisadora do Centro Tecnológico Senai – SENAI DR-MG
Gastón Luis Alvial Moraga
Dr. pesquisador do Centro Tecnológico Senai – SENAI DR-MG

Contato: giovanieduardo@hotmail.com

Júlio Fábio Chagas

Cloud computing: confusão conceitual

Assim como na natureza, quando abordamos o assunto do ponto de vista da tecnologia, não é possível afirmar que há apenas um tipo de nuvem ou A Nuvem

Para responder a algumas questões sobre *Cloud Computing* que aparecem no mercado, vou fazer uma analogia entre as verdadeiras nuvens da natureza e as desse novo modelo de negócio da tecnologia.

- **Globais**: Uma nuvem de chuva é uma nuvem de chuva em qualquer lugar do mundo;
- **Não precisam ser percebidas**: Elas existem independente de nos preocuparmos com elas, se as queremos por perto ou não;
- **Não possuem uma forma fixa**: Dependendo da situação dos ventos, força e direção, seu formato se moldará à nova realidade, adequando-se ao cenário atual e momentâneo;
- **Densidade e volume variáveis**: De acordo com essas duas características, o ambiente pode variar. É possível que haja sombra, chuvisco ou granizo;
- **Composição da nuvem**: As nuvens podem ser compostas por diversos tipos de materiais e combinações: cristais de gelo, partículas de água, sedimentos/poluentes na atmosfera etc.

Assim como na natureza, quando abordamos o assunto do ponto de vista da tecnologia, não é possível afirmar que há apenas um tipo de nuvem ou A Nuvem.

Você pode estar em busca de uma nuvem do tipo IAAS, ou seja, infraestrutura como serviço, cujos "materiais" são basicamente: processamento, armazenamento e transporte de dados. Neste caso, o mais comum é que o cliente seja cobrado de acordo com o consumo destes "materiais". Quanto mais tempo de processador e volume de armazenamento utilizado, mais você paga, trazendo um custo variável para sua operação.

No entanto, se você busca um *software* na nuvem e está mais preocupado com que ele esteja acessível 99,99 % das vezes do que com o tipo de banco de dados utilizado ou a linguagem com a qual ele foi desenvolvido, o comum não é pagar pelo volume de dados usados ou processados. Em um CRM na nuvem, por exemplo, a cobrança costuma ser feita pelo volume de usuários ativos num período (mensal, anual etc.), não sendo aplicadas cobranças por volume de propostas/oportunidades ou interações com clientes, nem tão pouco por megabytes de dados armazenados ou transportados de um lado para outro. Esse é o modelo convencional do SAAS, *software* como serviço.

Porém, se sua empresa é uma consultoria que desenvolve alguns *softwares* ou disponibiliza conteúdos, mas que utiliza alguma plataforma de desenvolvimento de software na nuvem, ou processamento de *big data* na nuvem, com certeza você está à busca da nuvem tipo PAAS, Plataforma como serviço. Neste cenário, o modelo de cobrança convencional é um montante de dinheiro para uma determinada quantidade de produto final que você disponibilizará.

Por último, existem aqueles que utilizam a combinação de todos esses tipos de nuvem: IAAS + PASS + SASS = EAAS, *Everything As A Service*, que são os modelos mais complexos e geralmente vêm acompanhados com mais de uma fatura mensal.

O que esses tipos de nuvem possuem em comum é o fato de todas terem a capacidade de se adequar ao momento do cliente, para evitar super ou subdimensionamento de recursos tecnológicos. Em alguns casos, esse benefício é sentido diretamente pelo contratante por nunca ficar no gargalo (disponibilidade e velocidade); em outros momentos é sentido na margem de lucro do fornecedor, por ter ganhado em eficiência e escalabilidade.

Por isso, quando se afirma que os provedores de solução em nuvem no Brasil realizam essa cobrança de forma errada, por não vincularem o valor a um modelo apenas de "pague o que você usou", é equivocado. O mercado de nuvem não se resume a um único modelo de negócio e operação, é muito mais abrangente.

Dessa forma, descubra o tipo de nuvem que sua empresa precisa, ou tipos, pois há um para cada sombra, chuva ou claridade que se deseja.

Júlio Fábio Chagas
Especialista em mobilidade e diretor de estratégia e marketing da MC1.
***Contato**: julio.fabio@mc1.com.br – tel.: 11 3509 1300*

Empresas *associadas* à ABRACO

A ABRACO espera estreitar ainda mais as parcerias com as empresas, para que os avanços tecnológicos e o estudo da corrosão sejam compartilhados com a comunidade técnico-empresarial do setor. Traga também sua empresa para nosso quadro de associadas.

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 COATINGS
www.axson.com

A&Z ANÁLISES QUÍMICAS LTDA.
zilmachado@hotmail.com

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

CONFAB TUBOS S/A
www.confab.com.br

CONSUPLAN CONS. E PLANEJAMENTO LTDA.
www.consuplan-es.com

DE NORA DO BRASIL LTDA.
www.denora.com

DETEN QUÍMICA S/A
www.deten.com.br

D. F. OYARZABAL
oyarza@hotmail.com

ELETRONUCLEAR S/A
www.eletronuclear.gov.br

ENGECORR ENGENHARIA LTDA.
www.engecorr.ind.br

FIRST FISCHER PROTEÇÃO CATÓDICA
www.firstfischer.com.br

FISCHER DO BRASIL – TECNOLOGIAS DE MEDIÇÃO
www.helmut-fischer.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

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

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

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

PINTURAS YPIRANGA
www.pinturasypiranga.com.br

POLIFLUOR IND. E COM. DE PLÁSTICOS LTDA.
www.polifluor.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

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

TINÔCO ANTICORROSÃO LTDA.
www.tinocoanticorrosao.com.br

ULTRABLAST SERVIÇOS E PROJETOS LTDA.
www.ultrablast.com.br

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

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

WEG TINTAS
www.weg.net

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

Mais informações: Tel. (21) 2516-1962
www.abraco.org.br

Proteja seus flanges e válvulas contra a corrosão por até 30 anos

OXIFREE®

METAL PROTECTION

- Mínimo preparo de superfície
- Aplicação rápida
- Altíssima durabilidade
- Fácil remoção
- Reaproveitável
- Ecologicamente correto
- Aplicável com o equipamento montado
- Proteção eficaz contra corrosão e contaminação

Evita a contaminação de rolamentos em mancais

oxifree.com

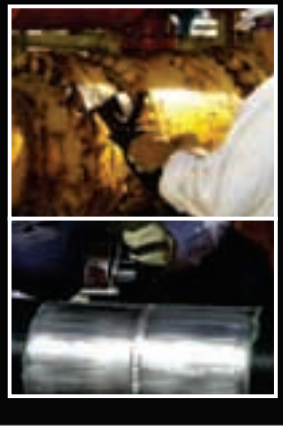
KIT TAPEGLASS DE BANDAGEM INDUSTRIAL PARA REPARO E REFORÇO EM TUBULAÇÕES

TAPEGLASS

BANDAGEM INDUSTRIAL

- Faça reparos e reforços em tubulações com até 500 psi
- Elimine vazamentos
- Adaptável a quaisquer superfícies irregulares
- Recupere e previna a corrosão em tubulações
- Reparo emergencial em furos, trincas, rachaduras, etc.
- Reparo em menos de 5 min.
- Cura funcional em menos de 30 min.
- Resiste a temperatura de 148ºc constante e 260ºc intermitente

tapeglass.com



Máquina MONTI Industrial

"Jato Verde com Cerdas"

Solução em tratamento de superfície com ferramenta portátil pneumática ou elétrica

BRISTLE BLASTER®

Tecnologia em tratamento de superfície

montibrasil.com

tecnofink tecnofink.com

ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification

NOSSO ORGULHO

R. Santa Lúcia, 40 | Olhos D'Água Norte | Belo Horizonte | Minas Gerais | tecnofink@tecnofink.com | Tel: 31 2112-4000 | Fax: 31 2112-4012