

Corrosão & Proteção

ABRACO
Associação Brasileira de Corrosão

ISSN 0100-1485

Ciência e Tecnologia em Corrosão

A
APORTE
EDITORIAL

Ano 8
Nº 38
Jul/Ago 2011

ENTREVISTA

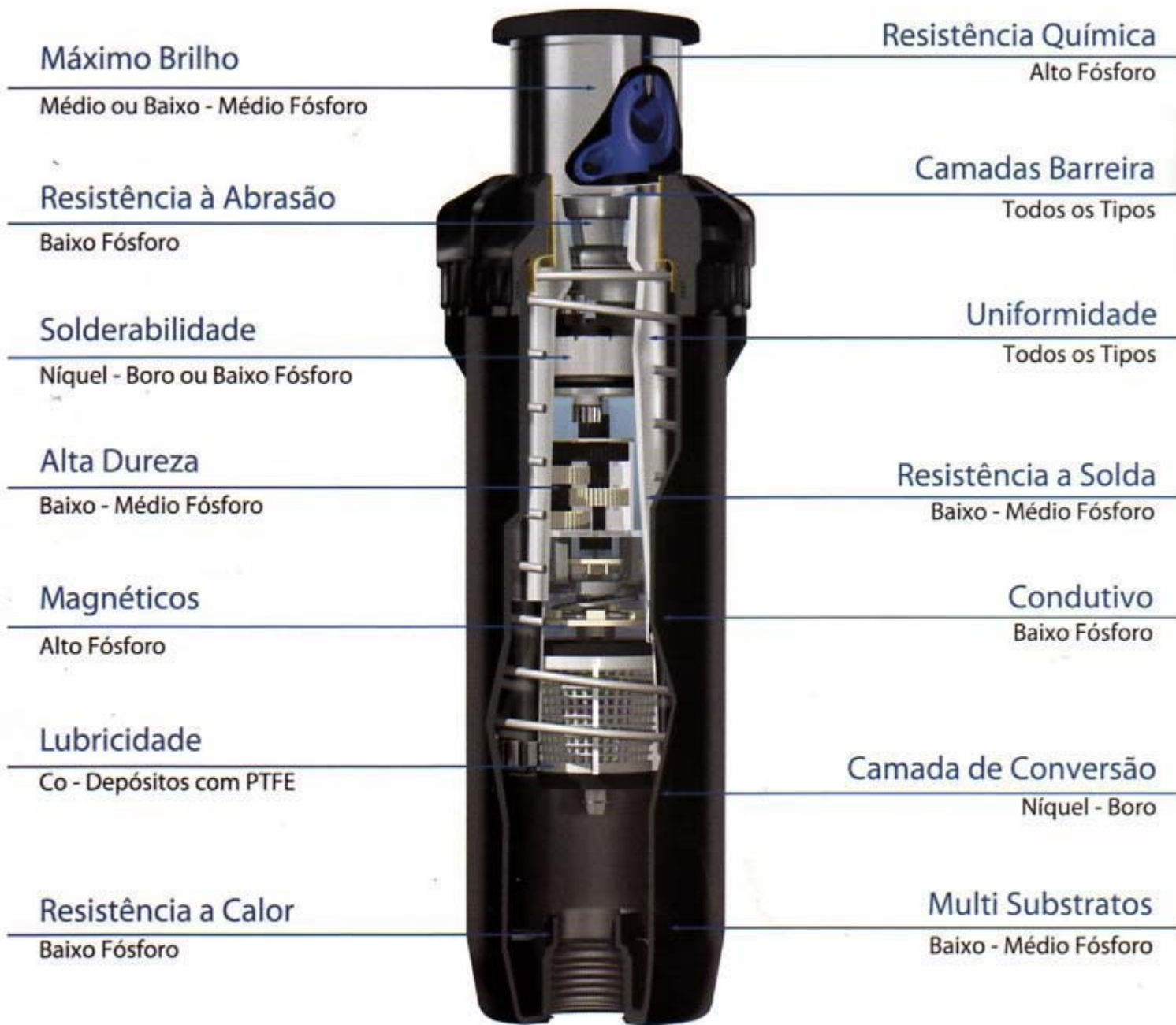
*Miguel Rosseto,
Diretor da PETROBRAS
Biocombustível*

TECNOLOGIA DE PINTURA

EXPERTS INDICAM NOVOS HORIZONTES

NiKlad ELV

Seleção de Processos.



Anti-Corrosivos • Decorativo • Níquel Químico • Cromo • Metalização em Plásticos • Preparação de Superfícies

Para mais informações, contate - nos: 11.4789.8585 • www.anion.com.br

© 2011 MacDermid, Inc. All rights reserved.

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

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

Diretoria Executiva – Biênio 2011/2012

Presidente

Eng. João Hipólito de Lima Oliver –
PETROBRÁS/TRANSPETRO

Vice-presidente

Eng. Rosileia Montovani – Jotun Brasil

Diretores

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

Conselho Científico

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

Conselho Editorial

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

Revisão Técnica

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

Redação e Publicidade

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

Diretores

João Conte – Denise B. Ribeiro Conte

Editor

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

Repórteres

Henrique A. Dias e Carlos Sbarai

Projeto Gráfico/Edição

Intacta Design – info@intactadesign.com

Gráfica

Van Moorsel

Esta edição será distribuída em setembro de 2011.

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.



Foto: WEG Tintas

4

Editorial

O gargalo do crescimento sustentado

6

Entrevista

*PETROBRAS Biocombustível investirá
US\$ 2,5 bilhões em produção até 2015*

10

Tecnologia de Pintura

Experts indicam os novos horizontes

15

Boas-vindas

26

Cursos

34

Opinião

A ética nas empresas
José Carlos Teixeira Moreira



Artigos Técnicos

16

Camadas fosfatizadas: estudo da porosidade

Por Zehbour Panossian,

*Célia A. L. dos Santos, Antenor Ferreira
Filho e Edwilson Leite*

22

Otimização da proteção catódica de sistema de refrigeração de usina nuclear

*Por Simone L. D. C. Brasil, José Claudio F.
Telles, José Antonio F. Santiago
e Lidinei Neri*

28

Avaliação por meio de ensaios de imersão da resistência à corrosão em frestas dos aços

AISI 316L e AISI F53

*Por Cristiane Vargas Pecequillo,
Zehbour Panossian, Rafael Barreto de
Matos, Neusvaldo Lira de Almeida e
Gutemberg de Souza Pimenta*

O gargalo do crescimento sustentado

SOMOS SACUDIDOS ROTINEIRAMENTE POR INFORMAÇÕES QUE DÃO CONTA DO GRANDE POTENCIAL DE crescimento do Brasil nos próximos anos. Muito desse otimismo está baseado na projeção de investimentos para as áreas de petróleo, gás e biocombustíveis. A PETROBRAS, maior empresa desse setor no Brasil e que está entre as dez maiores empresas de energia do mundo, capitaneia esse esforço pelo desenvolvimento e vem anunciando números muitos expressivos.

O Plano de Negócios da empresa prevê, ao todo, US\$ 224,7 bilhões de investimentos nos próximos cinco anos. E a área de biocombustível anunciou aporte de US\$ 4,1 bilhões nesse negócio, sendo US\$ 2,5 bilhões para ampliar a produção de etanol e biodiesel, US\$ 1,3 para a logística do etanol e US\$ 300 milhões para pesquisas no segmento, entre outros investimentos. Os números anunciados por Miguel Rosseto, diretor da PETROBRAS Biocombustível (veja entrevista na página 6) reforçam a importância dada pela empresa aos bioenergéticos e a busca pela liderança do mercado nacional de produção do etanol.

“Apesar de inúmeros esforços governamentais e privados, alunos do curso fundamental continuam tendo dificuldades para interpretar textos e efetuar cálculos matemáticos básicos.”

Essas colocações iniciais nos levam a um paradoxo. Com tantos investimentos previstos, haverá – ou seria correto afirmar – já ocorre uma forte procura por produtos e serviços para o setor. Esse aumento da demanda exige que as empresas se adaptem para atender o mercado com qualidade e dentro de um cronograma plausível, e para isso é necessária a disponibilidade de profissionais preparados.

Apesar de inúmeros esforços governamentais e privados, alunos do curso fundamental continuam tendo dificuldades na interpretação de textos e em fazer cálculos matemáticos básicos. Obviamente,

se aos alicerces faltarem solidez, a construção não será confiável. Vê-se um evidente efeito cascata que passa pelos cursos de nível médio, inclusive os técnicos, e reflete-se nas universidades. Enquanto não forem adotadas políticas claras e investimentos substanciais em educação, com valorização do aprendizado e daqueles que se dedicam ao ensino, não teremos um futuro promissor no que diz respeito às carreiras profissionais.

A educação de alto nível é o único caminho para o país atingir os mesmos índices de qualificação profissional como, por exemplo, os da Coreia do Sul. Valorizar e remunerar à altura o professor para que ele possa se sentir motivado a dar tudo de si em sala de aula é uma das questões, mas não a única. Há que se investir na infraestrutura das unidades de ensino, tornar os programas pedagógicos mais alinhados com a realidade e incentivar o aprendizado – ao invés de afastar o aluno da sala de aula. Enfim, são inúmeros os passos a serem dados, mas, sobretudo, é necessário que se estabeleça uma política para que esses mesmos passos possam efetivamente serem galgados com consistência, sem grandes tropeços e sem possibilidade de retorno.

Reação em cadeia – Estamos vivendo uma crise de educação, sem precedentes e com consequências drásticas para toda a sociedade. Falta educação de berço, na qual os pais são os responsáveis pela formação dos filhos. Sem ela, ocorrerá uma reação em cadeia onde aquele que nada recebeu não terá condições de transferir aos filhos os princípios básicos de cidadania. Precisamos resgatar a escola pública que já formou inúmeros e relevantes homens públicos de bem.

Temos certeza de que estamos todos absolutamente conscientes da importância da formação daqueles que serão responsáveis por levar o nosso país ao auge de seu destino. Que cada um faça a sua parte e que contagie aquele que está a seu lado, numa batalha árdua, porém imprescindível para a formação das novas gerações que terão enormes desafios pela frente. Tudo o que já foi feito, bem ou mal, possa servir-nos de lição. Agora, compete a nós cuidar de cada amanhã, passo a passo, numa ação ininterrupta e exponencial.

Boa leitura!

Os editores



AQUENCE

Solução inteligente em revestimento !

Há mais de 130 anos em liderança em revestimentos químicos, a Henkel inova apresentando uma solução com alta tecnologia, da marca Aquence. Este produto é fruto do contínuo investimento da Henkel nas tecnologias de autodeposição ecologicamente corretas. Com excelente desempenho protetivo para aplicações em peças automotivas, chassis, estruturas e componentes e equipamentos agrícolas.

Benefícios e Características do Produto

- Ecologicamente correto - isento de metais
- Baixa manutenção - não requer ultra - filtração, eletrodos e retificadores. Poucos estágios de processo;

Para obter mais informações entre em contato conosco:

(11) 3205-8713 / 8741
www.aquencecoatings.com

• Vantagens de processo/aplicação:

- Permite revestimento de sistemas montados (borracha, engrenagens, plásticos, etc) sem perda de movimento ou dano ao componente;
- Proteção interna e externa em peças tubulares;
- Baixo custo com disposição de resíduos e energia;
- Processo químico, não necessita de recurso elétrico para revestimento;
- Baixo custo de aplicação.
- Promove revestimento uniforme em toda área, incluindo bordas e geometrias complexas, proporcionando alta densidade nas gancheiras.



Excellence is our Passion



Miguel Rosseto

PETROBRAS Biocombustível *investirá* US\$ 2,5 bilhões em produção até 2015

Em um momento que o mercado nacional enfrenta escassez de mão de obra qualificada, o debate em torno da certificação profissional ganha maior importância

Por Carlos Sbarai

A PETROBRAS, por meio da sua subsidiária PETROBRAS Biocombustível, investirá US\$ 2,5 bilhões na ampliação da produção de etanol e biodiesel entre 2011 e 2015. Este volume faz parte do total de US\$ 4,1 bilhões destinados ao negócio de biocombustíveis, que prevê ainda US\$ 1,3 bilhão para a logística do etanol e US\$ 300 milhões para pesquisas nesse segmento, entre outros investimentos. O Plano de Negócios da PETROBRAS prevê, ao todo, US\$ 224,7 bilhões de investimentos nos próximos cinco anos. Na área de biocombustível, o aumento da produção de etanol terá prioridade. Será investido US\$ 1,9 bilhão, o que representa 76 % do total destinado para produção. O anúncio foi feito pelo diretor da PETROBRAS Biocombustível, Miguel Rosseto, durante entrevista coletiva *online* que foi acompanhada pela reportagem da **Revista Corrosão & Proteção**.

Rosseto é formado em Ciências Sociais pela Universidade do Vale dos Sinos. Trabalhou na Petroflex, no pólo petroquímico de Triunfo (RS) entre 1984 a 2004. Foi vice-governador do Rio Grande do Sul (1999-2002) e ministro do Desenvolvimento Agrário (2003-2006). Está à frente da PETROBRAS Biocombus-

tível desde maio de 2009, fazendo parte da Diretoria desde 2008. Acompanhe os principais pontos da entrevista coletiva.

Como será a participação da empresa no mercado nacional?

Rosseto – A meta é chegar, com nossos sócios, a um volume de 5,6 bilhões de litros em 2015 e 12% de participação no mercado nacional. E, dessa forma, aumentamos em 30 % nosso planejamento inicial de investimento em etanol. Cerca de 70 % do volume de investimentos em etanol será voltado à produção, com a construção de novas usinas, destilarias, aumento da capacidade de moagem e renovação de canaviais.

Quem são esses sócios?

Rosseto – Os investimentos se darão, prioritariamente, a partir das sociedades já firmadas com as empresas Guarani, Nova Fronteira e Total Agroindústria Canavieira. O perfil deste plano é mais voltado para a expansão de plantas novas. Estamos concluindo avaliações para ampliação de investimentos, em Goiás, na usina Nova Fronteira.

Como fica a questão do segmento de biodiesel e de suprimento agrícola?

Rosseto – Em relação ao segmento de biodiesel e de suprimento agrícola, cujos investimentos são da or-

dem de US\$ 600 milhões, a empresa manterá, nos próximos anos, participação de cerca de 25 % no mercado nacional, levando em consideração o crescimento orgânico da demanda de diesel e a vigência do B5 (5 % de biodiesel adicionado ao diesel).

Qual o objetivo da aquisição de 50 % da BSBIOS Energia Renovável?

Rosseto – Com a recente aquisição de 50 % da BSBIOS, unidade de Passo Fundo, no Rio Grande do Sul (Nota da Redação: As empresas já tinham firmado parceria em 2009 para a produção de biodiesel em Marialva, no Paraná), a PETROBRAS Biocombustível passou a contar com um parque produtivo formado por cinco usinas e capacidade para produzir cerca de 700 milhões de litros de biodiesel por ano.

Como estão os projetos Pará e Belém?

Rosseto – O projeto Pará prevê a implantação de usina naquele estado para atender a região Norte. Já o projeto Belém, prevê a produção de green diesel em Portugal, em parceria com a empresa de energia portuguesa Galp. Os dois projetos somam investimentos de R\$ 884 milhões, geram atualmente 861 postos de trabalho e estão em fase de implantação da parte agroindustrial.

Quais as novidades na área de pesquisa?

Rossetto – Na área de pesquisas para biocombustíveis, o investimento de US\$ 300 milhões será destinado a avanços no desenvolvimento do etanol de segunda geração, o etanol celulósico, visando sua produção em escala industrial. Também receberão incrementos as pesquisas para biocombustíveis de aviação, e o aprimoramento dos processos produtivos, com o objetivo de assegurar a vanguarda em sustentabilidade. Estamos em fase de prospecção de tecnologia para produzirmos até 2015 o bioQAV (querosene de aviação). Realizamos pesquisas a partir de duas rotas tecnológicas: uma utiliza o óleo vegetal como matéria prima, a outra, a sacarose.

Há alguma medida sendo elaborada pela PETROBRAS para aumentar o percentual de etanol na produção em relação ao açúcar, impedindo flutuações quando o preço do açúcar estiver mais alto?

Rossetto – Prioritariamente os investimentos são só para etanol.

Serão usinas 100% etanol?

Rossetto – Esse é o objetivo. A empresa é produtora de etanol e energia elétrica. Em São Paulo, há associação e compartilhamento da produção de açúcar. Mas a referência de investimento está em usinas 100 % etanol.

Quanto ao projeto de BioQAV, ele poderá ser produzido nos próximos dois anos?

Rossetto – Não. O momento é de produção de tecnologia, prospectando diversas rotas existentes. Não há nenhuma rota consolidada economicamente viável. Existem experimentos sendo desenvolvidos. O ponto delicado é segurar - 40, que é o perfil do querosene. Até 2015 espera-se produzir o QAV. Ainda

não há tecnologia dominada.

Acontecerá o mesmo para o etanol celulósico?

Rossetto – A expectativa é de que o etanol celulósico seja anterior a isso. Há uma carga forte através do CENPES.

Qual é a base do BioQAV?

Rossetto – Existem duas grandes rotas tecnológicas. A primeira utiliza o óleo vegetal, e através de um processo físico-químico, produz o BioQAV. A outra rota utiliza os açúcares, a sacarose, produzindo, a partir deles, o BioQAV.

Sobre a questão do marco regulatório, há participação da companhia nestas discussões em âmbito governamental? Quais as medidas que se pode esperar?

Rossetto – Todo o setor participa. A agenda central é ampliar a oferta, de forma a abastecer o mercado brasileiro a preços razoáveis para o consumidor. As agendas têm caráter tributário, de crédito, estimulando a produção de etanol no país. Há dois anos, o Brasil fez dois grandes movimentos estruturais: o zoneamento agroecológico, disciplinando a expansão da cana-de-açúcar, preparando um processo de expansão com sustentabilidade. O

segundo foi um movimento de enfrentamento do trabalho escravo no setor. Hoje há um padrão de qualidade, uma perspectiva de crescimento muito grande. É uma oportunidade extraordinária de crescimento, geração de emprego, preservação da matriz energética brasileira limpa. A expectativa é de que todas as medidas sejam orientadas pelo compromisso estratégico feito pelo Brasil com o seu povo, sua economia e seu futuro. E o etanol e o biodiesel têm uma participação crescente neste compromisso. A PETROBRAS se prepara para ocupar parte deste mercado, com rentabilidade, qualidade ambiental e sustentabilidade exemplar. Por isso foram ampliados os investimentos de toda a produção de biocombustível. É uma agenda definitiva e de expansão. Não é exagero falar que este compromisso de ampliar a produção com sustentabilidade ambiental, desenvolver tecnologias, aumentar a eficiência, passa a ideia de um segundo pré-sal no Brasil, com energia renovável. O país tem mais petróleo e mais gás e condições de produzir energia renovável. Essa é a equação do século XXI. Ao mesmo tempo em que o excedente energético fóssil está sendo ampliado, petróleo e gás, também se amplia a capacidade de produção renovável.



Vem aí o Maior Evento Internacional de Corrosão do Brasil

14 a 18 de maio de 2012 – Bahia Othon Palace/Salvador

Eventos Envolvidos

32º Congresso Brasileiro de Corrosão

4th International Corrosion Meeting

18º Concurso de Fotografia de Corrosão e Degradação de Materiais

32º Exposição de Tecnologias para Prevenção e Controle da Corrosão

Envie seu resumo

Chamada de Trabalhos, segundo o cronograma abaixo:

Envio de resumos	14 de outubro de 2011
Análise de resumos	21 de novembro de 2011
Envio de trabalhos Técnicos	16 de fevereiro de 2012
Análise de Trabalhos Técnicos	12 de março de 2012

Acesse o site da ABRACO e siga as instruções para enviar seu resumo: www.abraco.org.br/intercorr2012

E mais!

- Conferências Plenárias nacionais e internacionais
 - Palestras Técnicas
 - Mesas Redondas
- Trabalhos Técnicos: Oral / Pôster
 - Minicursos

*Aproveite e divulgue sua empresa em um dos mais importantes eventos de corrosão da América Latina.
Entre em contato conosco e saiba como tornar-se um patrocinador e/ou expositor.*

Informações

ITALTECNO ONLINE

A Mais Avançada Tecnologia
para o Tratamento do Alumínio



www.italtecno.com.br

APORTE



- Documentação Técnica dos Produtos
- Política da Qualidade
- Artigos Técnicos
- Estudo de Casos
- Responsabilidade Ambiental
- ITALTECNO no Mundo
- Previsão do Tempo
- Cotação do Dólar
- Promoções e Lançamentos



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



Experts *indicam* novos horizontes

Evento realizado no IPT, com organização da ABRACO, faz uma atualização sobre o tema pintura em suas principais aplicações industriais: automotiva, aeronáutica, naval e em estruturas offshore

Por Carlos Sbarai

A Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO) organizou, neste semestre, no auditório do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, em São Paulo, um seminário sobre Pintura Industrial. O evento técnico reuniu cerca de 100 profissionais do segmento de pintura de manutenção industrial para discutir as tendências atuais do mercado e as novas tecnologias de produtos e de aplicação para prevenção da corrosão em estruturas, equipamentos e plantas de processo. A vice-presidente da ABRACO, Rosileia Montovani, avaliou positivamente o evento, pois conseguiu reunir empresas de diferentes segmentos, como por exemplo a indústria naval, aeronáutica e automotiva e dos setores de pesquisa, fabricação e de aplicação de tintas.

“Essa é uma iniciativa recorrente da ABRACO com apoio do IPT, pois o evento já é promovido desde 2007”, observa Rosileia. Para ela, a oportunidade de levar renomados especialistas do mercado a compartilhar suas ideias com um público ávido por atualização técnica e comercial é uma forma importante de qualificar o mercado. “Tudo o que há de mais moderno em pintura é apresentado no seminário. Neste cenário, é importante ter como parceiro o IPT, que está sempre empenhado em apresentar tudo o que existe de mais avançado para este segmento, que está aquecido e necessitando, cada vez mais, novas tecnologias para atender à forte demanda”, comenta Rosileia.

O ciclo de palestras teve início com a apresentação do consultor de empresas dos setores de tintas, vernizes e de seus usuários, Nilo Martire Neto. Com larga experiência internacional no setor de revestimentos automotivos e industriais, o especialista comentou que o mercado de tintas automotivas mantém-se em constante evolução, havendo substancial alocação de recursos no desenvolvimento de novas alternativas técnicas para a melhoria anticorrosiva e de aparência dos produtos tratados, resultando na redução de custos e do impacto ambiental em suas aplicações.

Martire Neto chamou a atenção para a posição mercadológica das tintas automotivas e o histórico do desenvolvimento global destes materiais. Ressaltou ainda os principais tipos de tintas e o processo de pintura com as suas características de performance e aplicação.

“Quero destacar o *Primer* Anticorrosivo de Aplicação por Eletrodeposição Catódica, que é um dos mais importantes materiais para o combate à corrosão e para o prolongamento da vida útil média da pintura nos veículos automotivos”, pondera Martire Neto. Também falou sobre as diferenças entre tecnologias à base de solventes orgânicos e à base de água, bem como as novidades do setor aplicadas principalmente em veículos automotivos.

O engenheiro de materiais da Embraer, Cleber Mesquita, em parceria com Luiz Fernando dos Santos, apresentou um trabalho sobre as tecnologias empregadas na pintura das aeronaves fabricadas pela empresa, assim como os métodos de preparação de superfície, especi-

ficamente de esquemas de pintura, aplicação de tintas e controle de qualidade da pintura e ensaios de qualificação de tintas.

“Os revestimentos por pintura aplicados nas aeronaves têm diversas funções, dentre as quais quero destacar as propriedades de proteção anticorrosiva do substrato metálico e decorativo. Como todo mundo sabe, o avião em operação fica exposto a diferentes condições agressivas, como por exemplo os níveis intensos de radiação ultravioleta e diferentes temperaturas, sendo que neste último caso as mudanças térmicas ocorrem em curto prazo. Portanto, os revestimentos por pintura têm que possuir resistência a estas condições”, explica Santos.

O engenheiro da Eletrobrás-CEPEL, Fernando de L. Fragata, trouxe a público o resultado de um estudo realizado pelo laboratório de corrosão da empresa sobre o desempenho de tintas de fundo em pó pigmentadas com zinco, bem como de esquemas de pintura contendo as referidas tintas.

“Para tal, tintas e esquemas de pintura com tintas líquidas tradicionais, com mesmo mecanismo de proteção anticorrosiva, foram utilizados como referência. Por meio de técnicas eletroquímicas, bem como por meio da realização de ensaios acelerados e não acelerados de corrosão constatou-se, na região da incisão dos revestimentos, um desempenho anticorrosivo superior ao dos esquemas de pintura com tintas em pó tradicionais com mecanismo de proteção por barreira”, explicou Fragata.



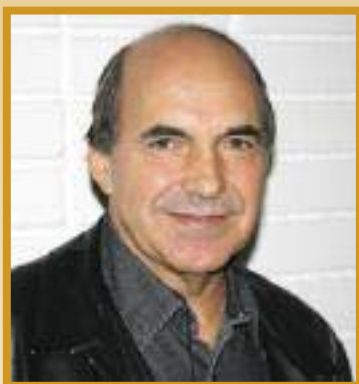
Rosileia Montovani, vice-presidente da ABRACO



Nilo Martire Neto, consultor de empresas



Cleber Mesquita, da Embraer



Fernando de L. Fragata, da Eletrobrás-CEPEL



Ildo da Costa, da Expanjet



Dauton Luis de F. Menezes, da Marinha do Brasil

“Portanto, trata-se de um avanço tecnológico importante neste campo da proteção anticorrosiva. Além disso, em ambos os casos, o tratamento da superfície por meio de fosfatização proporcionou, na região da incisão, melhor desempenho aos revestimentos com tintas em pó do que aquele realizado por meio de jateamento abrasivo. As tintas de fundo em pó pigmentadas com zinco apresentaram desempenho inferior aos das tintas líquidas tradicionais ricas em zinco, principalmente no que diz respeito às propriedades eletroquímicas. Tal fato refletiu diretamente no desempenho dos esquemas de pintura correspondentes, na região da incisão dos revestimentos. Certamente, o teor mais baixo de zinco metálico na película das tintas em pó foi um dos fatores responsáveis por este comportamento”, constata Fragata.



Joaquim Pereira Quintela, da PETROBRAS

mento com esponjas abrasivas de poliuretano, que, ao contrário dos abrasivos convencionais (granalha de aço, por exemplo), não geram pó (redução de 99,9 % do pó) e, por isso, preservam a saúde ocupacional. Outra característica operacional importante é que com a Tecnologia *Sponge Jet* não existe a presença do ricochete e não há geração de calor na peça ou no equipamento a ser jateado. “Esta esponja é feita de poliuretano e contém diversos tipos de abrasivo como, por exemplo, óxido de alumínio, carbonato de cálcio, melamina e outros. Esta esponja de poliuretano é muito mais resistente e porosa, o que facilita criar vácuo no momento do impacto e eliminar o pó, proporcionando uma melhor visão ao operador de jato”, comenta Costa.

O especialista concluiu sua apresentação, destacando que o processo de fabricação das tintas em pó pigmentadas com zinco pode também influenciar as propriedades eletroquímicas da película. Esta constatação foi fundamental para que um dos fabricantes, parceiro no desenvolvimento do estudo, pudesse melhorar a resistência à corrosão de seus produtos.

A palestra do engenheiro Ildo da Costa, da empresa Expanjet Sul, tratou da tecnologia de jateamento

"As esponjas abrasivas são projetadas por ar comprimido até a superfície a ser tratada. No impacto, toda energia cinética é transformada em potencial e dissipada neste local, removendo o que tem para ser removido, criando sucção para carregar as impurezas, coletando todo o pó, resíduos de pintura, óleo, material corrosivo e outros contaminantes e ainda produzindo a rugosidade especificada quando necessário", conclui Costa.

Aplicações na indústria naval e em estruturas offshore

Dauton Luis de F. Menezes, capitão de fragata da Marinha do Brasil, falou sobre o desempenho da pintura naval e da influência da especificação e aplicação das tintas. Foram apresentados pontos relevantes a serem observados no processo de pintura industrial nas embarcações, como normas, especificações, procedimentos e diversos problemas de pintura acompanhados ao longo dos anos na indústria naval.

Menezes comentou sobre a necessidade dos técnicos e/ou engenheiros conhecerem os equipamentos e a estrutura a ser protegida e o meio que a cerca. "Também é importante que os novos profissionais saiam da frente de seus computadores e vão a campo, a fim de conhecer a realidade não descrita nos livros, na qual as técnicas atualmente tão divulgadas são, muitas vezes, deixadas em segundo plano em nome da agilidade da entrega do produto para o cliente".

Com o objetivo de exemplificar tais situações, estudos de casos foram expostos para alertar o público presente sobre a realidade da proteção anticorrosiva na indústria naval, que é bastante diferente da-

quela apresentada pela indústria aeronáutica e por outros segmentos. "Foi levantada ainda a necessidade de conscientização de todos os envolvidos no processo produtivo, não apenas dos técnicos diretamente ligados à preparação de superfície e aplicação de revestimentos (parte integrante básica e cujo conhecimento sobre o assunto deve ser periodicamente atualizado), mas principalmente, dos gerentes que devem sempre observar, entre outras coisas, o custo-benefício do 'querer agilizar' a tarefa, que muitas vezes, mal realizada, acaba comprometendo o desempenho do material, do trabalho eficiente do setor de controle de qualidade da empresa e levando, assim, ao retrabalho e à consequente elevação do custo final do processo industrial", finaliza Menezes.

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

BLASPINT
MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

SJCampes - SP | CEP 12246-000

Av. Alfredo Ignácio Moggi de Percebo, 255 | Jd. 1713, Ed. Le Clézio, 16. Andar
Tel: (12) 3911-2555 | sjcampes@blaspin.com.br

Caçapava - SP | CEP 12285-810

Rod. João do Amaral Gurgel, 1.301
Tel: (12) 3651-0900 | blaspin@blaspin.com.br

O último palestrante, Joaquim Pereira Quintela, da PETROBRAS, destacou as principais diferenças entre a condução das atividades e procedimentos de pintura de estruturas no segmento *offshore* e a de outros setores da indústria como o da pintura automotiva e aeronáutica.

"Foi enfatizado que as partes envolvidas na pintura de unidades *offshore*, Proprietário/Armador, Empresa de Engenharia, Contratado Principal (Estaleiro) /Sub-contratados e Fornecedores, têm fatores de ordem técnica e econômica muito difíceis de alinharem-se em função dos diferentes objetivos e interesses. A necessidade de uma gestão firmemente comprometida com a proteção contra a corrosão é fundamental para a mudança do cenário atual", conclui Quintela.



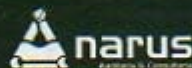
NOVO SISTEMA DE MICROSCOPIA 3D LEICA DCM 3D

Bem-vindo ao Mundo da Nanotecnologia

- O sistema combina a técnica confocal com interferometria, metodologia pioneira no mundo
- Ideal para a obtenção de avaliações em tempo ultrarrápido: em apenas 10 segundos o sistema é capaz de capturar, avaliar e enviar o relatório completo das medições
- Não exerce qualquer contato com o material que está sendo observado, somente através de projeção da imagem
- Velocidade e resolução de até 0,1 nanômetro no eixo Z
- Ideal para inspeções rápidas de qualidade e que exige do pesquisador uma grande precisão nos resultados obtidos.

CK COMÉRCIO E REPRESENTAÇÃO
Representante exclusivo para o Brasil da Leica Microsystems GmbH

Tel: (11) 5188-0000 – Fax: (11) 5188-0006
www.ckltda.com.br – ckltda@ckltda.com.br



Focada no Desenvolvimento Sustentável, a Narus traz soluções personalizadas através de serviços de qualidade, atendimento preciso e ético



Engenharia para desafios da Proteção ao Meio Ambiente e contra Corrosão

Consultoria	Para projetos de Proteção contra a Corrosão, com a ênfase voltada ao contexto atual de Preservação do Meio-Ambiente.
Auditoria	Parcerias e Equipes Multidisciplinares desempenham trabalho dinâmico, versátil e uma perspectiva mais abrangente.
Perícia & Inspeção	A perícia multidisciplinar resulta em laudos que permitem oferecer o custo-benefício, seus impactos reais e potenciais na natureza e na sociedade.
Treinamento	Reposicionamento de conhecimento na área de Pintura Industrial e Compósitos, com capacitação reconhecida, através de módulos de Treinamento e Instrução Continuada.

CORROSIÃO E PROTEÇÃO

- Especificações de Pintura e Revestimentos Industriais
- Inspeção de Corrosão, Análise de Falhas e Defeitos de Pintura
- Projeto de Instalações para tratamento de superfícies e pintura industrial
- Laudo de danos físicos e patológicos em edificações
- Laudo de Inspeção Pericial
- Laudo de perícia judicial
- Curso para pintar industrial e encaixado com os direitos da ABRACO.



GESTÃO AMBIENTAL

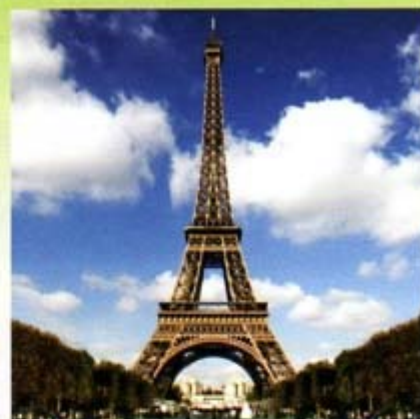
- Estudos de viabilidade ambiental e licenciamento
- Estudos para remediação de áreas contaminadas
- Planos de gestão de resíduos
- Laudo de perícia ambiental
- Monitoramento ambiental e empreendimentos e indústrias
- Avaliações de impactos ambientais
- Identificação de passivos ambientais





Você pode galvanizar
a torre Eiffel
sem desmontá-la?

Sim, com
ZINGA®!



Nenhum outro sistema de revestimento envolve tantas vantagens como Zinga®!

- Proteção catódica comparável com os métodos tradicionais
- Dispensa a desmontagem da estrutura
- Pode ser aplicado em temperaturas muito baixas ou altas
- Pode ser aplicado em umidade relativa elevada (até 95%)
- Prazo de validade e pot life ilimitados
- Pode ser recarregado (resina reversível)
- Pode ser usado como sistema único (Zinga sobre Zinga)
- Não descasca e não é quebradiço
- Tem propriedades retardadoras ao fogo
- Alta pureza de flocos de zinco (99,995%)

- Oferece tanto proteção ativa ou catódica quanto passiva por barreira
- Fácil de aplicar por rolo, pincel ou pistola na oficina ou no local
- Pode ser aplicado em superfície oxidada e não contaminada
- Secagem Rápida (10 minutos ao toque e 1 hora entre demãos)
- Superfície Zinganizada é resistente a até 150°C
- Pode ser revestido (aceita tintas de cobertura)
- Recarrega galvanizações a quente
- Aceita soldas
- Superfície Zinganizada é não-tóxica (contato com água potável)
- 96% de zinco puro no filme seco

Visite nosso site! www.zingametall.com.br ou ligue (11) 3628-8877

Boas-vindas

A ABRACO dá as boas-vindas às novas empresas associadas

ITAGUAÍ CONSTRUÇÕES NAVAIS – ICN

A ICN – Itaguaí Construções Navais, uma empresa criada com parceria entre a construtora Odebrecht e a francesa DCNS, com a participação da marinha brasileira, será responsável pela construção de quatro submarinos convencionais, com propulsão diesel-elétrica de 70 m de comprimento, e um com propulsão nuclear, com 100 m.

Missão da ICN – Participar da modernização da frota de defesa do mar territorial brasileiro, provendo a Marinha do Brasil de cinco submarinos.

Negócio da ICN – Fabricar e entregar à Marinha do Brasil quatro submarinos diesel-elétricos e um submarino nuclear, assim como receber e manter o estaleiro em plenas condições de operação.

Mais informações: qualidade@icnavais.com



PRESSERV DO BRASIL LTDA.

Empresa formada a partir de uma *joint-venture* entre a Cortec Corporation (www.cortecvci.com) e a Presserv AS (www.presserv.com). Especializada em preservação de equipamentos e conservação de plataformas marítimas, conta com uma equipe de profissionais qualificados e treinados, oferecemos serviços e soluções anticorrosivas para embalagens, armazenamento e transporte de peças, máquinas e estruturas metálicas. A empresa importa, utiliza e distribui todos os produtos VpCI® da Cortec Corporation no Brasil.

Mais informações: www.presservbrasil.com.br



Camadas fosfatizadas: estudo da porosidade

Phosphated layers: a study of the porosity



Por Zebbour
Panossian



Célia A. L.
dos Santos

Introdução

As camadas de fosfato de zinco sobre aço são amplamente empregadas nos processos de conformação a frio para reduzir o atrito entre as partes, no entanto, existem outros tipos de camadas fosfatizadas, como por exemplo: fosfato de zinco modificado que são principalmente empregadas sobre aço galvanizado e pouco aplicadas sobre aço para fins de conformação a frio. Este trabalho tem por objetivo estudar, em escala laboratorial, o comportamento de três tipos de camadas fosfatizadas sobre aço: fosfato de zinco acelerado com nitrito (tradicional); fosfato de zinco acelerado com acelerador orgânico e fosfato de zinco modificado. As camadas fosfatizadas foram caracterizadas considerando-se a sua microestrutura (microscopia eletrônica de varredura), a sua massa e o seu comportamento eletroquímico.

Introduction

The phosphated coatings on steel are widely used in cold-forming processes to reduce the friction between the parts, however, there are different other types of phosphated coatings for example: modified zinc phosphate which are mainly used on galvanized steel and less applied on steel in cold-forming processes. This work aims to realize a laboratory-scale study of three different phosphated coatings on steel: zinc phosphate accelerated by nitrite (traditional); zinc phosphate accelerated by organic compound and modified zinc phosphate. The phosphated coatings were characterized considering

their microstructure (scanning electron microscope), their mass and their electrochemical behavior.

As camadas fosfatizadas sempre apresentarão determinada porosidade, mesmo que uma camada esteja completamente formada, ela conterá certo grau de porosidade intrínseca. Esta porosidade expõe o substrato ao meio, sendo esta a razão pela baixa capacidade apresentadas pelas camadas de fosfato em proteger o substrato, do ponto de vista de proteção contra a corrosão.

A porosidade de camadas fosfatizadas pode ser determinada através de vários métodos e pode assumir valores de 0,2 % a 2,0 % (NAIR & SUBBAIYAN, 1993).

Convém citar que quando camadas fosfatizadas são submetidas a um pós-tratamento como o de selagem ou passivação, a porosidade diminui de maneira significativa (em cerca de 50 % - NAIR & SUBBAIYAN, 1993). Esta redução não significa alterações dos cristais de fosfato, mas, a passivação do aço exposto ou mesmo selagem dos poros existentes.

Muitos pesquisadores relacionaram a porosidade das camadas fosfatizadas com o teor de carbono superficial presente na superfície do substrato de aço antes de sua imersão no banho de fosfatização. Esta correlação foi estudada por meio de ensaios de névoa salina conduzidos com chapas de médio e baixo teor de carbono fosfatizadas e pintadas. Os resultados relatados na literatura não foram concludentes, pois, resultados conflitantes foram obtidos

por diferentes autores (FREEMAN, 1988, p.39).

Deve-se ressaltar que nem sempre espessura maior significa menor porosidade, visto que esta não depende somente da espessura, mas também de outros fatores como o tipo de fosfato, o tamanho de cristais de fosfato, a saber:

- camadas com cristais finos e uniformes apresentam baixa porosidade, com poros de dimensões pequenas;
- camadas de cristais grandes e não-uniformes apresentam alta porosidade, com poros de dimensões grandes.

A porosidade de camadas produzidas sobre o aço polido é menor do que camadas produzidas sobre aço decapado (RAUSCH, 1990, p. 81).

A adição de substâncias hidrófobas em banhos de fosfatização determina a diminuição da porosidade. Nair & Subbaiyan, 1993, estudaram a influência de alguns surfactantes tais como 1-octa-decanotiol, 1-octadecilxantano e 1-octadecanol em banhos à base de fosfato de zinco modificado com cálcio. Eles verificaram que camadas assim obtidas, apesar de apresentarem menor massa de fosfato por unidade de área, possuíam menor porosidade e atribuíram este fato à incorporação destas substâncias às camadas de fosfato.

Machu apud Biestek & Weber, 1976, desenvolveu um método que consiste na imersão de um corpo de prova fosfatizado em uma célula eletrolítica contendo uma solução de sulfato de sódio 2,0 mol.L⁻¹, contra-ele-

TABELA 1 – VALORES DE MASSA DE FOSFATO POR UNIDADE DE ÁREA PARA AS CAMADAS FOSFATIZADAS ESTUDADAS OBTIDAS SOBRE OS AÇOS BAIXO E ALTO CARBONO

Processo	Substrato	Massa por unidade de área (g.m^{-2})	
		Média	Desvio padrão
<i>Tradicional</i>	Aço baixo carbono	3,06	0,20
	Aço alto carbono	3,59	0,21
<i>Acelerador orgânico</i>	Aço baixo carbono	3,00	0,15
	Aço alto carbono	2,90	0,26
<i>Modificado</i>	Aço baixo carbono	2,45	0,21
	Aço alto carbono	2,76	0,20

trodo de platina e eletrodo de referência. Este método é baseado na aplicação de um potencial anódico ao corpo de prova. Inicialmente a corrente é elevada, pois o aço exposto nos poros está ativo. O aço passiva-se, com o decorrer do tempo, fato que é percebido pela diminuição dos valores de corrente que atingem valores constantes (corrente de passivação). O tempo decorrido entre a aplicação do potencial anódico e a estabilização da corrente é o tempo de passivação citado por Machu. A partir da expressão desenvolvida por Müller apud Biestek & Weber, 1976, calcula-se a porosidade da

camada de fosfato.

A literatura registra o emprego de outras técnicas eletroquímicas. Zurilla & Hospadaruk, 1978, utilizaram a polarização potenciodinâmica para a avaliação da porosidade de camadas fosfatizadas. Polarizações lineares com varreduras catódicas foram feitas com o objetivo de determinar a densidade de corrente de redução do oxigênio. Os autores verificaram que as amostras de aço-carbono fosfatizadas que tiveram pior desempenho nos ensaios de névoa salina, apresentaram as maiores densidades de corrente de redução de oxigênio (as correntes foram medidas no

potencial de $-0,550 \text{ V/ECS}$).

Kiss & Coll-Palagos, 1987, empregaram a voltametria cíclica para avaliar a porosidade de camadas fosfatizadas. Aços revestidos com fosfato de zinco foram estudados. Os ensaios de voltametria cíclica varreram a faixa de potencial entre $-1,500 \text{ V/ECS}$ e $-0,250 \text{ V/ECS}$ em solução de NaCl 5% (saturada com ar) e $\text{pH} = 6,5$. O aparecimento de um pico de corrente ao redor de $-0,85 \text{ V/ECS}$ indica o grau de porosidade da camada fosfatizada. A ausência deste pico significa que a porosidade é muito baixa. Quanto maior a porosidade mais cedo aparecerá o pico (me-

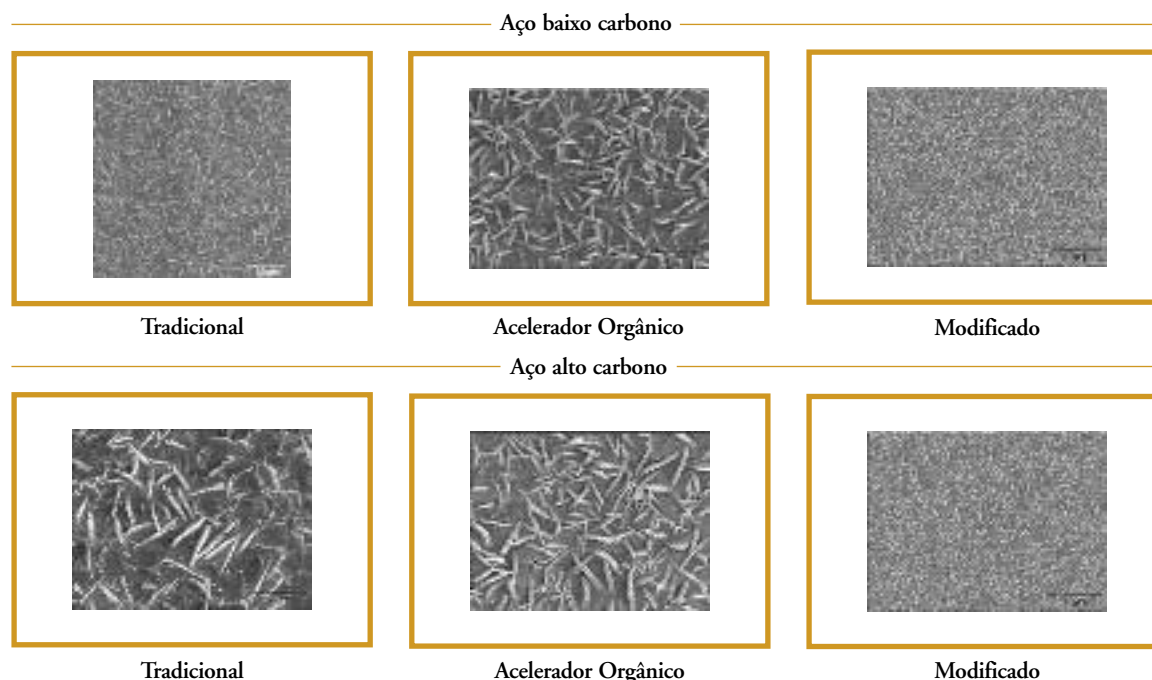


Figura 1 – Imagens de MEV obtidas por meio de elétrons secundários para os processos tradicional, com acelerador orgânico e modificado sobre aço baixo e alto carbono. Magnificação: 500 X

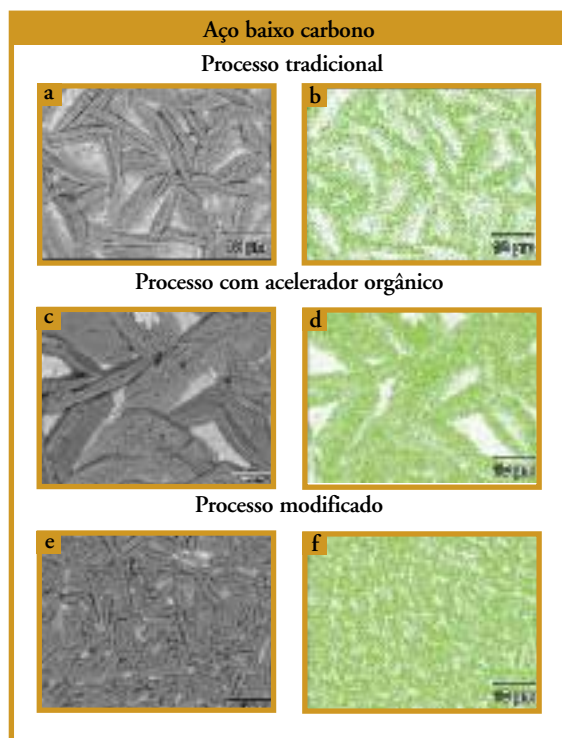


Figura 2 – Mapeamento de raios X para os processos tradicional, com acelerador orgânico e modificado sobre aço baixo e alto carbono. Magnificação: 1000 X. (a), (c) e (e) imagens obtidas por meio de elétrons retroespalhados; (b), (d) e (f) mapeamento referente ao elemento fósforo

nor número de ciclos) e maior será a sua altura.

Losch & Schultz, 1991, determinaram a área livre de amostras de aço fosfatizado empregando voltametria cíclica, medidas de capacitância, espectroscopia de impedância eletroquímica e microscopia eletrônica de varredura. Os mesmos autores empregaram espectroscopia de impedância eletroquímica e polarização potenciodinâmica para estudar os processos envolvidos durante o processo de fosfatização (LOSCH & SCHULTZ, 1993).

Ponte e colaboradores, 2002, estudaram camadas fosfatizadas sobre aço zincado por meio da voltametria de dissolução anódica (VDA). A porosidade de camadas fosfatizadas foi determinada comparando-se as cargas obtidas das curvas anódicas para o aço zincado sem e com camada fosfatizada, sendo que os valores

foram expressos em porcentagem.

Kwiatkowski, 2004, avaliou a porosidade de camadas fosfatizadas por meio de métodos voltamétricos, espectroscopia de impedância eletroquímica, ruído eletroquímico e sonda Kelvin. O autor, a partir destes resultados, considera que o estado da superfície do aço fosfatizado na base do poro é diferente daquela observada para o aço com baixo teor de carbono livre de fosfato. Estas diferenças observadas estão relacionadas às várias etapas anteriores ao processo de fosfatização propriamente dito e que resultam em uma superfície metálica mais ativada no fundo do poro.

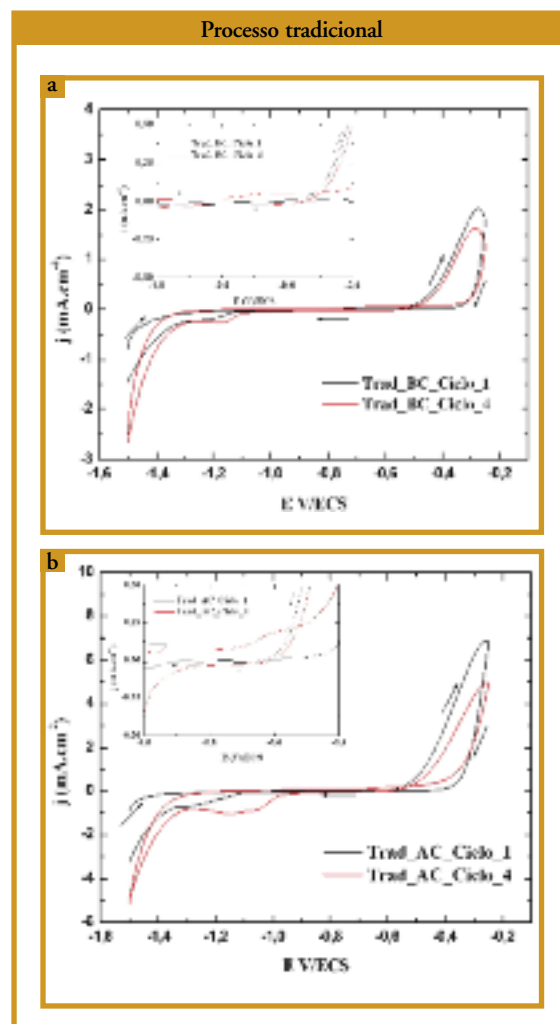


Figura 3 – Voltamogramas cíclicos para os aços baixo e alto carbono fosfatizados. Processo tradicional (Trad). (a) aço baixo carbono (BC); (b) aço alto carbono (AC)

$E_i = -1,500 \text{ V/ECS}$ $E_{mv} = -0,250 \text{ V/ECS}$

$E_f = -1,500 \text{ V/ECS}$. $v = 20 \text{ mV s}^{-1}$. Célula plana; área exposta: $1,0 \text{ cm}^2$; meio: $\text{NaCl } 0,85 \text{ mol.L}^{-1}$

Parte experimental

As camadas fosfatizadas obtidas pelos processos: fosfato de zinco acelerado com nitrito (tradicional); fosfato de zinco acelerado com acelerador orgânico e fosfato de zinco modificado foram aplicadas sobre chapas de aço baixo e alto carbono empregadas como substratos.

A microestrutura das camadas fosfatizadas foi caracterizada por microscopia eletrônica de varredura (MEV). As análises por MEV foram realizadas nos microscópios JEOL JSM 6300 e

Processo com acelerador orgânico

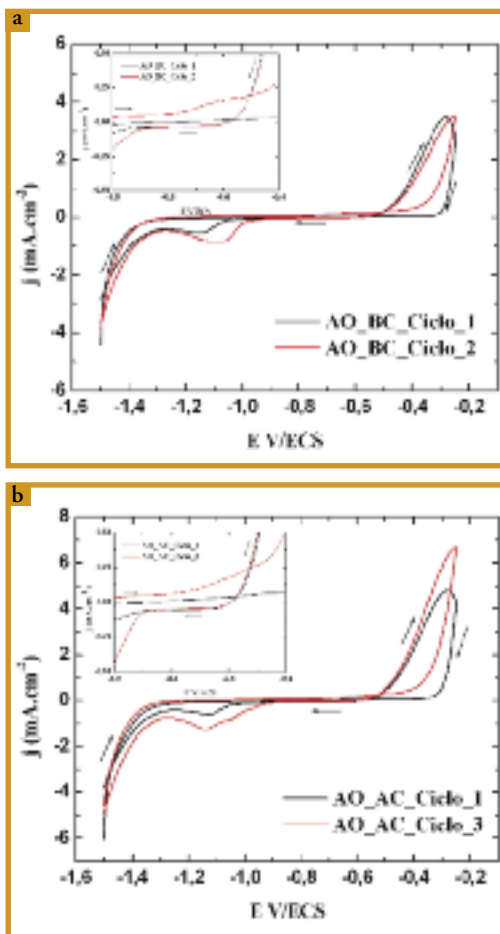


Figura 4 – Voltamogramas cíclicos para os aços baixo e alto carbono fosfatizados. Processo com acelerador orgânico (AO). (a) aço baixo carbono (BC). (b) aço alto carbono (AC)

$E_i = -1,500 \text{ V/ECS}$ $E_{inv} = -0,250 \text{ V/ECS}$

$E_f = -1,500 \text{ V/ECS}$. $v = 20 \text{ mV s}^{-1}$. Célula plana; área exposta: $1,0 \text{ cm}^2$; meio: NaCl $0,85 \text{ mol.L}^{-1}$

Processo modificado

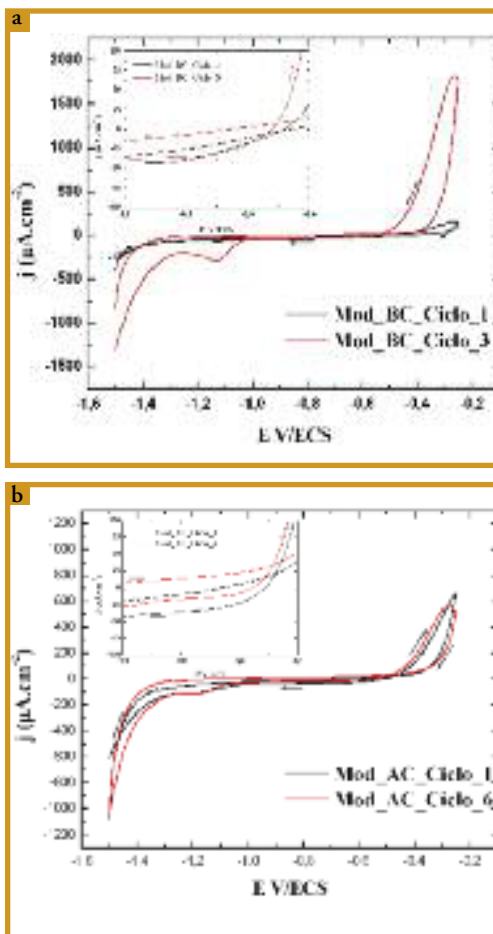


Figura 5 – Voltamogramas cíclicos para os aços baixo e alto carbono fosfatizados. Processo modificado (Mod). (a) aço baixo carbono (BC). (b) aço alto carbono (AC)

$E_i = -1,500 \text{ V/ECS}$ $E_{inv} = -0,250 \text{ V/ECS}$

$E_f = -1,500 \text{ V/ECS}$. $v = 20 \text{ mV s}^{-1}$. Célula plana; área exposta: $1,0 \text{ cm}^2$; meio: NaCl $0,85 \text{ mol.L}^{-1}$

JEOL JSM 5200. A tensão de aceleração usada foi de 15,0 kV para a obtenção de imagens de elétrons secundários. Para as análises de mapeamento de raios X, a tensão de aceleração utilizada foi de 10 kV. Esta diminuição da tensão de aceleração teve como objetivo promover uma menor penetração do feixe de elétrons na amostra, privilegiando, assim, a análise das camadas fosfatizadas, reduzindo a influência do substrato na análise. O tempo das análises de mapeamento de raios X foi de dez minutos.

Os valores de massa por unidade de área das camadas fosfatizadas foram obtidos pelo método gravimétrico. As chapas fosfatizadas foram pesadas em balança analítica e tiveram as suas dimensões determinadas para posterior cálculo das áreas. As camadas fosfatizadas foram removidas com solução fortemente alcalina (hidróxido de sódio a 50 % m/m). Após a remoção das camadas de fosfato, as chapas foram lavadas com grande quantidade de água destilada e, por último, com acetona

P. A. A seguir foram secas com correntes de ar quente, armazenadas em dessecador até atingirem a temperatura ambiente e, por fim, pesadas. O resultado final foi obtido pela diferença entre a massa inicial (com fosfato) e a massa final (sem fosfato) dividido pela área de cada chapa ensaiada.

A porosidade das camadas fosfatizadas foi avaliada por meio de técnicas eletroquímicas (Santos et alli, 2006) uma vez que as reações de transferência de carga ocorrem, somente, através dos

poros presentes nas camadas fosfatizadas.

A voltametria cíclica foi utilizada para avaliar a porosidade das camadas de fosfato. Empregou-se um Potenciostato/Galvanostato E&G PAR modelo 273A. Foram adotadas as seguintes condições de ensaio:

- condicionamento do eletrodo de trabalho (chapa fosfatizada): -1,00 V/ECS por 300 s;
- intervalo de potencial: de -1,50 V/ECS a -0,25 V/ECS;
- velocidade de varredura (v): 20 mV.s⁻¹;
- número de ciclos: nove;
- célula eletroquímica de vidro capaz de expor 1,0 cm² de área da chapa fosfatizada;
- contraeletrodo: tela de platina;
- eletrodo de referência: eletrodo de calomelano saturado (ECS);
- solução de NaCl 0,85 mol.L⁻¹.

Resultados

As microestruturas dos fosfatos estudados encontram-se apresentadas na Figura 1. Verifica-se que, para as três condições estudadas, houve a formação de camadas fosfatizadas uniformes e homogêneas. Para o processo tradicional, os cristais obtidos sobre o aço alto carbono foram maiores do que os obtidos sobre o aço baixo carbono. Para o processo com acelerador orgânico o tamanho dos cristais foi semelhante sobre ambos os substratos. O mesmo comportamento pode ser observado para o processo modificado, sendo que, para este último, os cristais foram os menores dentre os três processos estudados.

A técnica de mapeamento de raios X por EDS foi utilizada com o objetivo de verificar qual das camadas se apresenta mais densamente formada. Foram analisadas as superfícies fosfatizadas pelos três processos em estudo sobre aço baixo carbono.

O mapeamento de raios X,

Figura 2, mostrou que, para os processos tradicional (Figura 2 b) e modificado (Figura 3 d), o elemento fósforo (P) se concentrou nas regiões em que houve o predomínio de cristais inclinados em relação ao substrato. O substrato, por sua vez, encontra-se representado pelas regiões brancas.

O mapeamento para o processo modificado mostrou que o elemento P, (Figura 2 f) se distribuiu por toda a região analisada de maneira uniforme, disposto em agregados regulares que expuseram pouco o substrato por completo, visto que há pequenas regiões completamente brancas.

O mapeamento de raios X evidenciou que o processo modificado proporcionou a formação de cristais pequenos e densamente distribuídos.

Os valores de massa por unidade de área das camadas fosfatizadas encontram-se apresentados na Tabela 1. Pode-se observar que a massa de fosfato por unidade de área variou de 2,5 g.m² a 3,6 g.m² para os três processos estudados. Os valores inferiores foram obtidos pelo processo modificado e os superiores pelo processo tradicional sobre aço alto carbono.

A menor massa obtida pelo processo modificado, Tabela 1, pode indicar uma maior nucleação da camada para este sistema, pois, quanto maior o número de núcleos formados maior o número de cristais formados, menores são os cristais e mais rapidamente a camada de fosfato se forma, com redução da massa por unidade de área (LORIN, 1974, p. 130). Esta possibilidade se mostra coerente visto que o mapeamento de raios X apontou a formação de cristais pequenos com pequena exposição do substrato.

Os voltamogramas cíclicos das camadas fosfatizadas obti-

das pelos processos tradicional, com acelerador orgânico e modificado, encontram-se apresentados nas Figuras 3, 4 e 5, respectivamente. As curvas voltamétricas foram realizadas para a avaliação da porosidade das camadas estudadas.

Verifica-se, nos voltamogramas cíclicos das camadas fosfatizadas pelo processo tradicional, que o chamado “pico de porosidade” (região entre -0,8 V/ECS e -0,6 V/ECS) definiu-se no quarto ciclo para ambos os substratos, vide Figura 3. Este fato denota que a porosidade das camadas foi semelhante, porém, as densidades de corrente para o processo tradicional sobre aço baixo carbono, Figura 3 a, foram menores do que as densidades de corrente sobre o aço alto carbono, Figura 3 b, tanto para o primeiro quanto para o quarto ciclo. Esta densidade de corrente menor sugere que o substrato se encontra mais protegido pela camada fosfatizada. Assim, considerou-se que a camada de fosfato sobre o aço baixo carbono é ligeiramente menos porosa que a camada obtida sobre aço alto carbono para o processo tradicional.

O comportamento dos voltamogramas cíclicos para o processo com acelerador orgânico apresentou o “pico de porosidade” no terceiro ciclo para ambos os substratos, Figura 4, com valores de densidade de corrente semelhantes para ambos os aços estudados.

As densidades de corrente anódica para os voltamogramas cíclicos do processo modificado foram as mais baixas, Figura 5. Sobre o aço baixo carbono, o primeiro ciclo alcançou valores inferiores a 200 A.cm⁻². No quarto ciclo, as densidades elevaram-se para cerca de 1500 A.cm⁻², ou seja, 1,500 mA.cm⁻² que são inferiores aos primeiros ciclos dos processos tradicional e modifica-

do. Para o aço alto carbono, as densidades de corrente anódica não ultrapassaram 700 A.cm^{-2} , sendo que do segundo ao sexto ciclo as curvas se sobrepuseram (na Figura 5 b locou-se, apenas, o sexto ciclo).

Os ciclos voltamétricos indicaram, com clareza, que o processo modificado produziu camadas fosfatizadas menos porosas e, portanto, com maior probabilidade de proteção do substrato por efeito barreira.

Conclusões

O presente trabalho permitiu concluir que:

- do ponto de vista da técnica de análise – a voltametria cíclica mostrou-se útil para o estudo da porosidade de camadas fosfatizadas, sobretudo, por não depender exclusivamente da observação visual. Ela permitiu observar o número de ciclos e, a partir daí, determinar a porosidade das camadas fosfatizadas. Por ser uma técnica eletroquímica bastante conhecida e propiciar ensaios de curta duração, a voltametria cíclica mostra-se uma boa alternativa para a avaliação da porosidade de camadas fosfatizadas;
- do ponto de vista do processo de fosfatização – as camadas obtidas pelo processo modificado mostraram-se as menos porosas, sobre ambos os aços estudados, devido à maior nucleação dos cristais de fosfato (comprovada pela menor massa de fosfato por unidade de área). Esta característica pode favorecer a proteção do substrato pelo efeito de barreira.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Brasmatal Waelzholz e à FAPESP – Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (processo N° 04/08042-5).

Referências bibliográficas

- BIESTEK, T.; WEBER, J. *Conversion Coatings*, cap. 3, p. 128-130, 1ª edição, Portcullis Publishing, Redhill, United Kingston, 1976.
- KISS, K.; COLL-PALAGOS, M. *Corrosion*, 43, 1, 8, 1987.
- KWIATKOWSKI, L. *Surf. Eng.*, 20, 4, 292, 2004.
- LOSCH, A.; SCHULTZE, J. W. *Appl. Surf. Sci.*, 52, 29, 1991.
- LOSCH, A.; SCHULTZE, J. W. *J. Electroanal. Chem.*, 359, 39, 1993.
- NAIR, U. B.; SUBBAIYAN, M. *Trans. Inst. Metal Finish.*, 71, 2, 68, 1993.
- PONTE, H. A.; MAUL, A. M.; ALVARENGA, E. A. *Mat. Res.*, 5, 4, 439, 2002.
- RAUSCH, W. *The Phosphating of Metals*. Finishing Publications Ltd., London, 1990.
- SANKARA NARAYANAN, T. S. N. *Rev. Adv. Mater. Sci.*, 9, 130, 2005.
- ZURILLA, R. W.; HOSPADARUK, V. *SAE Technical Paper Series no 780187*, 762, 1978.

Zebbour Panossian

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

Célia A. L. dos Santos

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

Antenor Ferreira Filho

Graduado em Engenharia Metalúrgica pela Faculdade de Engenharia Industrial – FEI (1981), pós-graduação em Engenharia de Produção pela Faculdade de Engenharia Industrial – FEI (1984), Mestrado em Engenharia Metalúrgica e Materiais pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2000) e Doutorado em Engenharia Metalúrgica e Materiais pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2005). Atualmente é diretor industrial

da Brasmatal Waelzholz S.A. Indústria e Comércio e membro do Conselho da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais.

Edwilson Leite

Mestrado Profissional pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT e graduação pela Faculdade de Engenharia Industrial. Atua há mais de 20 anos na área de gestão da produção. É Supervisor de Produção da Brasmatal Waelzholz S.A. Indústria e Comércio

Contato com os autores:

zep@ipt.br / clsantos@ipt.br

fax: (11) 3767-4036

Otimização da *proteção catódica* de sistema de refrigeração de usina nuclear

Optimization of cathodic protection cooling system for nuclear plant



Por Simone L.
D. C. Brasil

Introdução

Visando otimizar a proteção catódica do sistema de refrigeração de uma usina nuclear, foi realizado um estudo baseado em simulações numéricas. O sistema possui características específicas como geometria complexa e presença de diferentes materiais, o que torna a distribuição uniforme de corrente um grande desafio. As análises realizadas em um condensador e suas tubulações permitiu definir os locais ideais para posicionamento dos anodos e dos eletrodos de referência, de forma a otimizar a distribuição de corrente e garantir a proteção de todo o sistema de refrigeração.

Introduction

In order to optimize the cathodic protection of a cooling system of a nuclear power plant, a study based on numerical simulation was carried out. The system has specific characteristics such as complex geometry and the presence of different materials, which makes effective uniform current distribu-

tion quite a challenge. The analyses considered a condenser and its pipelines and helped to find the ideal positioning of anodes and reference electrodes, in order to optimize the current distribution and ensure protection of the whole cooling system.

Condensadores e tubulações metálicas de admissão e descarga de água de refrigeração necessitam de proteção interna contra a corrosão. O sistema adotado na usina nuclear de Angra 2 consiste em proteção catódica por corrente impressa. Visando otimizar tal sistema de proteção, foi realizado um estudo que consistiu em simulações numéricas baseadas em resultados experimentais, obtidos em laboratório. No presente caso, a água do mar é utilizada como água de refrigeração e hipoclorito de sódio é adicionado para evitar a formação de cracas. A distribuição de corrente de proteção catódica, parâmetro sob análise, é função do posicionamento dos anodos e da geo-

metria dos condensadores e de suas tubulações. No projeto do sistema de proteção catódica, outro parâmetro a ser considerado é a presença de diferentes materiais. Os condensadores dos sistemas de refrigeração (Figura 1) são constituídos de diferentes materiais: aço-carbono revestido com ebonite (interior dos condensadores e suas tubulações), aço-carbono revestido com titânio (espelhos dos condensadores), tubos de titânio e aço inox (sistema de limpeza contínua dos condensadores).

Em virtude da diversidade de materiais e da complexidade de geometria, a distribuição de anodos e de eletrodos de referência torna-se um desafio. Objetivando otimizar o sistema, optou-se pela realização de simulações numéricas o que foi feito através de um programa computacional baseado no Método dos Elementos de Contorno. Foi analisado um circuito típico, constituído de uma tubulação de admissão, um condensador e uma tubula-

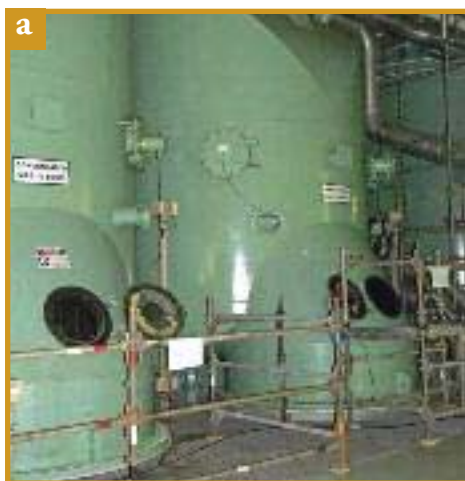


Figura 1 – (a) Vista externa dos condensadores; (b) Parte interna.



Figura 2 – Trecho vertical das tubulações.

ção de descarga. Tendo em vista a igualdade com os demais circuitos em termos geométricos e de materiais, essas simulações também são aplicáveis aos demais condensadores da Usina. Para essas simulações, resultados experimentais foram considerados, incluindo medições físico-químicas e curvas de polarização do aço-carbono, aço inox e titânio em meio agitado de água do mar com adição de hipoclorito de sódio. Obteve-se a distribuição de corrente e de potencial no interior dos equipamentos, considerando diferentes posicionamentos de anodos. A partir dos resultados dessas simulações, foram definidos os locais ideais para posicionamento dos eletrodos de referência, assim como uma disposição otimizada dos anodos nesses equipamentos.

O posicionamento dos anodos determina a distribuição de corrente e, consequentemente, do potencial. Para que seja avaliado o desempenho do sistema, os eletrodos de referência devem ser inseridos, sempre que possível, em regiões onde níveis críticos de potencial de proteção catódica são observados. Desta forma, a manutenção de potenciais em níveis mínimos de proteção nestas regiões críticas, garante a proteção de toda a estrutura. A Figura 2 apresenta um trecho da tubulação vertical, que também foi objeto deste estudo.

Metodologia

De forma a otimizar o sistema de proteção catódica dos



Figura 3 – Circuito típico representado nas simulações

condensadores e tubulações, optou-se pela realização de simulações numéricas que pudessem determinar a distribuição de potencial em função de diferentes posicionamentos de anodos. Para isso, um programa computacional baseado no Método dos Elementos de Contorno foi aplicado e, a partir dos resultados das simulações numéricas, foi possível sugerir alterações na configuração original com relação ao número e posicionamento de anodos e eletrodos de referência.

Dados experimentais

Em trabalho prévio¹ foram obtidas curvas de polarização de aço-carbono e titânio em meio com adição de hipoclorito. Características do sistema como velocidade do fluido e temperatura foram levadas em consideração, tendo em vista influenciarem as condições de polarização do sistema. Tais curvas serviram para representar o sistema analisado neste trabalho, sendo adotadas como condições de contorno nas simulações numéricas. De acordo com a literatura², a densidade de corrente necessária para a proteção de estruturas em água do mar apresenta pouca variação em temperaturas acima de 20 °C. No caso em estudo, foi admitido que a densidade de corrente necessária para proteção não teria variação significativa em relação às curvas obtidas em temperatura ambiente e, sendo assim, estas curvas foram adotadas como condições de contorno.



Figura 4 – Vista da geometria 3D do condensador e da tubulação de admissão

Os seguintes dados obtidos em campo, fornecidos pela Eletronuclear, foram adotados nas simulações:

- Temperatura: entrada: 27 a 31 °C; saída: 22 a 38 °C
- Velocidade do fluido na tubulação de admissão e descarga: 2,4 m/s
- Condutividade:
 - admissão: 50,7 mS/cm;
 - descarga: 53,0 mS/cm
- Área do circuito de admissão: 1210 m²
- Área do circuito de descarga: 882 m²
- Área interna do condensador sem revestimento orgânico (titânio): 23 m²
- Área interna revestida com ebonite: 63 m²
- Eficiência do revestimento interno de ebonite: 80 %
- Capacidade de corrente dos anodos de Ti revestidos com MMO: 29,45 A/anodo
- Área útil dos anodos: 0,049 m², distribuídos nas tubulações e nas caixas do condensador.

Análise numérica

Os sistemas de condensadores apresentam as mesmas características podendo ser analisado apenas um condensador tipo (Figura 3).

O sistema de proteção catódica por corrente impressa foi modelado através de discretização numérica em elementos de superfície com condições de contorno não-lineares (curvas de polarização) e fontes internas de

TABELA 1 – VALORES DE POTENCIAL NA PAREDE DE TITÂNIO DO CONDENSADOR

<i>Parede de Titânio do condensador</i>	<i>Potencial mínimo</i>		<i>Potencial máximo</i>	
	$mV_{Ag/AgCl}$	mV_{Zn}	$mV_{Ag/AgCl}$	mV_{Zn}
<i>Admissão e Descarga</i>	-740	310	-690	360

corrente (anodos). Pontos nodais internos e/ou no contorno foram adotados para otimizar o posicionamento dos eletrodos de referência^{3,4}.

Para as tubulações e as caixas internas do condensador foram adotados elementos triangulares constantes. Como condições de contorno para os anodos foram admitidos valores de corrente impressa e nas superfícies metálicas foram adotadas as respectivas curvas de polarização catódica considerando a eficiência do revestimento orgânico empregado (no caso das superfícies de aço-carbono).

O condensador e as tubulações de admissão e de descarga foram modelados através de elementos triangulares. A Figura 4 apresenta a modelagem típica empregada para o condensador e a tubulação de admissão.

Resultados das Simulações

Neste trabalho são apresentados apenas os resultados das simulações do sistema de admissão, tendo em vista o mesmo método de análise ter sido usado no circuito de descarga.

As Figuras 5 e 6 apresentam os trechos das tubulações que fo-

ram avaliados numericamente. O número de anodos, 2 no trecho vertical e 6 no horizontal, foi determinado numericamente após diversas tentativas e corresponde à distribuição otimizada de corrente no circuito de admissão. As Figuras 7 e 8 ilustram graficamente as equipotenciais nos trechos vertical e horizontal das tubulações. A distribuição de potenciais no condensador é vista na Figura 9. Nestes gráficos as cotas estão em centímetros, permitindo a definição dos locais de anodos e eletrodos de referência.

Foram admitidas correntes iguais em todos os anodos, tendo em vista que a variação destes valores tornaria impossível a avaliação, devido às inúmeras possibilidades a serem implementadas. No circuito de entrada foi considerada corrente de 3,8 A em cada um dos doze anodos considerados. No circuito de descarga, o valor de corrente em cada anodo individualmente foi de 4 A, sendo considerados oito anodos no total. A menor quantidade de anodos no circuito de descarga é função da menor tubulação no trecho horizontal. Na prática, contudo, as distribuições de corrente serão diferenciadas em fun-

ção da demanda de corrente pelas caixas dos condensadores e pelas tubulações.

Embora tenham sido calculados valores de, aproximadamente, $-1,2 V_{Ag/AgCl}$ junto aos anodos, na prática são utilizados isolantes em torno dos anodos que evitam a elevada polarização catódica da superfície metálica. Sendo assim, os potenciais extremamente negativos encontrados nas simulações para as regiões próximas aos anodos, são de fato evitados na prática.

Cabe ressaltar que, nestas simulações, a eficiência de revestimento considerada foi de 80 % e que, maiores eficiências do revestimento levam à distribuição de potencial mais uniforme. Sendo assim, os resultados apresentados simulam uma condição bastante desfavorável, sendo a favor da segurança em relação à quantidade de anodos considerada.

Como indicado nas figuras, há diversos locais onde os potenciais máximos se aproximam de $-700 mV_{Ag/AgCl}$ ($350 mV_{Zn}$). Sendo este valor admitido como limite para a proteção da estrutura, estes são os locais ideais para instalação de eletrodos de referência. A viabilidade técnica de instalação dos eletrodos pode ser um fator decisivo na escolha dos locais sugeridos. Conforme visto na Figura 9, é desejável a instalação de, no mínimo, um eletrodo próximo à visita do condensador (vista na Figura 1a). Nos trechos verticais e horizontais, sugere-se a instalação dos eletrodos de referência nos locais onde foram encontrados valores de poten-

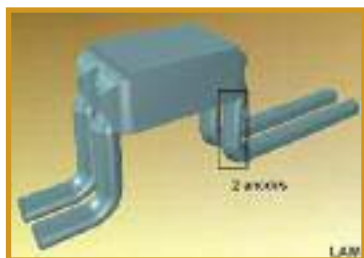


Figura 5 – Trecho vertical da tubulação de admissão

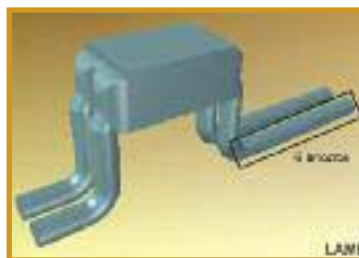


Figura 6 – Trecho horizontal da tubulação de admissão

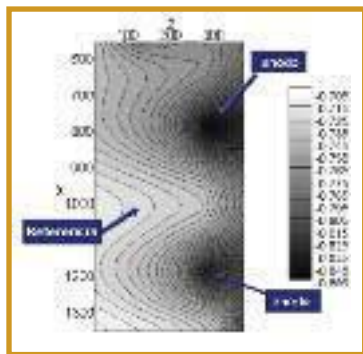


Figura 7 – Distribuição de potencial no trecho vertical da tubulação

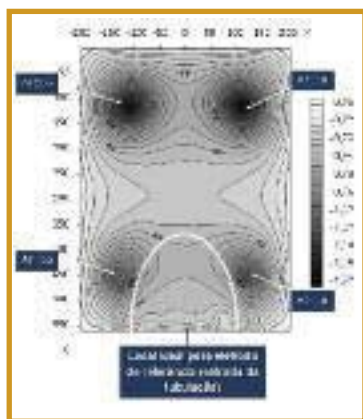


Figura 9 – Distribuição de potencial no condensador

ciais mais desfavoráveis à proteção catódica.

Na Tabela 1 apresentam-se os valores de potenciais máximos e mínimos observados nas paredes de titânio das caixas de entrada e saída do condensador. Para melhor compreensão dos valores, estes são indicados com referência ao eletrodo de prata/cloreto de prata, considerado neste estudo, e em relação ao eletrodo de zinco, usado na prática nessa instalação.

Conclusões

Foi observada a necessidade da instalação de um maior número de anodos tanto no circuito de admissão quanto no de descarga em relação ao aplicado na prática, objetivando distribuição de corrente mais homogênea. Os locais sugeridos para os anodos são observados nos gráfi-

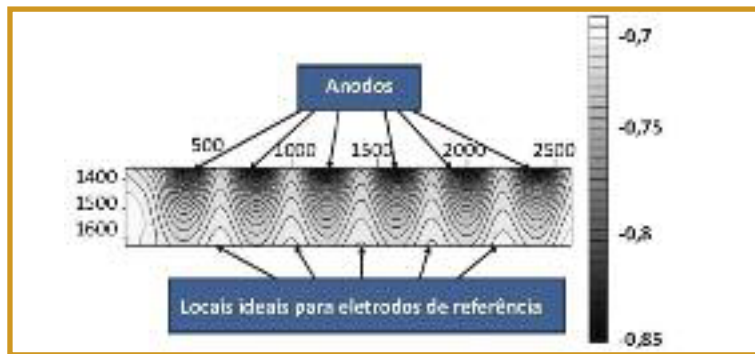


Figura 8 – Distribuição de potencial no trecho horizontal da tubulação

cos de equipotenciais.

Tendo em vista a alta concentração de titânio e a complexidade da geometria das caixas dos condensadores, são necessários quatro anodos para melhor distribuição da proteção.

Cumprir enfatizar que os potenciais de superproteção observados nas regiões próximas aos anodos não são esperados na prática, desde que seja aplicado isolamento no entorno dos anodos.

Os eletrodos de referência devem ser posicionados nas regiões onde o potencial limite é verificado, sendo recomendada a presença de, ao menos, um eletrodo nas caixas dos condensadores.

Os retificadores devem ser distribuídos de forma a permitir o fornecimento de corrente de maneira diferenciada entre as caixas dos condensadores e tubulações.

Referências bibliográficas

1. *Análise de Sistema de Proteção Catódica em Condensador de Angra 2*, L. R. Miranda, relatório Coppetec PEMM-5336, março 2004.
2. Norma ISO 15589-2 – *Petroleum and natural gas industries – Cathodic Protection of pipeline transportation systems – Part 2 – offshore pipelines*, 2004
3. Brasil, S. L. D. C., Telles, J. C. F., Santiago, J. A. F., Marques, L. B. S., Gervasio, J. P. K., Castinheiras Jr, W. G., *Internal Cathodic Protection of Formation Water Pipelines*, *Materials Performance* – NACE, v.49, p.32 - 38, 2010.

4. Telles, J. C. F., Brasil, S. L. D. C., Baptista, W., *Assessing Internal Cathodic Protection for Seawater Collection Pipelines at Oil Platforms*. *Materials Performance*, v.43, p.20 - 24, 2004.

Simone L. D. C. Brasil

D.Sc., Escola de Química / Universidade Federal do Rio de Janeiro

José Claudio F. Telles

Ph. D., COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro

José Antonio F. Santiago

D. Sc., COPPE / Universidade Federal do Rio de Janeiro

Lidinei Neri

Engº de Sistemas e Componentes Elétricos, ELETRONUCLEAR

Contato: simone@eq.ufjf.br

Calendário 2011 – De Julho a Dezembro

CURSOS	HORAS	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
<i>Pintura Industrial</i>							
Inspetor de Pintura Industrial N1 / RJ	88		8 a 19 ⁵	12 a 23 ⁵	17 a 28 ⁵	21/11 a 2/12 ⁵	
Inspetor de Pintura Industrial N1 / RJ ¹	88			25/9 a 3/12			
Inspetor de Pintura Industrial N1 / BA	88						5 a 16
Inspetor de Pintura Industrial N1 / SP	88		22/8 a 3/9 ⁵			28/11 a 10/12	
Inspetor de Pintura Industrial N2	40					7 a 12	
Pintor e Encarregado de Pint. Industrial	40						5 a 9
Inspetor de Pintura – Módulo de Doc.	40						
Curso Intensivo – Inspetor N1	40						12 a 16
Básico de Pintura Industrial (BA)	16			29 e 30			
<i>Corrosão</i>							
Corrosão ²	24						
Corrosão e Inibidores ²	24						
Tratamento d'água	24						
Corrosão: Fund., Monit. e Controle	24					23 a 25	
Corrosão em Concreto	16						
<i>Inspeção e Monitoração da Corrosão</i>							
Inspeção e Corrosão em Aeronaves / SP ³	24						
Recuperação, Reforço e Tratamento de Estruturas de Concreto Armado	16				20 a 22		
<i>Proteção Catódica</i>							
Básico de Proteção Catódica / SP	24						
Revest., Pint. Industrial e Prot. Catódica ²	24						
Insp. e Manut. de Sistemas de Proteção Catódica em Dutos Terrestres ²	32						
Básico Prot. Catódica de Dutos Terrestres	16						
Formação em Proteção Catódica: Inspeção e Manutenção	80						
Proteção Catódica em Plataformas, Equipamentos e Dutos Submarinos ²	24						
<i>Revestimento Anticorrosivo</i>							
Fundamentos de Resistência à Corrosão	16						
Básico de Revestimentos Anticorrosivos Orgânicos de Dutos Terrestres	24						
Revest. Metálicos Resistentes à Corr. ²	24						

¹ Turma somente aos sábados

² Parceria com o IBP

³ Parceria com a ABENDI

⁴ Parceria com o IPT

⁵ Turma completa

Mais informações:

curso@abraco.org.br
eventos@abraco.org.br

Atenção:

As datas estão sujeitas a alterações

Inscreva-se para assistir ao Congresso Internacional de Tintas

150 trabalhos científicos, apresentando:

- Inovações em matérias-primas
- Tecnologias para os próximos anos
- Novas tendências em produtos e processos
- Metodologias e aplicações inéditas



Credencie-se para visitar gratuitamente a Exposição Internacional de Fornecedores para Tintas

200 expositores do Brasil e exterior em 24.000 m²

- Oportunidades de negócios
- Lançamentos
- Soluções inovadoras
- Contatos valiosos

Acesse já

www.abrafati2011.com.br

Avaliação por meio de ensaios de imersão da *resistência* à corrosão em frestas dos aços AISI 316L e AISI F53

Evaluation of crevice corrosion resistance of AISI 316L and AISI F53 stainless steels through laboratory immersion tests and field tests



Por Cristiane
Vargas Pecequillo



Zebbour
Panossian



Neusvaldo Lira
de Almeida

Introdução

O trabalho apresenta os resultados de ensaios conduzidos com o objetivo de verificar a resistência à corrosão em frestas do aço inoxidável austenítico AISI 316L e do aço inoxidável superdúplex AISI F53. Foram conduzidos ensaios específicos que procuraram simular a corrosão externa de um sistema de extração de petróleo *offshore*. Para isto, o meio de exposição foi a água do mar sintética com borbulhamento de ar atmosférico, que teve o objetivo de simular a corrosão na condição de imersão em água do mar não profunda, onde a água do mar é muito aerada devido as ondas e marolas. Adicionalmente, foram realizados ensaios em campo com exposição de corpos de prova no laboratório flutuante instalado em São Sebastião. Os ensaios de imersão tanto em laboratório como em campo, mostraram que a liga austenítica AISI 316L e a liga superdúplex AISI F53 são suscetíveis à corrosão em frestas, sendo a susceptibilidade altamente dependente do acabamento superficial.

Introduction

This paper presents the results of tests conducted aiming at verifying the crevice corrosion resistance of AISI 316L austenitic stainless steel and AISI F53 super duplex stainless steel. Specific tests were conducted in order to simulate external corrosion condition of offshore oil extraction pipelines, where synthetic sea water with bubbling atmospheric air was tested, which intent to simulate shallow water immersion condition, where the seawater is very aerated due to natural waves and splashes. Additionally, field tests were conducted through exposition of metallic coupons directly in natural sea. The immersion tests in seawater showed that the AISI 316L austenitic stainless steel and AISI F53 superduplex stainless steel are susceptible to crevice corrosion, and this susceptibility is highly dependent on the surface finishing. Laboratory tests can be used to access the susceptibility of crevice corrosion for AISI 316L but not for AISI F53.

A corrosão em frestas consiste em uma das formas de ataque

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

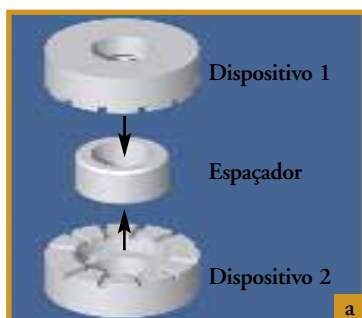


Figura 1 – Ilustração esquemática da montagem dos dispositivos formadores de frestas com o espaçador (a). Corpo-de-prova do aço inoxidável AISI 316L montado com o conjunto parafuso/porca/arruelas em aço inoxidável AISI 316, utilizado para fixar os dispositivos formadores de frestas em cada lado do corpo de prova (b) e (c).

TABELA 1 – RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS DE SIMPLES IMERSÃO NA CONDIÇÃO AERADA, COM AGITAÇÃO, A 30 °C

Material	Superfície	Região de frestas	
AISI 316L	Para os dois tipos de acabamento superficial, não foi observada nenhuma alteração na superfície fora das frestas. O material permaneceu passivo.	Jateados: foi observada corrosão de intensidade moderada. Nota da quantidade: 0,83 Intensidade de ataque: 4 Média: 2,42	Lixados: foi observada corrosão de intensidade moderada. Frestas atacadas: 1,33 Intensidade de ataque: 5 Média: 3,17
AISI F53		Jateados: sem sinais de ataque nas frestas. Nota da quantidade: 0 Intensidade de ataque: 0 Média: 0	Lixados: sem sinais de ataque nas frestas. Nota da quantidade: 0 Intensidade de ataque: 0 Média: 0

fresta deve ser grande o suficiente para permitir o acesso do meio corrosivo, mas também, suficientemente pequena para prevenir o transporte de matéria entre o ânodo e o cátodo, funcionando como célula oclusa. Segundo Shreir³, as aberturas típicas de frestas são da ordem de 0,025 mm a 0,1 mm.

Materiais e Métodos

Ensaio de simples imersão em laboratório simulando a corrosão externa de dutos offshore

Os ensaios de simples imersão com borbulhamento de ar atmosférico (condição aerada) foram baseados na norma ASTM G 78⁴. Para a execução de tais ensaios foram usados três corpos de prova com dimensões 100 mm x 70 mm x 4 mm para cada liga metálica.

Em todos os corpos de prova, as frestas foram forma-

das com o auxílio de dispositivos, ou seja, discos com diâmetro de 25 mm, com sulcos e “plateaus” (superfícies planas) alternados, onde cada *plateau*, em contato com a superfície do corpo-de-prova, determinou um possível local para a iniciação da corrosão em frestas. Com o objetivo de uniformizar as dimensões das frestas na superfície dos corpos de prova, foi aplicado um valor de torque pré-estabelecido (8,5 N.m) ao conjunto parafuso/porca/arruelas (em aço inoxidável AISI 316), utilizado para fixar os dispositivos em cada lado do corpo-de-prova. A Figura 1 (a) apresenta uma ilustração esquemática da montagem dos dispositivos formadores de frestas com o espaçador, utilizado para isolar eletricamente os parafusos dos corpos de prova.

A fim de melhorar este isolamento elétrico, os parafusos

foram envolvidos com fita Teflon[®] (ver Figuras 1 (b) e 1 (c)). O material usado para a confecção dos dispositivos formadores de frestas e dos espaçadores foi o acrílico.

Com o objetivo de verificar a influência das condições da superfície das ligas metálicas ensaiadas na resistência à corrosão em frestas, foram adotados dois tipos de acabamento superficial: jateamento com microesfera de vidro e lixamento com lixa grana 120. Realizado o jateamento ou o lixamento, foi feita a lavagem dos corpos de prova com detergente neutro até eliminação de toda a sujidade superficial, com enxágue em água corrente e depois em água destilada. Por fim, os corpos de prova foram lavados com etanol comercial e secos com ar quente.

A água do mar sintética utilizada foi preparada de acordo

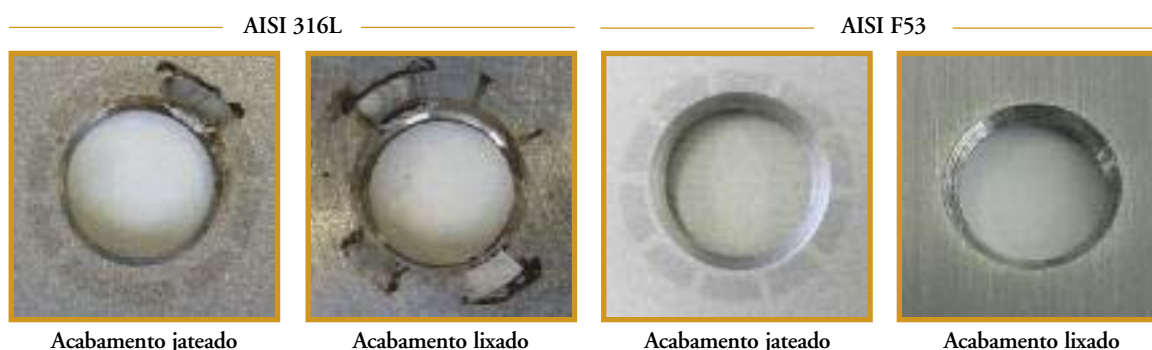


Figura 2 – Detalhe da região de alguns corpos de prova onde os dispositivos formadores de frestas estiveram instalados, após ensaio de imersão em laboratório e limpeza em solução de ácido nítrico 20 %

TABELA 2 – RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CAMPO NA CONDIÇÃO DE IMERSÃO TOTAL EM ÁGUA DO MAR NATURAL

<i>Material</i>	<i>Superfície</i>	<i>Região de frestas</i>	
AISI 316L	Após a limpeza com ácido nítrico, tanto os corpos-de-prova jateados como os lixados apresentaram sinais de ataque em algumas regiões onde houve formação de frestas na interface incrustação/metal e nas bordas.	Jateados: um dos três corpos de prova ensaiados apresentou intensa corrosão em várias frestas. Nota da quantidade: 1,33 Intensidade de ataque: 8 Média: 4,67	Lixados: somente um dos três corpos-de-prova ensaiados apresentou severa corrosão em algumas frestas, ocorrendo até a perfuração de uma delas. Nota da quantidade: 0,67 Intensidade de ataque: 10 Média: 5,33
AISI F53	Após a limpeza com ácido nítrico, tanto os corpos-de-prova jateados como os lixados não apresentaram sinais de ataque onde haviam aderido os animais marinhos. O material permaneceu passivo.	Jateados: dois dos três corpos-de-prova ensaiados apresentaram corrosão em várias frestas. Nota da quantidade: 2,17 Intensidade de ataque: 5 Média: 3,58	Lixados: sem sinais de ataque nas frestas. Nota da quantidade: 0 Intensidade de ataque: 0 Média: 0

com a norma ASTM D 1141⁵. A temperatura dos ensaios adotada foi igual a 30 °C e o período de exposição aos meios corrosivos foi de 90 dias. Após os ensaios de imersão, os corpos de prova foram retirados do meio de ensaio e limpos com uma solução de ácido nítrico 20 %.

Ensaio de campo (Flutuante Isabel)

Os ensaios de campo também foram baseados na norma ASTM G 78⁴. Neste caso, as dimensões adotadas dos corpos de prova foram iguais a 150 mm x 100 mm x 4 mm. Foram utilizados os mesmos dispositi-

vos formadores de frestas e os mesmos procedimentos para a preparação e limpeza pós-ensaio dos corpos de prova, descritos para os ensaios de imersão em laboratório. Estes ensaios foram conduzidos no Flutuante Isabel (estação de corrosão instalada no canal da cidade de São Sebastião,

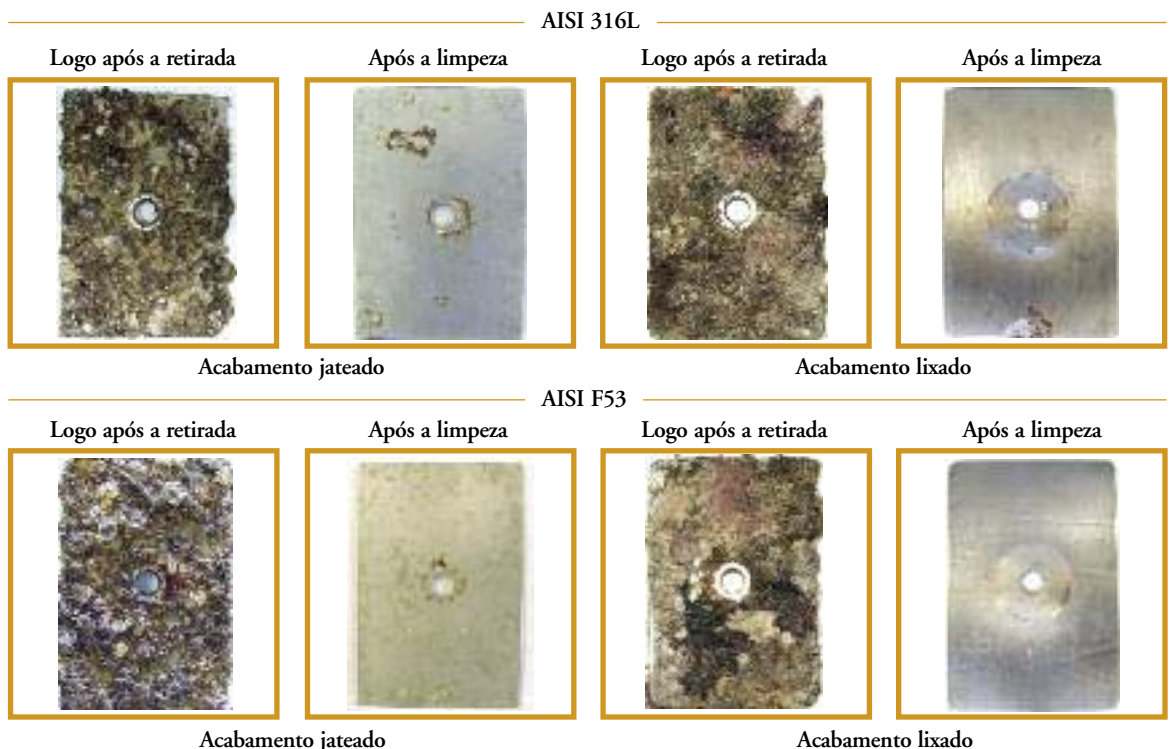


Figura 3 – Superfícies dos corpos de prova após 150 dias de imersão em água do mar natural não profunda, imediatamente após a retirada e depois da limpeza com solução de ácido nítrico 20 %



Acabamento jateado



Acabamento lixado



Acabamento jateado



Acabamento lixado

Figura 4 – Detalhe da região de alguns corpos de prova onde os dispositivos formadores de frestas estiveram instalados, após ensaio de campo e limpeza em solução de ácido nítrico 20 %

SP), por um período de 150 dias para cada tipo de acabamento superficial dos corpos de prova.

Metodologia utilizada na avaliação dos resultados dos ensaios de imersão em laboratório e de campo

Para a avaliação final comparativa, foi adotado como resposta o exame visual detalhado da região de frestas, com indicação do número de frestas com corrosão em relação ao número total de frestas, considerando as duas faces dos corpos de prova e a intensidade do ataque das frestas. Para maior facilidade, foram atribuídas notas de desempenho quanto à corrosão em frestas, seguindo o seguinte critério:

- *quantidade de frestas corroídas*: foi calculada a porcentagem de frestas corroídas em relação ao número total de frestas, sendo o valor encontrado normalizado para 10;
- *intensidade de ataque nas frestas*: foram atribuídas notas de 0 a 10 para a intensidade de ataque nas frestas, sendo a nota zero ausência de ataque e a nota 10 ataque severo das frestas com perfuração;
- *nota de desempenho quanto à corrosão em frestas*: foi considerada a média aritmética das notas atribuídas para a quantidade de frestas corroídas e a intensidade de ataque nas frestas.

Resultados

Ensaio de simples imersão em laboratório

Na Tabela 1 são apresentados resumos dos resultados dos ensaios de imersão em água do mar sintética com borbulhamento de ar atmosférico, tendo sido destacadas em azul as notas atribuídas segundo a metodologia de avaliação dos resultados adotada.

A Figura 2 apresenta em detalhe, a região onde os dispositivos formadores de frestas estiveram instalados em alguns dos corpos de prova dos aços inoxidáveis AISI 316L e superdúplex AISI F53 (já limpos em ácido nítrico), respectivamente, após o término dos ensaios de simples imersão.

Ensaio de campo (Flutuante Isabel)

Na Tabela 2, são apresentados resumos dos resultados dos ensaios de campo na condição de imersão total em água do mar natural, tendo sido destacadas em azul as notas atribuídas segundo a metodologia de avaliação dos resultados adotada.

A Figura 3 apresenta o aspecto visual dos aços inoxidáveis AISI 316L e superdúplex AISI F53 imediatamente após a retirada dos corpos de prova da água do mar natural e após a limpeza com ácido nítrico. Vale destacar que, imediatamente após a retirada dos corpos de

prova das duas ligas metálicas da água do mar, foi observada a aderência de grande quantidade de cracas e outros animais marinhos sobre a superfície dos mesmos, para os dois acabamentos superficiais.

Já a Figura 4 apresenta em detalhe, a região onde os dispositivos formadores de frestas estiveram instalados nos corpos de prova (já limpos em ácido nítrico), após o término dos ensaios de campo na condição de imersão total.

Discussão

Os ensaios de imersão, tanto em laboratório como em campo, mostraram que o aço inoxidável AISI 316L é susceptível à corrosão em frestas à temperatura ambiente, sendo esta susceptibilidade fortemente dependente do acabamento superficial, isto porque os corpos de prova jateados quase sempre apresentaram corrosão mais intensa nas frestas do que os lixados. Quanto ao aço inoxidável superdúplex AISI F53, os ensaios de imersão em laboratório mostraram que este material não é susceptível à corrosão em frestas. Porém, nos ensaios de campo, esta liga metálica mostrou-se susceptível à corrosão em frestas, sendo esta susceptibilidade função do tipo e da qualidade do acabamento superficial, já que para os corpos de prova lixados, a mesma

não apresentou corrosão em frestas, enquanto para os jateados sim.

Assim, os resultados mostram que a susceptibilidade relativa depende das condições de ensaio, já que o aço AISI F53 não se mostrou susceptível nos ensaios em laboratório, mas mostrou-se susceptível nos ensaios de campo, na condição jateada.

O fato dos ensaios de campo serem mais agressivos se deve, provavelmente, ao maior tempo de duração (150 dias contra 90 dias dos ensaios em laboratório) e à presença de cracas e outros animais marinhos aderidos à superfície dos corpos de prova e sobre os dispositivos formadores de frestas.

Quanto à influência do acabamento superficial, a mesma é citada na literatura. Oldfield⁶, estudando o mecanismo de corrosão em frestas em aços inoxidáveis em água do mar, verificou a grande influência da rugosidade superficial e do pré-tratamento (mecânico ou eletroquímico) na resistência à iniciação da corrosão em frestas. Este autor observou que uma superfície decapada em ácido é mais resistente do que superfícies lixadas. Comparações entre superfícies lixadas e jateadas não foram encontradas na literatura, no entanto, pode-se dizer que superfícies jateadas são mais susceptíveis à corrosão em frestas por serem mais rugosas.

Conclusões

Os resultados obtidos nos ensaios de imersão de laboratório e de campo mostraram que as ligas AISI 316L e AISI F53 são susceptíveis à corrosão em frestas, sendo a susceptibilidade relativa altamente dependente do tipo de ensaio e do acabamento superficial dos corpos de prova. As superfícies lixadas são consideravelmente menos sus-

ceptíveis à corrosão em frestas do que as superfícies jateadas. Ainda, os resultados mostraram que a liga AISI 316L é muito mais susceptível à corrosão em frestas do que a liga AISI F53.

Referências Bibliográficas

1. BETTS, A. J.; BOULTON, L. H. *Crevice corrosion: review of mechanisms, modelling and mitigation. British Corrosion Journal*, v. 28, n. 4, p. 279-295, 1993.
2. PANOSSIAN, Z. *Corrosão e proteção contra corrosão em equipamentos e estruturas metálicas*. 1. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1993. 2 v. v.1, cap. 6. 280 p.
3. SHREIR, L. L. *Corrosion*. 2. ed. London: Newnes-Butterworths, 1977. 2 v. v. 1: metal/environment reactions. p. 1:143-1:148.
4. ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 2001 (Reapproved 2007). G 78: *Standard Guide for Crevice Corrosion Testing of Iron-Base and Nickel-Base Stainless Alloys in Seawater and Other Chloride-Containing Aqueous Environments*. Pennsylvania. 8 p.
5. ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 1998 (Reapproved 2008). D 1141: *Standard Practice for the Preparation of Substitute Ocean Water*. Pennsylvania. 3 p.
6. OLDFIELD, J. W. *Crevice corrosion of stainless steels in seawater*. Avesta Corrosion Managment, ACOM Report n° 1-1988, Avesta AB, Avesta, Sweden, 1988.

Assistente de Pesquisa do Laboratório de Corrosão e Proteção do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. – IPT (e-mail: vargas@ipt.br)

Rafael Barreto de Matos

Técnico metalurgista, Técnico de Programação e Controle de Manutenção do BureauVeritas Brasil (e-mail: rafaelbm.-bureau_veritas@petrobras.com.br)

Neusvaldo Lira de Almeida

Mestre em Engenharia, Pesquisador do Laboratório de Corrosão e Proteção do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. – IPT (e-mail: neusval@ipt.br)

Gutemberg de Souza Pimenta

Mestre em Engenharia Metalúrgica, Consultor Técnico Sênior do CEN-PES/PETROBRAS. Responsável pela implantação da Rede de Materiais e Corrosão (projeto PETROBRAS e ANP (Agência Nacional de Petróleo)) em universidades e institutos de pesquisas no Brasil (e-mail: gutembergsp@petrobras.com.br)

Zebbour Panossian

Doutora em Ciências (Físico-Química), Professora convidada da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e responsável pelo Laboratório de Corrosão e Proteção do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. – IPT (e-mail: zep@ipt.br)

Cristiane Vargas Pecequillo

Mestre em Engenharia Metalúrgica,



Feira Brasileira de Tecnologias para a Indústria do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Outubro 2011

14h00 à 21h00

 **CENTRO DE EXPOSIÇÕES
IMIGRANTES**
Rodovia dos Imigrantes, km, 1,5
São Paulo - SP

Informações: (11) 5585-4355 - www.petrotech.com.br

TARCOM
7C anos — promoções



Fone (11) 5585-4358
www.nextur.tur.br



José Carlos Teixeira Moreira

A ética nas empresas

É fundamental dar musculatura à empresa para que ela se defenda da tentação de sair do mais certo para o mais prático

Empresas são pessoas reunidas em torno de uma proposta que as mobilizam num determinado momento de suas vidas. O CNPJ é apenas um arranjo jurídico para lhes conferir uma certa identidade no campo físico.

Tudo se passa numa empresa como se fosse uma comunidade de interesses, ou seja, uma relação temporal entre seres. As pessoas são levadas a serem seus colaboradores movidas por múltiplos motivos pessoais, na expectativa de que assim fazendo estão a caminho do que imaginam ser a sua realização.

Acontece que viver entre outros, encontrar o seu espaço, poder fazer o que deve ser feito requer fazer parte e aprimorar contextos onde a colaboração e a solidariedade sejam um valor. Nada numa empresa consegue acontecer de fato que não seja através de um trabalho em equipe. Ações solitárias, ao sabor de motivação individual, são sempre pontuais, de alto custo, de efeito passageiro e de resultado pálido.

As companhias mais atentas sabem disso e não medem esforços para que seus colaboradores se encontrem num ambiente que promova a concertação, ou seja, a possibilidade de que todos atuem como numa orquestra movida pela ética do prazer. Desse modo, quando se juntam pessoas que buscam a sua realização através de tarefas que se somam, se não houver um equilíbrio en-

tre seus interesses, os resultados finais ficam tolhidos pelos conflitos decorrentes daqueles mesmos interesses.

Equilíbrio é uma boa forma de se entender a questão ética. Não confundir com a moral. Essa não é relativa; diz da dimensão do ser humano em qualquer cultura. Nesse sentido, cuidar da ética nas empresas não se trata de ser bom ou mau, mas sim de puro *business*. Ser ético é assegurar resultados superiores e admiráveis.

O que mais infecta a ética na empresa, tirando-lhe a força, é a falta de consistência da alta administração na sua conduta diante dos desafios cotidianos. Inconsistência entre o que é dito é o que é feito, posições dúbias frente às questões de direito de seus colaboradores, clientes, fornecedores, acionistas, governo e a comunidade em que atua.

Atitudes evasivas, quando de necessidades sociais inquestionáveis, dão o tiro de misericórdia na percepção de todos quanto à ética da organização.

Como a ética não é algo que se obtenha a partir de cursos, *tours* tecnológicos ou *benchmarking*, só nos resta zelar, a cada passo, pelo binômio realização e conduta de todas as pessoas que fazem o seu futuro, a começar pelos seus colaboradores. Até porque ninguém dá o que não tem.

Assegurar que a realização e a conduta sejam os predicados mais notáveis da organização pelo testemunho em qualquer circunstância do dia a dia. Zelar pela ética significa não permitir que gestos, decisões e sobretudo procedimentos administrativos corrompam os princípios humanos da segurança, da autoestima e da justiça para com as pessoas.

É fundamental dar musculatura à empresa para que ela se defenda da tentação de sair do mais certo para o mais prático. Reforçar o empenho da empresa pelo verdadeiro ao invés do “no nosso mercado todo mundo faz assim”. Abandonar o apressado e de qualquer jeito para o mais veloz e caprichado.

O Valor de uma empresa no foco dos seus clientes é uma percepção; o preço, no foco dos seus clientes é sempre uma questão psicológica. Os resultados, mesmo quando positivos, têm a sua avaliação sujeita a questões psicológicas de quem os analisam.

Uma organização inteligente navega confortavelmente em dimensões psicológicas e emocionais, por isso conquista resultados surpreendentes. Por isso, a ética é o maior ativo psicológico desses empreendimentos de sucesso.

José Carlos Teixeira Moreira

Presidente da JCTM Marketing Industrial e da Escola de Marketing Industrial
Contato: jctm@marketingindustrial.com.br

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

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

BLASPINT MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

www.blaspint.com.br

B BOSCH GALVANIZAÇÃO DO BRASIL LTDA.

www.bbosch.com.br

CEPEL - CENTRO PESQ. ENERGIA ELÉTRICA

www.cepel.br

CIA. METROPOLITANO S. PAULO - METRÔ

www.metro.sp.gov.br

CIKEL LOGISTICA E SERVIÇOS LTDA.

www.cikel.com.br

COMÉRCIO E INDÚSTRIA REFIATE LTDA.

www.vpci.com.br

CONFAB TUBOS S/A

www.confab.com.br

C & Q CONSULTORIA E TREINAMENTO

www.ceqtreinamento.com.br

DETEN QUÍMICA S/A

www.deten.com.br

DOERKEN DO BRASIL ANTI-CORROSIVOS LTDA.

www.doerken-mks.de

DUPONT DO BRASIL S/A

www.dupont.com.br

DUROTEC INDUSTRIAL LTDA.

www.durotec.com.br

ELETRONUCLEAR S/A

www.eletronuclear.gov.br

EGD ENGENHARIA

www.engedutoengenharia.com.br

EQUILAM INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

www.equilam.com.br

FIRST FISCHER PROTEÇÃO CATÓDICA

www.firstfischer.com.br

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A

www.furnas.com.br

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

www.gaiatecsistemas.com.br

G P NIQUEL DURO LTDA.

www.grupogp.com.br

HARCO DO BRASIL IMP. E EXP.

www.harcobrasil.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

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

www.inspec.com.br

INSTITUTO PRESBITERIANO MACKENZIE

www.mackenzie.com.br

INT - INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA

www.int.gov.br

ITAGUAÍ CONSTRUÇÕES NAVAIS - ICN

qualidade@icnavais.com

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

www.jotun.com

JPI REVESTIMENTOS ANTICORROSIVOS

www.polyspray.com.br

MANGELS INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

www.mangels.com.br

MAX PINTURAS E REVESTIMENTOS LTDA.

www.maxpinturas.com.br

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

www.morkenbrasil.com.br

MTT ASELCO AUTOMAÇÃO LTDA.

www.aselco.com.br

MULTIALLOY METAIS E LIGAS ESPECIAIS LTDA.

www.multialloy.com.br

MUSTANG PLURON QUÍMICA LTDA.

www.mustangpluron.com

NALCO BRASIL LTDA.

www.nalco.com.br

NOF METAL COATINGS SOUTH AMERICA

www.nofmetalcoatings.com

NOVA COATING TECNOLOGIA, COM. SERV. LTDA.

www.novacoating.com.br

PERFORTEX IND. DE RECOB. DE SUPERF. LTDA.

www.perfortex.com.br

PETROBRAS S/A - CENPES

www.petrobras.com.br

PETROBRAS TRANSPORTES S/A - TRANSPETRO

www.transpetro.com.br

PINTURAS YPIRANGA

www.pinturasypiranga.com.br

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.presservdobrasil.com.br

PROMAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.

www.promarpintura.com.br

QUÍMICA INDUSTRIAL UNIÃO LTDA.

www.tintasjumbo.com.br

RENNER HERMANN S/A

www.rennercoatings.com

RESINAR MATERIAIS COMPOSTOS

www.resinar.com.br

REVESTIMENTOS E PINTURAS BERNARDI LTDA.

bernardi@pinturasbernardi.com.br

ROXAR DO BRASIL LTDA.

www.roxar.com

RUST ENGENHARIA LTDA.

www.rust.com.br

SACOR SIDEROTÉCNICA S/A

www.sacor.com.br

SERPRO IND. DE PROD. QUÍMICOS LTDA.

www.serproquimica.com.br

SHERWIN WILLIAMS DO BRASIL - DIV. SUMARÉ

www.sherwinwilliams.com.br

SOFT METAIS LTDA.

www.softmetais.com.br

SURTEC DO BRASIL LTDA.

www.surtec.com.br

TBG - TRANSP. BRAS. GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL

www.tbg.com.br

TECNOFINK LTDA.

www.tecnofink.com

TECNO QUÍMICA S/A.

www.reflex.com.br

TINÔCO ANTICORROSÃO LTDA.

www.tinocoanticorrosao.com.br

ULTRAJATO ANTICORROSÃO E PINT. INDUSTRIAIS

www.ultrajato.com.br

UNICONTROL INTERNATIONAL LTDA.

www.unicontrol.ind.br

UTC ENGENHARIA S.A.

www.utc.com.br

VCI BRASIL IND. E COM. DE EMBALAGENS LTDA.

www.vcibrasil.com.br

WEG INDÚSTRIAS S/A - QUÍMICA

www.weg.com.br

ZERUST PREVENÇÃO DE CORROSÃO LTDA.

www.zerust.com.br

ZINCOLIGAS IND. E COM. LTDA.

www.zincoligas.com.br

PROCESSO ALCALINO DE ZINCO NÍQUEL

SurTec 716

CARACTERÍSTICAS

- Três vezes mais duro que o Zn puro
- Excelente distribuição de camada
- Maior estabilidade do eletrólito
- Combina eletroquimicamente com o Al
- Alta resistência térmica até 160°C
- Sem periculosidade com fragilização por hidrogênio
- Resiste a todas substâncias hidráulicas comuns
- Não libera mais níquel metal que o aço Inox 316

BENEFÍCIOS

- Melhor comportamento tribológico
- Ideal para peças de geometria complexa
- Processo de simples controle
- Enorme redução da corrosão por contato
- Ótimo para peças na região do motor
- Indicado para peças temperadas
- Alta resistência química
- Mínima periculosidade com dermatites

SurTec do Brasil Ltda.
11 4334.7316 • 11 4334.7317
centraltec@br.surtec.com
www.surtec.com.br

**Sur
Tec**