

Corrosão & Proteção

ABRACO
Associação Brasileira de Corrosão

Ciência e Tecnologia em Corrosão

Ano 4 - Nº 18
Nov/Dez 2007



A
APORTE
EDITORIAL

ENTREVISTA

*Álvaro Teixeira,
secretário executivo do IBP –
Instituto Brasileiro de Petróleo,
Gás e Biocombustíveis*

CORROSÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

ENGENHARIA E ARTE

processo para atender as mais altas exigências da indústria automobilística

Cr(VI)-free



As normas europeias para ELV (End of Live Vehicle - Fim de vida dos automóveis) determina que a partir de 1º de julho de 2007 o teor de Cr (VI) nos depósitos preventivos contra corrosão estará restrito a 0,1 % em peso. Os fornecedores da indústria automotiva deverão garantir produtos isentos de Cr (VI).

Corrolux é a combinação de passivador e selante. Oferece excelente desempenho contra corrosão e atende 100 % as diretrizes ELV e demandas da indústria automotiva. Para atender suas necessidades específicas disponibilizamos uma grande variedade de combinações do processo Corrolux.

Características e Benefícios

- ★ Completamente livre de Cr (VI).
- ★ Transparente ou negro.
- ★ Excelente aderência em depósitos de Zn e Zn - Ligas.
- ★ Alta resistência a corrosão mesmo após tratamento térmico.
- ★ Fácil tratamento de efluentes.

Corrolux é aprovado para atender as mais altas exigências da indústria automobilística.

Name	Processe Definition Passivation/ Sealer/ Lubricant	Approved by
Corrolux 510	Corro TriBlue Extreme + Corrosil Plus 501 BG	General Motors GMW 3044
Corrolux 550	EcoTri/ EcoTri HC + Corrosil Plus 501 BG	Ford WSS M21 - P44 A2 General Motors GMW 3044, Peugeot B15 4102, Renault 01 - 71 - 002/ - - N, TRW Automotive TS 2 - 21 - 79
Corrolux 550L	EcoTri/ EcoTri HC + Corrosil Plus 501 BG + Rogard Lube 100	General Motors GMW 3044
Corrolux Black 500	CorroTriBlack ZnFe + Corrosil Plus 501 BG	Renault 01 - 71 - 002/ - - N

Atotech do Brasil Galvanotécnica Ltda.
•Rua Maria Patrícia da Silva, 205
•Jardim Isabela
•06787-480 – Taboão da Serra – SP
•Fone: 0 XX 11 4138 9900
•Fax: 0 XX 11 4138 9909
•SEA: 0800 55 91 91
•E-mail: atotech@atotech.com.br
www.atotech.com.br





foto da capa:
EMURB

6

Entrevista

IBP comemora 50 anos de atividade

Álvaro Teixeira

8

Matéria de Capa

Engenharia e arte contra a corrosão

16

ABRACO Informa

34

Opinião

A nova fronteira da produtividade

José Maria Ferreira

Artigos Técnicos

20

Sistemas de reparo de estruturas de concreto com corrosão de armaduras por carbonatação – Parte 1

Por José Luis Serra Ribeiro, Silvia M. S. Selmo e Zehbour Panossian

28

Fosfatização de Metais Ferrosos Parte 10 - Aceleradores: Cloratos e Outros

Por Zehbour Panossian e Célia A. L. dos Santos

33

Noções Básicas sobre Processo de Anodização do Alumínio e suas Ligas - Parte 6

Por Adeval Antônio Meneghesso



A revista **Corrosão & Proteção** é uma publicação oficial da ABRACO – Associação Brasileira de Corrosão, fundada em 17 de outubro de 1968, e tem como objetivo congrega toda a comunidade técnico-empresarial do setor, difundir o estudo da corrosão e seus métodos de proteção e controle.

Av. Venezuela, 27, Cj. 412
Rio de Janeiro - RJ - CEP 20081-310
Fone (21) 2516-1962/Fax (21) 2233-2892
www.abraco.org.br

Diretoria

Presidente
Eng. Pedro Paulo Barbosa Leite - PETROBRAS/NORTEC
Vice-presidente
Eng. Laerce de Paula Nunes - IEC
Diretor Financeiro
M.Sc. Gutemberg de Souza Pimenta - PETROBRAS /CENPES

Diretoria Técnica

Eng. Aldo Cordeiro Dutra
Dr. Eduardo Homem de S. Cavalcanti - INT
Jeferson da Silva - AKZO NOBEL

Dra. Olga Baptista Ferraz - INT
Dra. Zehbour Panossian - IPT

Conselho Editorial

Eng. Aldo Cordeiro Dutra - INMETRO
Dra. Denise Souza de Freitas - INT
Eng. Jorge Fernando Pereira Coelho
M.Sc. Gutemberg Pimenta - PETROBRAS - CENPES
Eng. Laerce de Paula Nunes - IEC
Dr. Luiz Roberto Martins Miranda - COPPE
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 – Université Grenolle – França
Dra. Simone Louise D. C. Brasil – UFRJ/EQ

Redação e Publicidade

Aporte Editorial Ltda.
Rua Emboacava, 93
São Paulo - SP - 03124-010
Fone/Fax: (11) 6128-0900
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

Copypress

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.



Marco na indústria da *energia*

O ano de 2007 pode ser considerado um marco na indústria da energia no país. Depois de três décadas de pesquisas e desenvolvimento na produção do álcool combustível e de outros biocombustíveis, o tema tornou-se definitivamente global. Aos resultados expressivos da PETROBRAS soma-se a descoberta do novo campo de Tupi, na Bacia de Santos. Apesar de não totalmente conhecida, essa reserva deve colocar o Brasil como um dos mais importantes produtores do mundo. Inclusive, como candidato natural a participar da OPEP, a poderosa organização que reúne os principais exportadores de petróleo.

O Brasil tem inúmeros problemas, principalmente um enorme déficit social com sua gente, incluindo falta de acesso pleno à educação e saúde. Além disso, têm impostos excessivos e burocráticos e falta um planejamento estratégico que leve em conta o país que queremos no futuro, não apenas até as próximas eleições.

O INTERCORR 2008 espera reunir os mais renomados profissionais do setor e propiciar conhecimento a mais de 500 profissionais

Ao comentar as reservas de outras importantes *commodities*, como o níquel, a vanguarda na produção e pesquisa de biocombustíveis e a recente descoberta do maior campo de petróleo dos últimos 15 anos, o sisudo **Financial Times** comentou: Afinal, Deus será mesmo brasileiro? Frase singular que reflete o pensamento dos países desenvolvidos com o imenso potencial de crescimento do Brasil. Agora temos que fazer a nossa parte, e isso requer trabalho, determinação e perseverança. Pois, se podemos comemorar algumas conquistas, por um lado os recentes resultados

divulgados sobre a posição do ensino no país é mais do que desagradável. É um sinal claro de que será necessário uma postura mais responsável e comprometida de todos os setores da sociedade para que, finalmente, possamos pleitear a entrada no seletivo grupo de países desenvolvidos.

Continuidade – a ABRACO também tem muito a comemorar. A começar pela participação cada vez mais ativa em cursos e eventos, e a grande expectativa em torno do INTERCORR, que acontece no mês de maio de 2008, em Recife, PE. Espera-se reunir os mais renomados profissionais do setor, que vão propiciar conhecimento e reciclagem a mais de 500 profissionais. Essa troca de informações é fundamental para a evolução tecnológica, assim como, para o desenvolvimento do setor e do país.

A **Revista Corrosão & Proteção**, por sua vez, chega à décima edição consecutiva, desde a parceria firmada entre a ABRACO e a Aporte Editorial. A regularidade da publicação é um dos nossos desafios, pois para tanto é necessário investir para a produção de um consistente conteúdo editorial, variado e interessante, que propicie altos índices de leitura. E, para nos mantermos atualizados e alinhados com as necessidades de nossos leitores, reforçamos o convite para que toda a comunidade técnico-empresarial do setor da corrosão participe ativamente da revista. Seja por meio de sugestões de assuntos, notas corporativas, artigos técnicos, enfim, o importante é que exista esse canal aberto para que todos os interessados possam participar.

Boa Leitura!

Os Editores

Chromitierung® preto



Passivadores pretos de camada espessa para zinco e ligas de zinco, isentos de cromo hexavalente e com alta resistência à corrosão branca, mesmo após condicionamento térmico

- **SurTec 694**
Para zinco e zinco-ferro
- **SurTec 695**
Para zinco-ferro
- **SurTec 697**
Para zinco-níquel

Melhor desempenho é obtido com os selantes SurTec 555 S ou SurTec 555 + SurTec 555 L.

Novo!

**SurTec
558 Black BR**

Novo Selante Orgânico
Pigmentado Preto,
que garante tonalidade uniforme
e aumenta a proteção
em até 200 h.

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

**Sur
Tec**



Álvaro Teixeira

IBP comemora 50 anos de atividade

Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis chega ao cinquentenário reforçando parcerias e apostando no grande potencial de crescimento do biodiesel

Por Henrique Dias

FUNDADO NO DIA 21 DE novembro de 1957, o Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP) é uma organização privada de fins não-econômicos, que tem como missão promover o desenvolvimento do setor nacional de petróleo e gás, visando uma indústria competitiva, sustentável, ética e socialmente responsável. Ao longo desses anos, o IBP consolidou a sua credibilidade junto à sociedade, ao setor e ao governo, e hoje conta com 230 empresas associadas.

Dentre as principais atividades exercidas pelo IBP estão: a normalização (que ajuda a sociedade a aferir a qualidade dos produtos de petróleo oferecidos pelo mercado, estabelecendo meios eficientes de controle e facilitando o intercâmbio comercial), a certificação (que oferece às empresas uma série de benefícios, sendo, inclusive, credenciada pelo INMETRO), os cursos (desenvolvidos em parceria com outras instituições, entre elas a ABRACO) e os eventos (promovidos para atender às necessidades da indústria, valorizando assuntos de natureza técnica e gestão). A essas atividades, a partir de 1998, veio se juntar as ligadas a colaboração com as autoridades

governamentais na regulamentação da nova Lei do Petróleo.

Um dos principais eventos organizados pelo IBP é a *Rio Pipeline*, que este ano chegou à sua sexta edição. Realizado entre os dias 2 e 4 de outubro, no Rio Cidade Nova Convention Center, o evento contou com a participação de 1.400 congressistas de 30 países, e teve 300 trabalhos apresentados por estudantes e profissionais do setor. “O *Rio Pipeline* tem sido de fundamental importância para a indústria de dutos nacional e internacional. A cada edição o número de países participantes aumenta, o que mostra um grande interesse de todos no transporte de combustíveis”, ressalta Álvaro Teixeira, secretário executivo do IBP.

Engenheiro civil formado pela Escola Nacional de Engenharia da antiga Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Álvaro Teixeira é também geólogo de petróleo graduado pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), em curso em convênio com a PETROBRAS. Ele começou sua carreira atuando como geólogo de poços na Bacia de Sergipe e Alagoas, em seguida voltou para o Rio de Janeiro, onde foi nomeado pela PETROBRAS como o chefe da

integração geológica no Brasil. De 1972 a 1987 trabalhou nas operações internacionais de exploração e produção da empresa. Em 1989, Teixeira foi eleito secretário-geral da ARPEL, associação que congregava as empresas estatais de petróleo da América Latina e Caribe, com sede em Montevidéu, no Uruguai, e desde 1994 ocupa o cargo de Secretário Executivo do IBP.

Para falar com mais detalhes sobre os 50 anos de história do IBP, do grande potencial de crescimento do uso dos biocombustíveis, das parcerias feitas pelo Instituto, do Prêmio Imprensa IBP 50 Anos, entre outros temas, Álvaro Teixeira recebeu a **Revista Corrosão & Proteção**.

Quais são os principais pontos que o senhor destacaria nesses 50 anos de atuação do IBP?

O IBP foi fundado em 1957 com o objetivo de congregar a PETROBRAS, criada três anos antes, com as empresas do setor privado, que, naquela época, eram responsáveis por cerca de 90% do refino nacional. Ao longo dos anos, a PETROBRAS foi crescendo até conquistar o monopólio de toda a cadeia de petróleo. A partir de então, o IBP virou uma

espécie de interface entre a estatal e a indústria nacional de bens e serviços. Mas eu diria que a grande transformação do IBP aconteceu em 1997, com a promulgação da nova Lei do Petróleo (Lei 9.478). Com a abertura do mercado, nós tivemos que nos adaptar a um outro cenário e, para isso, contamos com o apoio da própria PETROBRAS, que nos ajudou a inserir o Instituto nesse novo contexto nacional. A implantação da nova lei fez com que o IBP oferecesse mais turmas em seus cursos, uma vez que antes eles eram direcionados apenas a uma empresa, mas passaram a interessar também às empresas internacionais que se estabeleceram no Brasil. Vale lembrar que durante esses 50 anos, a principal característica do IBP continua a mesma, ou seja, trabalhar através de comissões formadas por nossos associados.

Originalmente, o IBP chamava-se apenas Instituto Brasileiro de Petróleo e hoje é intitulado Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis. Quando ocorreu essa mudança?

No ano de 2000, o IBP percebeu o real potencial de crescimento do mercado de gás no país, sobretudo com a construção do Gasoduto Brasil – Bolívia (GASBOL), que abriu uma nova era na matriz energética brasileira. Dessa forma a palavra gás foi adicionada ao nome original do Instituto. E a palavra biocombustível foi agregada à razão social e sigla do IBP este ano, em virtude da grande importância que vem assumindo no cenário nacional.

Das áreas de atuação do IBP, qual tem o maior potencial de crescimento?

As áreas de petróleo, gás e etanol já estão bem estruturadas tecnologicamente, ao contrário do bio-

diesel. Sendo assim, o IBP tem trabalhado muito nessa área, que é a mais complexa entre os biocombustíveis. Como vemos o biodiesel com grande potencial de crescimento, estamos desenvolvendo dois projetos com setores da UFRJ, um sobre logística e outro que trata da parte técnica da produção do biodiesel. No mês de novembro, o IBP promoveu, nos dias 12 e 13, no Rio de Janeiro, um evento especial sobre biocombustíveis, que, num futuro próximo, tem tudo para alcançar a mesma projeção que o Rio Pipeline tem hoje.

Qual é a importância de organizar um evento como a Rio Pipeline?

É de fundamental importância, uma vez que a criação da Rio Pipeline, que acontece desde 1997, sempre em anos ímpares, coincide com a implantação da nova Lei do Petróleo. Ou seja, há 10 anos as empresas aumentaram seus investimentos na otimização do transporte de combustíveis, que até então não tinha uma infra-estrutura eficiente no Brasil. Além disso, nós firmamos um acordo de cooperação com a ASME (American Society of Metalurgical Engineers), que realiza, nos anos pares, um evento semelhante a Rio Pipeline na cidade de Calgary, no Canadá.

Como o senhor analisa a parceria entre o IBP e a Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO)?

A ABRACO nasceu dentro da área



“A principal característica do IBP é trabalhar através de comissões formadas por seus associados”

Álvaro Teixeira

de inspeção do IBP e ao longo dos anos essa parceria vem se ampliando nos cursos, assim como em alguns eventos. Aliás, a parceria é uma filosofia adotada pelo IBP que tem dado excelentes resultados, não só para o Instituto, mas também para as associações envolvidas.

Como aconteceu a escolha do vencedor do Prêmio Imprensa IBP 50 Anos?

O Prêmio IBP Imprensa 50 anos foi a maior premiação de 2007 destinada a um único trabalho jornalístico. Uma comissão formada pelos jornalistas Suely Caldas, Fátima Belchior e Nelson Lemos decidiu conceder o prêmio de 50 mil reais ao trabalho “A Peteca Não Pode Cair”, de autoria de Cláudia Siqueira, Renato Cordeiro e Ricardo Vigliano, da revista Brasil Energia. •

Mais informações sobre o IBP no site <http://www.ibp.org.br>.



Engenharia e *arte* contra a corrosão

Números revelam que o Brasil gasta U\$ 10 bilhões no combate à corrosão.

Mesmo diante de cifras tão volumosas, os gastos relativos à manutenção de estruturas são percebidos como insuficientes

A CORROSÃO NA CONSTRUÇÃO civil preocupa a quase totalidade dos profissionais do setor. A Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias – ABCR, por exemplo, estima que um quinto da produção mundial de aço é destinada a repor perdas causadas pela corrosão. Um estudo do Departamento de Transportes dos EUA estima que o Brasil gaste U\$ 10 bilhões (considerando o PIB nacional da ordem de R\$ 2 trilhões) no combate à corrosão. Mesmo diante de cifras tão volumosas, os gastos relativos à manutenção de estruturas já são percebidos como insuficientes. E o mais grave é que existe tecnologia que pode prevenir acidentes relacionados à corrosão com gastos relativamente menores aos atuais.

Para o professor e pesquisador da Universidade Federal de Goiás - UFG, Oswaldo Cascudo, esse custo envolve a perda do material original, o custo de reposição (recuperação do problema), a paralisação

do uso e a operação de uma edificação, especialmente quando se trata de uma edificação comercial ou industrial (nesta última, há o custo relacionado ao prejuízo na produção industrial), entre outros. "A despeito dos elevados custos econômicos, há uma outra categoria cuja estimativa em termos financeiros é difícil de ser feita, que são os custos sociais da corrosão. Eventos tais como o desabamento de uma estrutura, que eventualmente impliquem mortes humanas, invalidez ou qualquer dano à saúde da pessoa envolvida, são exemplos de casos onde há um custo social de valor incalculável", alerta Cascudo. A recente tragédia envolvendo a queda de parte da arquibancada do estádio da Fonte Nova, em Salvador (BA), é um exemplo claro dos custos sociais (*veja a página 14*).

Cascudo confirma que a corrosão na construção civil ainda constitui motivo de preocupação para o meio técnico-profissional da Engenharia, uma vez que sua incidência é relativamente elevada, especialmente em algumas regiões do Brasil. "Do universo de materiais metálicos presentes na construção civil, são as armaduras das estruturas de concreto aquelas que mais sofrem corrosão. Apesar de ser um material durável e de bom caráter protetor das armaduras, o concreto sofre com freqüentes erros de projeto e de execução, em especial por não se compatibilizar adequadamente alguns aspectos da estrutura e do concreto com a agressividade ambiental", explica.

Segundo o especialista é necessário salientar que o concreto pode conferir às armaduras uma excelente capacidade de proteção, haja vista que o meio propiciado ao aço pelo concreto é altamente protetor, dada a sua elevada alcalinidade, que passiva as armaduras. Por outro lado, diferente de outros materiais de construção, que têm limites mais estreitos de suas propriedades, o concreto pode ser concebido sob uma ampla variação de características e propriedades. "O grande equívoco, historicamente, tem sido a concepção de estruturas e de seus concretos de modo incompatível ao grau de solicitação de durabilidade (agressividade) que o meio ambiente oferece a elas. O resultado,

então, é a corrosão de maneira precoce e, mais que isso, a disseminação de uma idéia equivocada de que estruturas de concreto não são satisfatoriamente duráveis. De fato, os concretos de cimento Portland, sejam eles armados ou protendidos, são materiais muito duráveis, contudo não prescindem de bons projetos para as suas estruturas e, tampouco, de corretos procedi-

Na construção da ponte Roberto Marinho os estais foram protegidos por tubos fabricados em polietileno de alta densidade

A corrosão das armaduras é mais presente em cidades litorâneas e em indústrias que usam produtos e substâncias agressivas ao concreto e ao aço



fotos: Anchortec

mentos de dosagem, a fim de que suas características e propriedades os capacitem a resistir à ação agressiva do ambiente no qual eles serão executados", revela Cascudo.

O professor da UFG explica ainda que a corrosão das armaduras em estruturas de concreto responde por significativa parte da corrosão na construção civil, especialmente nos ambientes essencialmente urbano-industriais e nos ambientes marinhos (região litorânea), assim como em ambientes particularmente agressivos como zonas de respingo de maré, estações de tratamento de água e esgoto, e alguns ambientes industriais específicos como fábricas de papel e celulose, entre outros.

Segundo avalia Silvia Selmo, professora e pesquisadora de materiais de construção do departamento de engenharia de construção civil, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP, além de diversos outros aspectos que envolvem a corrosão na construção civil, há a necessidade de se abordar e enfrentar o caminho da normalização de conceitos, materiais e procedimentos, no mínimo, para as situações mais comuns de corrosão e com maiores riscos de segurança estrutural.

"Grande parte dessas situações já são bem caracterizadas e conhecidas por pesquisadores, consultores e empresas envolvidas com a manutenção preventiva ou corretiva das estruturas de aço, de concreto armado ou de concreto pro-

tendido, no Brasil. Observo que os países desenvolvidos, de onde vêm boa parte do nosso conhecimento tecnológico atual, não chegaram aonde estão sem passar pelo caminho da normalização que é um processo muito adequado, por ser contínuo e evolutivo", afirma Silvia Selmo.

A pesquisadora da Poli/USP acredita que a comunidade técnica nacional deveria seguir o mesmo exemplo, ainda que o percurso possa ser lento e conflitante, pois há muitos segmentos envolvidos no setor, com diferentes linguagens e formas de abordagem da corrosão, mas por isto mesmo as normas são importantes. "As universidades e institutos de pesquisa no Brasil têm dado a sua contribuição e é chegado o momento da conscientização das empresas públicas e privadas darem o necessário passo adiante, pela canalização de recursos materiais e humanos, para a atualização e elaboração de normas brasileiras relacionadas à corrosão na construção civil. E, para tanto, que tal começarmos pela terminologia?", argumenta Silvia Selmo.

Degradação

Para o engenheiro e consultor técnico da Anchortec, Rafael Moreno Junior, o comportamento da corrosão na construção civil é o mesmo de outras áreas da engenharia. Por definição, é o efeito de alterar quimicamente o material, degradando-o normalmente a partir da superfície. "Eu descartaria a corrosão metálica como a principal, pois há ainda a corrosão de outros materiais, como do concreto, dos revestimentos e de outros componentes das edificações submetidos a ambientes e substâncias agressivas. A corrosão das armaduras do concreto armado, material mais tradicional e amplamente utilizado para a confecção de estruturas no Brasil, apresenta uma proporção enorme de incidência e o seu tratamento é de fundamental importância, pois a estabilidade da estrutura e conseqüentemente da edificação depende da integridade deste material".

Segundo Moreno, a corrosão das armaduras é mais presente em cidades litorâneas, zonas urbanas e em indústrias que manipulam produtos e substâncias agressivas ao concreto e ao aço. "Isto acontece porque, além das características da edificação, definidas principalmente pelo projeto arquitetônico, pelos projetos de engenharia (Estrutural, de Instalações Prediais, de Impermeabilização, de Drenagem, entre outros) e pela qualidade da execução da obra, a agressividade do ambiente em que a edificação está inserida determina as condições de ataque aos materiais. Isto pode ser observado pela norma brasileira NB1 ou NBR 6118 - *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*, que define uma série de requisitos e critérios de projeto que variam em função do tipo de obra e local de instalação, tomando-se medi-

das preventivas que visam ampliar a vida útil da estrutura e da edificação quando da concepção da obra", revela.

Moreno avalia que a corrosão, por degradar os materiais com uma velocidade proporcional à agressividade do meio, gera a necessidade de reparos rasos, profundos, reforços ou mesmo de modificações geométricas que podem ser bastante custosas em função do descaso dos proprietários ou administradores. Quanto maior o descaso, maior a degradação e maior o custo de correção das anomalias. No âmbito econômico, significa a necessidade de capital não somente para a realização dos serviços, mas também de prejuízos para a produção de uma indústria ou de perdas pela necessidade de isolamento de áreas.

Proteção

Na visão do gerente de vendas da Henkel, Humberto Marteleto, a corrosão é mais comum na fabricação de coberturas, fechamentos e nas estruturas da construção. "Aqui no Brasil, no entanto, a recorrência de corrosão é maior nas áreas comercial e industrial, por conta da construção com material metálico. Quando ocorre a corrosão, há o depreciação da aparência do material, o que gera dano visual e menor resistência mecânica. Isto implica dizer que há uma diminuição da segurança na construção. Existem basicamente duas formas de proteção, a por barreira (tratamento de superfície) e a galvânica (outro metal para proteger o aço)".

Segundo Marteleto, o controle permite melhorar a aparência, aumentar o desempenho dos materiais e garantir que os materiais metálicos não percam suas propriedades estéticas e funcionais ao longo do tempo de utilização. Para garantir o desempenho destes materiais, podem ser realizados ensaios de caráter "acelerado", criando simulações comparadas à exposição aos agentes corrosivos naturais. "Como exemplos, temos a câmara de névoa salina, a de umidade, câmaras de exposição aos raios UV etc. No método por barreira, há os processos de passivação", destaca.

Já o engenheiro Rafael Moreno diz que, para ele, no caso específico do concreto armado, a melhor proteção é dada pela especificação, em projeto, de concretos mais resistentes e menos porosos, além da definição de cobrimentos maiores que protejam as armaduras com uma camada mais espessa. "No projeto, o ideal é especificar pinturas e revestimentos adequados à agressividade do meio. Por exemplo, uma estrutura de concreto numa cidade como São Paulo pode receber uma pintura com sistema epóxi/poliuretano que amplia grandemente a proteção à estrutura, além de torná-la esteticamente mais agradável. Outra forma de proteger o concreto armado é com o uso de ânodos de sacrifício instalados na armadura proporcionalmente à quantidade de aço a ser protegida".

E para controlar a ação corrosiva, Moreno acredita que a melhor forma seja reduzir ou, preferencialmente, eliminar o acesso dos agentes agressivos. Para essa finalidade, pinturas e revestimentos protetivos são extremamente eficientes. "Outra forma é utilizar ânodos de sacrifício, as pastilhas de zinco puro. Naturalmente, o ideal é trabalhar com sistemas associados que irão propiciar uma vida útil ainda mais longa aos elementos estruturais. Já nas atividades de recuperação, quando a estrutura de concreto armado apresenta o problema de corrosão das armaduras, as áreas devem ser tratadas em toda a sua extensão com a remoção do concreto de cobertura o suficiente para acessar toda a

Tecnologia Avançada no Tratamento de Superfície do Alumínio e de suas Ligas

Tradição em excelência de produtos e serviços, sintonizados em tempo real com os principais avanços tecnológicos da Europa.



Aporte



ITALTECNO
DO BRASIL LTDA.

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

Ao lado, detalhes do trabalho desenvolvido pela NUTEC sobre a corrosão e a degradação atmosférica de materiais elétricos no Ceará



fotos: NUTEC

área das barras de aço corroídas, com o posterior tratamento mecânico da superfície do metal, que receberá uma pintura de base epóxi rica em zinco ou a instalação das pastilhas de zinco, no caso de estruturas atacadas pelos cloretos (íons de cloro). Outras tecnologias também podem ser aplicadas, como inibidores de corrosão à base de nitritos, mas as proteções anódicas ou por barreira são mais acessíveis e práticas".

Quanto aos métodos de proteção das estruturas metálicas aparentes, bem como para os componentes metálicos da construção, o professor Oswaldo Cascudo cita o uso de aços especiais resistentes à corrosão ou aços inoxidáveis, além dos tratamentos superficiais (pinturas, anodização, galvanização, zincagem por imersão a quente etc.). "No caso das armaduras para o concreto, o histórico tem mostrado que os tratamentos superficiais não são efetivos nem práticos, assim como não se mostram viáveis economicamente, pelo menos para as obras, convencionais. Invariavelmente, procedimentos inerentes ao processo executivo da estrutura levam à ocorrência de falhas localizadas nas pinturas ou nos tratamentos superficiais. Isto compromete definitivamente tais procedimentos protetores aplicáveis às armaduras, revertendo completamente o caráter protetor do sistema, pela eventual ocorrência de corrosões localizadas e normalmente intensas (frente a uma dada agressividade do meio).

Portanto, para as armaduras em estruturas de concreto, a proteção deve vir preponderantemente do concreto".

Cascudo trabalha com a idéia de que o controle da ação corrosiva passa por um conjunto de ações sistêmicas aplicáveis aos materiais, componentes, elementos ou sistemas construtivos. "No caso das estruturas de concreto, ações tecnicamente corretas no campo do projeto, da especificação dos materiais, da execução e do uso da estrutura, todas atreladas ao nível de agressividade do ambiente, são essenciais para o controle da corrosão e para que se alcance patamares de durabilidade condizentes com a potencialidade que estruturas de concreto podem produzir".

Dentro desse conjunto de ações, Douglas Dallemule, gerente executivo do ICZ – Instituto de Metais Não Ferrosos, lembra a importância da utilização de material galvanizado. "É preciso promover a discussão em torno da importância da galvanização do aço utilizado na indústria e na construção civil, em torno da necessidade de itens como a durabilidade da estrutura que suporta as obras, como nos estádios de futebol, por exemplo; de um maior conhecimento sobre os custos de manutenção; do estabelecimento de certa cautela na busca por redução de custos; e, principalmente, ter como prioridade a segurança das pessoas", diz Douglas. "Não podemos correr o risco de ocorrer uma queda de estrutura por corrosão da estrutura metálica interna".

O exemplo do Ceará

O Ceará é um bom exemplo de como a agressividade atmosférica potencializa a corrosão. O estado tem

PINTURA TÉCNICA INDUSTRIAL

TRATAMENTO ANTICORROSIVO COM GRANALHA DE AÇO, ÓXIDO DE ALUMÍNIO E MICROESFERAS DE VIDRO

- Aeronáutica
- Alcool e Açúcar
- Alimentícia
- Caldeiraria
- Construção Civil
- Fertilizante
- Hidroelétrica
- Mecânica Pesada
- Mineração
- Papel e Celulose
- Petrolífera
- Química
- Saneamento Básico
- Siderúrgica
- Têxtil
- Transporte (aéreo/náutico/ferroviário/terrestre)

Revestimento com resinas epoxídicas, poliuretânicas, betuminosas, alquídicas e outras

PROMAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.

Rua Manoel Maria Fernandes, 622
06786-300 Taboão da Serra SP
Tel.: (011) 4138-4232 – 4137-5012
promartratamento@ig.com.br

Iromar
tratamento anticorrosivo
www.promarpintura.com.br

Av. Dr. Assis Ribeiro, 5861
03827-000 São Paulo SP
Tel.: (011) 6943-0326
contato@promarpintura.com.br

cerca de 600 quilômetros de praias, clima tropical úmido, atmosfera marinha e alta velocidade dos ventos oriundos de duas diferentes direções – soprados do litoral para o continente. Estes ventos, além de contaminarem a atmosfera com altas concentrações de íons cloretos se comportam como jatos de areia compostos quimicamente com alta salinidade, que provoca desgastes mecânicos sobre as superfícies dos materiais que se tornam, também, contaminados por cloretos.

Para Iêda Nadja Silva Montenegro, doutora em Química da Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará – NUTEC, essas características desencadeiam reações de corrosão aceleradas pela participação dos íons cloretos e destacam-se como consequência a taxa de corrosão do aço carbono 1010 em torno de 6590 g/m².ano. Isso significa a perda de 57% da massa original dos corpos-de-prova de aço carbono expostos sem revestimentos durante um ano, segundo dados resultantes da pesquisa em desenvolvimento sobre a corrosão e a degradação atmosférica dos materiais elétricos, solicitada pela Companhia Energética do Ceará – COELCE, a qual tem como uma das principais finalidades a elaboração de um mapa de agressividade atmosférica no Estado. Esses altos índices são prejudiciais aos materiais utilizados na rede de distribuição de energia elétrica, telecomunicação, transportes, construção civil, indústria metal-mecânica entre outras áreas.

"Os bairros mais próximos da costa, em torno de 5 quilômetros de distância da praia, são predominantemente residenciais caracterizados por maior concentração de edifícios modernos construídos em estrutura de concreto armado, os quais sofrem as maiores consequências dos desgastes provocados pelos cloretos (maresia) e pelos demais agressores típicos de uma atmosfera tropical marinha, que provocam alta agressividade às estruturas metálicas como consequência da agilidade da penetração dos íons cloretos na argamassa/concreto. Este fenômeno leva à formação de produtos de corrosão que se refletem no ganho de volume das armações ferrosas e consequentemente no aparecimento de trincas e rupturas da estrutura de concreto, comprometendo dessa forma sua integridade física e seu desempenho", explica Narcelio de Araújo Pereira, mestre em Engenharia de Produção do Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CEN-TEC.

O professor Cascudo, da UFG, salienta ainda que as armaduras de aço carbono para concreto armado, por exemplo, são ligas ferro-carbono simples do ponto de vista da resistência à corrosão, ou seja, são aços que, em relação à sua composição química, não sofreram ações que os credenciem a desenvolver alguma capacidade de resistência à corrosão. Também essas armaduras não possuem tratamentos de superfície (pinturas anti-corrosivas, zincagem etc.) como forma de proteção contra a corrosão. "Desse modo, é fácil depreender que a durabilidade alcançada por esse tipo de aço é de primordial responsabilidade do concreto, em função de aspectos, tais como: adequada espessura de cobrimento, alta compacidade, baixa porosidade, baixa permeabilidade etc. Se estes requisitos falharem, principalmente em situações em que a agressividade do ambiente for elevada, ter-se-á, inevitavelmente, a corrosão da armadura, como se vê de forma relativamente freqüente no cotidiano da construção civil", explica.

Minimizar prejuízos

No caso do Ceará, Ieda Montenegro explica que vários meios são aplicados na construção civil a fim de minimizar os prejuízos causados pela ação da atmosfera tropical marinha, tais como o casamento do efeito de proteção por barreira e o aspecto decorativo resultantes da utilização de materiais cerâmicos ou rochas ornamentais nas fachadas dos edifícios. Tais materiais proporcionam a Fortaleza um crescimento vertical. "Outros tipos de obras civis como as pontes e os viadutos, as chamadas superestruturas, são otimizadas pela ação da tecnologia dos aditivos nos concretos que levam à diminuição da porosidade dos mesmos e também pela opção do aumento da camada de revestimento do concreto sobre as armaduras, o que dificulta a penetração dos poluentes", comenta.

"Diante da impossibilidade de amenizar-se o efeito naturalmente agressivo dos fatores climáticos da região, aumentam-se consideravelmente as exigências quanto à aplicação de tecnologias modernas e eficientes das proteções anticorrosivas. Outra contribuição importante no sentido de minimizar os problemas oriundos da corrosão atmosférica é o desenvolvimento de pesquisas, como as solicitadas pela comunidade da construção civil do Ceará, com a finalidade de classificar a agressividade da atmosfera e de estudar a resistência à corrosão e/ou degradação dos materiais para possibilitar a seleção de produtos adequados ao uso em condições agressivas do meio", argumenta Narcelio de Araújo Pereira.

Pereira explica que para tanto existe no Ceará um grupo de trabalho formado

por profissionais peritos de áreas multidisciplinares (além de Pereira fazem parte dessa equipe Ana Luíza Maia, Solange Maria Bastos Girão, Waydson Martins Ferreira e os engenheiros eletricitas especialistas em materiais elétricos Anadite Maria de Luna e Antônio Ribamar) que, através da parceria de algumas instituições como NUTEC, CENTEC, FUNCEME, UFC, COELCE, coordenados pela doutora Iêda Nadja Silva Montenegro, do NUTEC, desenvolve trabalhos de pesquisas dirigidos ao estudo e solução de problemas apresentados nos materiais expostos para finalidades diversas sob as condições de atmosfera tropical marinha típica do Estado e de toda a região Nordeste. "Dessa forma esforços estão sendo concentrados para a formação, em Fortaleza, do Centro de Excelência em Corrosão na região Nordeste", conta.

Alumínio

No setor da construção civil, apesar do caráter de resistência do alumínio à corrosão e às intempéries, cuidados na aplicação são necessários. Contatos com argamassas, concretos e resíduos de materiais de construção que contenham cloro podem por em risco a eficiência do alumínio pós-obra. "Esses agentes podem causar danos irreversíveis à superfície do alumínio. Esses contatos devem ser extremamente

CORROSÃO PROVOCA ACIDENTE NO ESTÁDIO

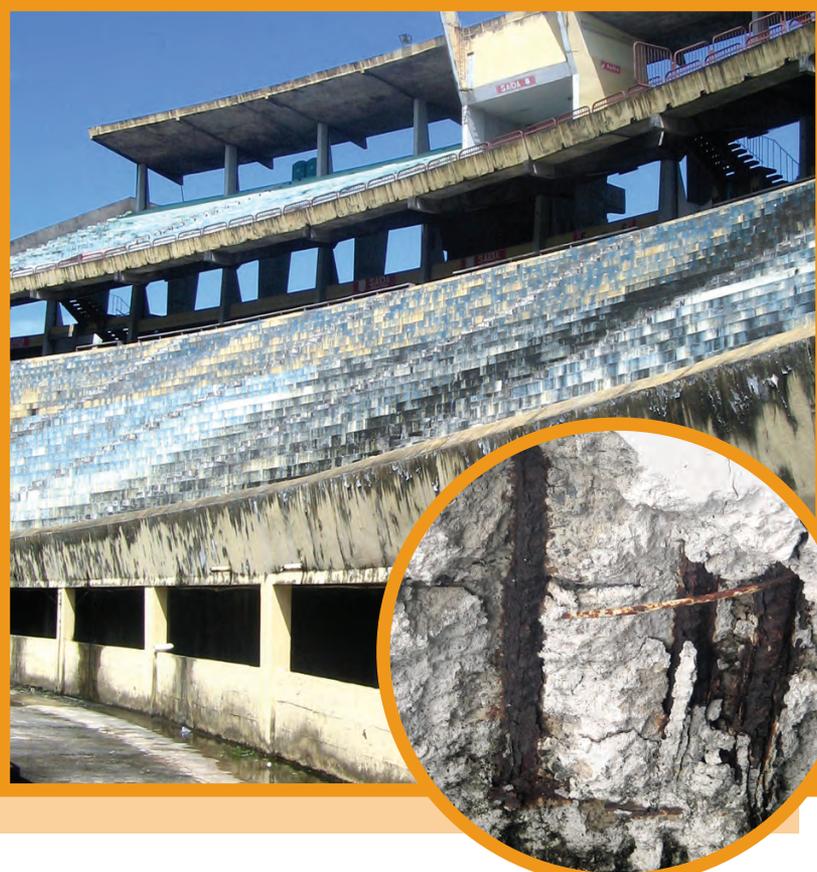
A recente tragédia que ocorreu no estádio da Fonte Nova, em Salvador, na Bahia, confirma que a corrosão na construção civil é um problema grave. O próprio Ministério Público da Bahia vinha alertando para problemas no estádio, a ponto de pedir sua interdição. No início de novembro, o Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva (Sinaenco), apresentou um estudo que analisou 29 estádios em 18 cidades do Brasil.

Dos 29 estádios avaliados, a Fonte Nova ficou em último lugar e apresentou as piores condições de segurança. O arquiteto da Sinaenco, Eduardo de Castro Mello, integrante da comissão organizada pelo sindicato para realizar esse trabalho, chamou a atenção para a necessidade de planejamento e da contratação de projetos para desenvolver as obras de infra-estrutura. "O rompimento da malha de aço provocado pela corrosão causou o desabamento", acredita Castro Mello.

Ele alerta ainda que a falta de nivelamento do concreto, a não utilização de um aditivo para a porosidade, o clima litorâneo de Salvador e a urina de torcedores foram suficientes para prejudicar a malha de aço. "Para se ter uma idéia, com a malha de aço comprometida, oito pessoas com peso

médio de 60 quilos seriam suficientes para provocar um acidente. Todo mundo sabe que castelo de areia é fácil de cair", comenta Eduardo de Castro Mello.

O governo baiano interditou a Fonte Nova por tempo indeterminado e há a possibilidade de implodir a construção. O laudo da perícia, que vai apontar as causas do acidente deve ficar pronto no mês de dezembro, quando será apresentado o relatório final sobre a tragédia que culminou com a morte de sete torcedores e dezenas de feridos.



fotos: Sinaenco

evitados durante a obra e ao término das construções, principalmente durante a fase de acabamento onde a presença do alumínio é maior", ressalta João Inácio Graciolli, especialista na área de tratamento de superfícies da Companhia Brasileira de Alumínio – CBA. "Existem vários processos para evitar a corrosão do alumínio, sendo a anodização um dos principais em relação à eficácia", comenta.

O aumento da demanda da

construção civil levou a empresa a criar uma nova divisão para desenvolver soluções aos projetos de esquadrias voltadas para esse segmento econômico, a Votoral Sistemas. "Vamos oferecer produtos de acordo com as necessidades específicas dos clientes e dos usuários", explica o gerente de vendas do segmento de construção civil, José Carlos Garcia Noronha.

Recentemente a CBA, visando ampliar o setor da extrusão, adquiriu duas novas prensas italianas de 2,5 mil toneladas de pressão e com uma capacidade produtiva de 30 mil toneladas/ano. "Além disso, efetuamos a aquisição de uma linha completa de pintura vertical para perfis de alumínio com uma capacidade de 12 mil toneladas/ano e a implantação de uma nova linha de anodização com uma capacidade de 12 mil toneladas/ano, inclusive com o acabamento multicolor, variedades de cor por eletrocoloração", explica Noronha. •

PONTE SERÁ CARTÃO POSTAL DA CIDADE

Antes mesmo de sua inauguração, a arquitetura da ponte Jornalista Roberto Marinho chama a atenção dos motoristas que trafegam pela Marginal Pinheiros, uma das mais importantes vias expressas da cidade. A obra faz parte da implantação de um Complexo Viário que consiste na execução de duas pontes estaiadas que se cruzam em um único mastro, fazendo a interligação da avenida Jornalista Roberto Marinho com a Marginal Pinheiros, no sentido Interlagos e no sentido Pinheiros.

O engenheiro e gerente de obras da Empresa Municipal de Urbanização – SP (EMURB), Norberto Duran, diz que essa é uma obra é a única do mundo a ter um mastro a sustentar duas pontes estaiadas em curva. "A complexidade da obra vem demandando o uso das mais modernas tecnologias de engenharia. Quando concluído o projeto a obra se tornará um importante cartão postal da cidade de São Paulo".

A expectativa é de que as obras sejam concluídas em meados de 2008 e seu custo deve chegar aos R\$ 230 milhões. As duas pontes compartilham um único mastro, apenas 10 metros mais baixo que o prédio do Banespa, o marco mais alto da cidade. "A exuberância da obra está presente em seu mastro com 138 metros de altura que estarão sustentados e ligados ao mastro por 144 estais, compostos por cabos de aço, totalizando 492 toneladas de peso. Para acessar os tabuleiros serão executadas alças de acesso, tanto na margem direita quanto na margem esquerda do Rio Pinheiros", revela Duran.

"Essa torre é construída em estrutura de aço e concreto. Estão em execução, atualmente, o tabuleiro estaiado e as alças de acesso da margem esquerda. O tabuleiro estaiado, quando concluído, terá 580 metros", comenta. "Quanto à proteção contra a cor-

rosão, os estais – feixes de cabos de protensão – foram protegidos por tubos fabricados em polietileno de alta densidade, com a função de proteger as cordoalhas contra raios ultra-violeta e outras intempéries, com absorção de água inferior a 0,01%, e nervuras helicoidais externas com diâmetro de 3,5 mm e passo de 60,00 cm. Espessura superior a 1,5 mm será preenchida com cera. Com relação aos cabos de protensão das vigas e lajes dos tabuleiros, será executado processo convencional, ou seja, injeção de calda de cimento", conta Duran.

Com o término das pontes, estima-se que passarão por cada uma delas entre 800 a mil veículos por hora, o que deve melhorar o acesso à rodovia dos Imigrantes, que liga a capital paulista ao litoral do Estado, entre outras melhorias quanto ao trânsito local. Duran destaca que as alças de acesso localizadas na margem direita (sentido Interlagos/Pinheiros) do Rio Pinheiros estão concluídas e em operação e foram entregues a população em março de 2006.

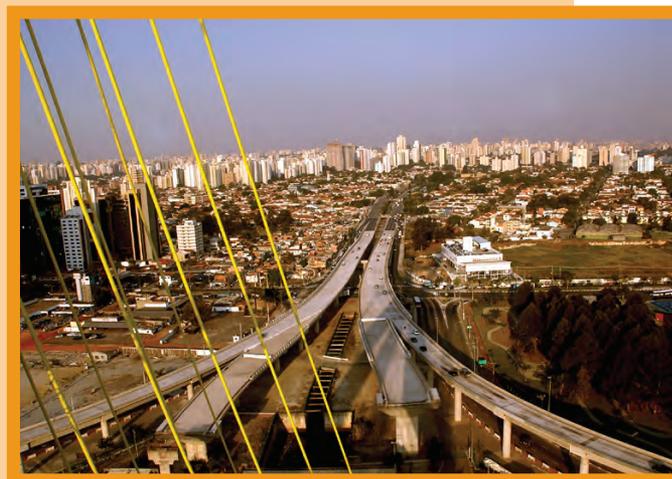
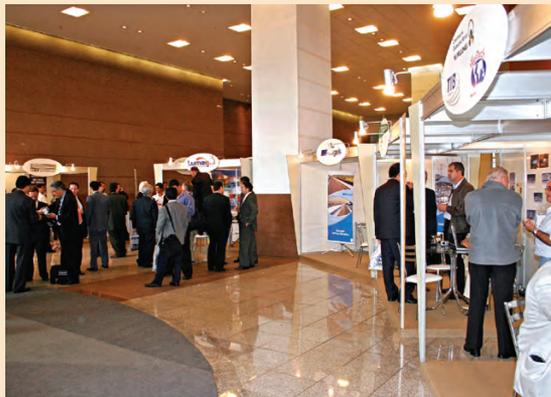


foto: EMURB

Evento propiciou uma visão do desenvolvimento de novos mercados



Latingalva reúne autoridades da galvanoplastia

O Instituto de Metais Não Ferrosos - ICZ e a Asociación Latino Americana de Zinco - Latiza realizaram o primeiro Congresso Latino Americano de Galvanoplastia – Latingalva. O congresso, que aconteceu em novembro na capital paulista, teve como ponto alto o intercâmbio de informações sobre os mais recentes progressos e tecnologias de processo, as regulamentações do ambiente e o conhecimento da comercialização no campo da galvanização. O evento ainda ofereceu aos participantes uma visão de desenvolvimento de novos mercados para a galvanização a quente e contínua.

“O principal objetivo da Latingalva foi mostrar ao setor da construção civil que a durabilidade da estrutura das obras, a diminuição substancial de gastos com manutenção e a garantia permanente da qualidade são atributos eternos do vergalhão galvanizado. Para tanto, o congresso reuniu profissionais e empresários da América Latina do setor da Galvanização, engenheiros da construção, fornecedores, representantes de órgãos públicos, arquitetos, empresas da cadeia automotiva, infra-estrutura e construção civil”, afirma o gerente executivo do ICZ, Douglas Dallemule.

O diretor da Associação Brasileira de Corrosão – ABRACO, Doutor Gutemberg de Souza Pimenta, que participou do congresso, avalia que um evento desse porte é muito importante para o setor. “No encontro foi possível reunir especialistas do mundo todo, e serviu para reforçar que essa é mais uma medida preventiva importantíssima e que deve acontecer com mais frequência. A troca de informações e de experiência é fundamental para qualquer profissional desse mercado”, argumenta Souza Pimenta.

Além dos brasileiros, o evento reuniu também profissionais da Inglaterra, Rússia, Estados Uni-

dos, Canadá e Alemanha, e contou com o patrocínio da Votorantim Metais, Mangels, Lumegal, BBosch e Lisy Galvanização. “A indústria de metais não-ferrosos vive um momento muito importante, de fortes investimentos, e o ICZ é o interlocutor dessa indústria para fomentar seu crescimento no mercado brasileiro, que ainda registra um consumo per capita muito aquém dos registrados nos países desenvolvidos”, Dallemule.

A pesquisadora e responsável pelo laboratório de corrosão e proteção do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, Doutora Zehbour Panossian, também esteve presente. “Em minha opinião, o congresso também serviu para mostrar e difundir a preocupação do setor com o meio ambiente, a reciclagem e a responsabilidade social”, comenta Zehbour Panossian.

Com a participação na Latingalva, a Votorantim Metais, aproveitou o congresso para difundir o uso deste metal na proteção contra corrosão dos bens duráveis, bens de capital e estruturas metálicas utilizadas nas torres de transmissão, e largamente utilizadas nas indústrias petroquímicas, celulose, metais, sucroalcooleira e de construção metálica.

“A Votorantim Metais apóia a realização da Latingalva, pois acredita no enorme potencial de crescimento do mercado de galvanização da América Latina. As perspectivas de incremento de 0,8 kg/hab sobre o consumo per capita do Zinco atual duplicará o consumo de zinco da América Latina em 10 anos, embora o consumo previsto de 1,9 kg/hab ainda fique bem abaixo dos países desenvolvidos”, afirma Cilon Lage, gerente-geral comercial do negócio zinco da empresa e presidente do ICZ.

Segundo dados divulgados pelo ICZ, o custo da corrosão do aço na América Latina representa hoje cerca de 2,5% do PIB, o que corresponde a aproximadamente US\$ 70 bilhões, sendo esse apenas o custo direto na substituição das estruturas metálicas ou reparos, sem considerar os custos indiretos com essas manutenções. Das 70 milhões de toneladas de aço bruto que serão produzidas na América Latina em 2007, cerca de 10% serão destinadas somente para repor o material danificado pela corrosão.

• Para maiores informações acesse:
www.icz.org.br/latingalva ou
www.portaldagalvanizacao.com.br

Workshop em comemoração aos 20 anos de implantação do curso de inspetor de pintura industrial

A Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO) promove em 18 de dezembro no auditório do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), no Rio de Janeiro, o Workshop Comemorativo dos 20 Anos do Curso de Inspetor de Pintura Industrial. O evento tem como objetivo mostrar a importância que o curso adquiriu na qualificação de pessoal especializado na área de pintura industrial como técnica de proteção anticorrosiva, além de ser uma boa oportunidade para a discussão

de novas tecnologias nesse segmento.

Um dos destaques do workshop será a mesa de debates, cujo tema abordado será: “Novas Tecnologias no Preparo de Superfícies e Tintas Ecologicamente Corretas”. A mesa terá como palestrantes Fernando Fragata (CEPEL), Joaquim Quintela (PETROBRAS / CENPES), Roberto Mariano (International Paint) e Aécio Castelo Branco (Tintas Jumbo).

A ABRACO vai aproveitar a realização do evento para home-

nagear os inspetores de pintura Patrícia França de Vilhena e Evaldo dos Santos Ferreira, os dois primeiros alunos qualificados pela instituição. Também serão homenageados todos os instrutores que ao longo desses 20 anos contribuíram para a formação desses profissionais.

As inscrições para o workshop, que tem como patrocinadores a International Paint, as Tintas Jumbo e a Blasting Pintura Industrial, podem ser feitas pelo e-mail [cursos@abraco.org.br](mailto: cursos@abraco.org.br).

EVENTOS

EBRATS 2009 é lançada em grande evento

Em 7 de novembro ocorreu, no Salão Promocional da FIESP, a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, o lançamento das vendas dos stands para a feira industrial do EBRATS 2009, o Encontro e Exposição Brasileira de Tratamentos de Superfícies.

O evento, uma realização da ABTS, a Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície, acontece entre 7 e 9 de maio de 2009, no Transamérica Expo Center, em São Paulo, e já conta com o apoio institucional de diversas entidades, entre as quais a FIESP, o SINDISUPER, o Sindicato da Indústria de Proteção, Tratamento e Transformação de Superfícies do Estado de São Paulo, o SINTIVESP, o Sindicato da Indústria de Tintas e Vernizes do Estado de São Paulo, o SIAMFESP, o Sindicato da Indústria de Metais Não-ferrosos do Estado de São Paulo, do CRQ-4, o Conselho Regional de Química da 4ª Região, e da ABRACO, a Associação Brasileira de Corrosão.

Dentro em breve a ABTS divulgará seu planejamento para o recebimento dos trabalhos técnicos a serem apresentados nesse evento.

• **Mais informações Tel.: (11) 5574-8333 – www.abts.org.br**

Núcleo Inox lança a INOX 2008

O Núcleo de Desenvolvimento Técnico Mercadológico do Aço Inoxidável realiza a Feinox 2008 – III Feira da Tecnologia de Transformação do Aço Inoxidável, entre os dias 12 a 14 de novembro de 2008, no Centro de Eventos São Luís, em São Paulo. A feira, que acontece bimestralmente, integra a programação do Inox 2008 junto com o IX Seminário Brasileiro do Aço Inoxidável e o ciclo de palestras temáticas.



Arturo Chao Maceiras, diretor-executivo do Núcleo Inox.

Seminário de Dutos em 2008

A ABENDE - Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos e Inspeção, realizará o 3º EN-Dutos – Seminário de END em Dutos em outubro de 2008, no Rio de Janeiro. O objetivo do evento é difundir os benefícios do uso das Novas Tecnologias de END e Inspeção em Dutos. A ABRACO apoia o evento.

• **Para mais informações Tel.: (11) 5586 3172 / 3197 e-mail: [eventos@abende.org.br](mailto: eventos@abende.org.br)**

O mundo MULTICOLOR da ITALTECNO

LL – MULTICOLOR

Muito mais Cores no Tratamento da Superfície
do Alumínio Anodizado

Processo de tecnologia Italtecno que promove
a “modificação” da camada anódica,
permitindo uma ampla gama de cores

Garantia de 35 anos contra a perda de cor e brilho

Em breve disponível para produção no Brasil –
Exclusividade Companhia Brasileira de
Alumínio – CBA



Av. Angélica 672 • 4º andar
01228-000 • São Paulo • SP
Tel.: (11) 3825-7022
escrit@italtecno.com.br – www.italtecno.com.br
Informações Técnicas: www.italtecno.com/pdf/tech3.pdf





Sistemas de *reparo* de estruturas de concreto com corrosão de armaduras por carbonatação – Parte 1

Artigo colabora para ampliar o conhecimento científico sobre uma das tecnologias mais comuns e empíricas de recuperação de estruturas afetadas por corrosão de armaduras, que são os reparos localizados de argamassa



Por José Luis Serra Ribeiro



Por Silvia M. S. Selmo



Por Zehbour Panossian

A técnica de intervenção corretiva mais utilizada em estruturas de concreto com corrosão de armaduras é a de reparos localizados com argamassas à base de cimento Portland. Uma das deteriorações das estruturas de concreto armado mais frequentes, quando do uso deste tipo de intervenção, é a volta da corrosão, porém, localizada em área adjacente ao reparo, a qual antes estava protegida. Este mecanismo de corrosão é comumente atribuído à corrosão por macrocélula por incompatibilidade eletroquímica entre o material de reparo e o concreto original. Este trabalho faz uma revisão teórica sobre os mecanismos de formação de macrocélula de corrosão por incompatibilidade eletroquímica, decorrente de reparos localizados de argamassa, com a finalidade de contribuir no seu entendimento. É focalizado o comportamento eletroquímico de reparos em estruturas de concreto armado com corrosão induzida por carbonatação, em uma situação teórica e ideal, para um reparo não fissurado. Com base nos princípios da Eletroquímica, são interpretados os prováveis mecanismos da corrosão prematura da armadura, em regiões adjacentes a reparos localizados, nessa situação.

Introdução

As tecnologias de controle da corrosão de armaduras em estruturas de concreto baseiam-se na intervenção em uma ou mais etapas do processo corrosivo e são classificadas de acordo com o seu principal mecanismo de ação: re-

passivação, inibição, barreira (na barra ou na superfície do concreto) e proteção catódica [1, 2].

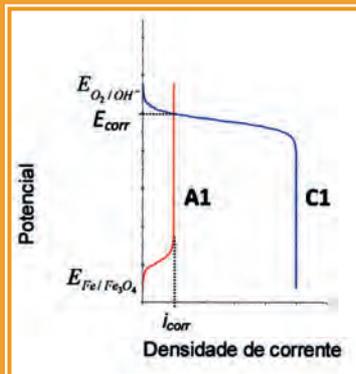
Os sistemas de reparo localizado de estruturas de concreto deterioradas por corrosão de armadura são usualmente compostos de: tratamentos da superfície do concreto e da armadura (com ou sem pintura); ponte de aderência e argamassa de reparo, para restaurar a geometria inicial da peça de concreto. Especialistas concluíram há algum tempo que estes sistemas, que atuam por repassivação, induzem a um aumento da atividade de corrosão na zona não reparada, adjacente ao reparo (substrato), caso esteja carbonatada ou contaminada por íons cloreto, acima de um limite crítico, neste segundo caso [3, 4].

Segundo Emmons et al. [5], a compatibilidade de um sistema de reparo é o equilíbrio das propriedades físicas, químicas e eletroquímicas entre o reparo e o substrato. Estas propriedades devem permitir que o reparo resista a todas as tensões causadas pelas variações de volume e aos efeitos químicos e eletroquímicos, sem deteriorar-se, num meio específico, num determinado período de tempo.

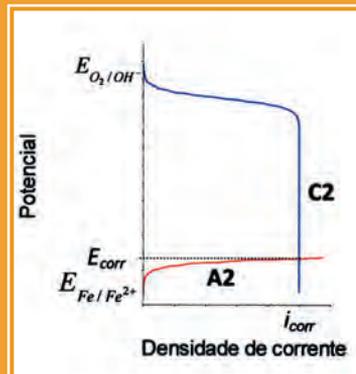
As principais causas relacionadas com a corrosão prematura do aço, após um reparo localizado com material à base de cimento Portland, são as fissuras, decorrentes da retração plástica ou por secagem da argamassa; as mudanças no interior do concreto original, causadas pelo reparo; e a incompatibilidade eletroquímica entre o reparo e o substrato [6].

A retração plástica e a retração por secagem, inerentes aos materiais à base de cimento Portland, são talvez as variáveis mais importantes para a durabilidade dos reparos, mas são processos contínuos e de difícil distinção na prática. Quando uma argamassa compacta possui uma baixa retração e uma resistência à tração elevada, o reparo resulta com uma baixa permeabilidade. Porém, as argamassas de cimento Portland são materiais frágeis e frequentemente apresentam microfissuras, decorrentes, principalmente, da retração por secagem. A restrição da retração pelo substrato de concreto provoca o surgimento de tensões de tração diferenciais no reparo. Quando estas tensões ultrapassam a resistência à tração da argamassa, aparecem as fissuras. As fissuras dependem das propriedades da argamassa, como o módulo de elasticidade, a contração dimensional pela secagem inicial, a resistência à tração e a deformação lenta.

Nos materiais cimentícios, como é o caso das argamassas, algumas propriedades são antagônicas, por exemplo: quanto maior a resistência à tração, maior o módulo de elasticidade e o risco de retração é mais alto. Assim, as fissuras de retração podem aparecer nas interfaces do reparo com o concreto ou regularmente espaçadas no interior do reparo. As partes da armadura, assim expostas, são despassivadas pela ação da carbonatação da argamassa junto às fissuras e/ou pela contaminação por íons agressivos que podem induzir à corro-



(a) Aço em concreto ou argamassa não-carbonatados (pH = 13)



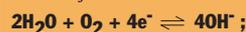
(b) Aço em concreto ou argamassa carbonatados (pH = 9)

Fig. 1. Diagrama de Evans da cinética de corrosão do aço em concreto ou argamassa.

E_{corr} = potencial de corrosão;

i_{corr} = densidade de corrente de corrosão;

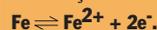
E_{O_2/OH^-} = potencial de equilíbrio da reação:



E_{Fe/Fe_3O_4} = potencial de equilíbrio da reação:



$E_{Fe/Fe^{2+}}$ = potencial de equilíbrio da reação:



são na região do reparo.

Além disso, após a execução de um reparo localizado, são estabelecidas sobre a armadura duas regiões de eletrólito com características diferentes: o meio proporcionado pelo concreto original (substrato) e o meio proporcionado pelo sistema de reparo. Assim, pode surgir a incompatibilidade eletroquímica, que é o desequilíbrio do potencial eletroquímico entre diferentes locais de uma barra de aço causado pelas diferenças dos meios proporcionados pelo reparo e o concreto do substrato [7]. Nessas condições, podem surgir áreas anódicas e catódicas decorrentes da heterogeneidade do meio, proporcionada pela diferença de concentração de alguma espécie ativa. Este mecanismo ocorre como conseqüência do estabelecimento de células de longo alcance, também conhecidas como macrocélulas, entre aquelas regiões de eletrólitos com características diferentes. Neste trabalho, esse processo corrosivo será denominado corrosão por concentração diferencial [8].

O entendimento dos princípios da Eletroquímica envolvidos na incompatibilidade é essencial para o projeto de reparos duráveis. A importância da com-

patibilidade eletroquímica para a durabilidade do reparo tem sido enfatizada por alguns pesquisadores [9, 10, 11, 12]. Gulikers e van Mier [13, 14] estudaram o efeito de reparos localizados de argamassa na corrosão de armaduras em concreto carbonatado, discutiram a repassivação do aço promovida pelo reparo e os seus efeitos sobre os potenciais da barra nas regiões do reparo e do concreto original, assim como a corrente de macrocélula entre estas áreas. Seus estudos mostraram que reparos localizados de argamassa à base de cimento Portland induzem a uma grave corrosão por macrocélula. Schießl et al. [3] pesquisaram o comportamento do aço em estruturas de concreto com reparos localizados. Estes autores estudaram o comportamento da corrosão do aço no substrato, antes e após a execução do reparo e constataram que, quando o concreto carbonatado do substrato não é totalmente removido, ocorre corrosão por macrocélula após o reparo. Zhang e Mailva-ganam [12] fizeram uma revisão teórica, para verificar a correlação entre os mecanismos de corrosão por macrocélula e por microcélula. No seu estudo analisaram os principais fatores que caracterizam a corrosão em reparos localizados e concluíram que há necessidade de mais pesquisas focadas na identificação dos mecanismos de cor-

rosão, para que os reparos localizados em estruturas de concreto sejam bem sucedidos.

O objetivo deste artigo é fazer uma discussão teórica sobre os mecanismos de formação de macrocélulas de corrosão por concentração diferencial, decorrente de reparos localizados, com a finalidade de contribuir no seu entendimento. É interpretado o comportamento eletroquímico de reparos não-fissurados em estruturas de concreto armado com corrosão induzida por carbonatação. Este trabalho é parte da tese de doutorado do autor principal [15].

Corrosão de armadura induzida por reparo localizado

A corrente e o potencial de corrosão de um metal imerso em um meio corrosivo podem ser determinados teoricamente pela representação gráfica das curvas de polarização das reações anódicas e catódicas, por meio dos diagramas de Evans, com fundamentos já bem estabelecidos e discutidos em livros e manuais de eletroquímica [16, 17, 18]. Assim, estes diagramas são aqui usados, para ilustrar e discutir os mecanismos de formação de macrocélula decorrente de reparos localizados, e os seus efeitos na taxa de corrosão das armaduras, nos casos de reparos em estruturas de concreto com carbonatação.

1. No meio técnico da engenharia civil, a corrosão das armaduras de concreto devida às macrocélulas é também mencionada como corrosão galvânica.

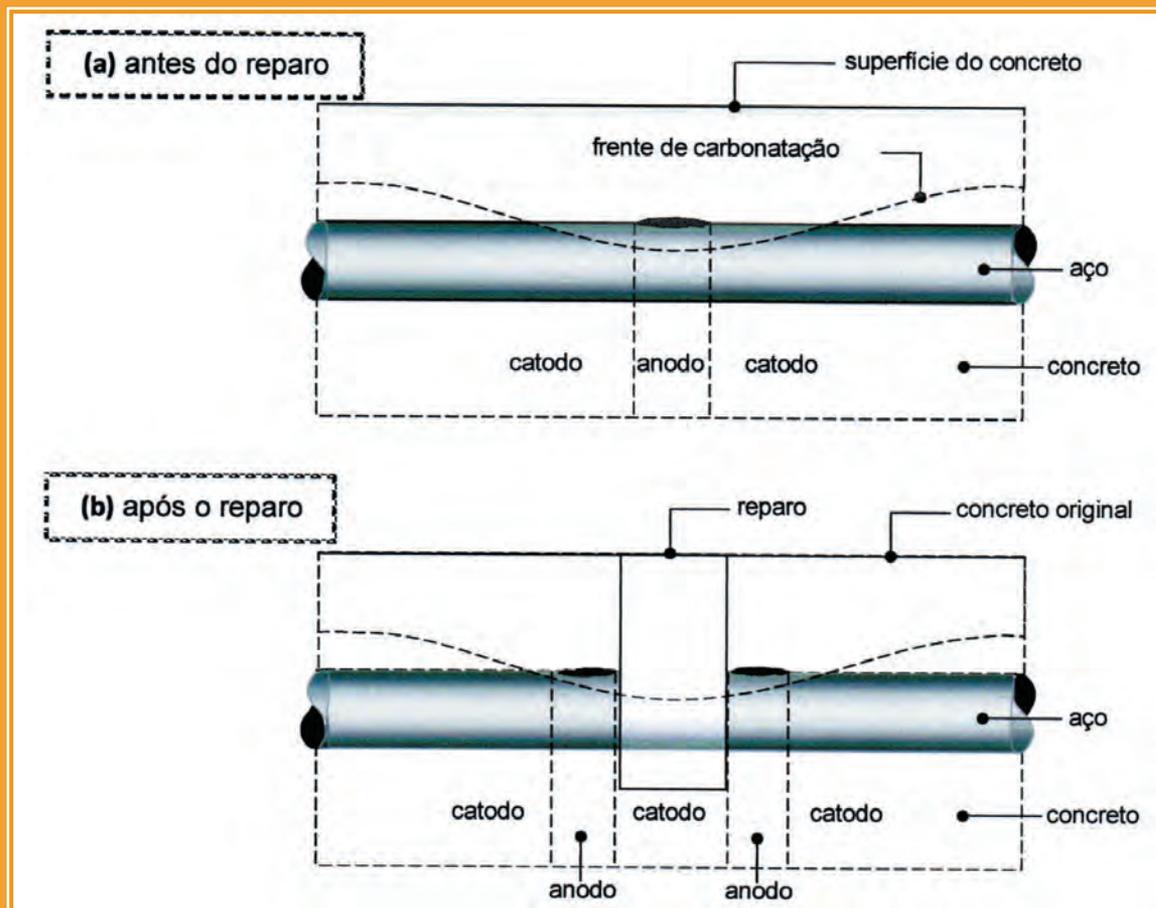


Fig. 2
Possíveis locais
de corrosão
antes e após
reparos
localizados

Comportamentos do aço imerso em concreto ou argamassa

A figura 1(a) ilustra a cinética da corrosão do aço num meio alcalino, como no caso do concreto ou argamassa não-carbonatados; a figura 1(b) mostra o caso de corrosão de armadura em um concreto ou argamassa carbonatados (pH ~ 9). Nestes casos de meios alcalinos e aerados [17], as duas reações prováveis de ocorrer são:

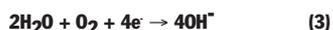
- reação anódica em meio não-carbonatado:



- reação anódica em meio carbonatado:



- reação catódica em ambos os meios:



Na figura 1(a), a curva A1 representa a reação anódica da corrosão de armadura no concreto não-carbonatado. Nestas condições, a curva anódica apresenta

apenas a região passiva². Na figura 1(b), a curva A2 representa a reação anódica em um concreto carbonatado. As curvas C1, C2 referem-se à reação catódica, representando a reação de redução do O₂. Os interceptos das curvas A1 com C1, e A2 com C2, onde as velocidades das reações anódicas se igualam às das reações catódicas, determinam os potenciais de corrosão (E_{corr}) e as densidades de corrente de corrosão (i_{corr}).

Mecanismos de corrosão induzidos por reparos localizados

A corrosão que um reparo localizado pode induzir em estruturas de concreto carbonatado compõe-se, normalmente, de corrosão generalizada e, também, corrosão por concentração diferencial

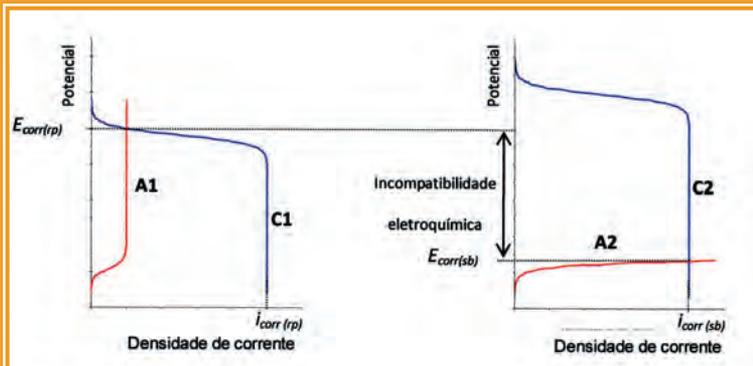
² O aço não apresenta região ativa, quando está submerso em concreto ou argamassa não-carbonatados (pH ~ 13).

(macrocélula) entre a região do reparo e o substrato adjacente.

Esses mecanismos são analisados a seguir, sendo que a corrosão por concentração diferencial é principalmente atribuída à incompatibilidade eletroquímica entre o reparo e o substrato.

Corrosão generalizada no concreto original

A abordagem aqui inicia pela estrutura original antes da intervenção. A frente de carbonatação avança para o interior da estrutura de concreto de modo irregular, seja por diferença de concentração dos contaminantes ao longo da superfície da estrutura, por diferença de umidade ou pela heterogeneidade característica do concreto de cimento Portland. Deste modo, a frente de carbonatação pode atingir a armadura e despassivá-la, inicialmente em pontos isolados, levando à corrosão da armadura em regiões descontínuas.



(a) Armadura imersa no reparo (pH ~ 13)

(b) Armadura no substrato carbonatado (pH ~ 9)

Fig. 3. Diagramas de Evans ilustrando a incompatibilidade eletroquímica entre o reparo e o substrato de concreto carbonatado.

A atividade anódica numa região da superfície do aço, antes da execução de um reparo localizado, polariza catodicamente a reação de redução do O_2 nas suas áreas adjacentes. Assim, estas áreas resistem mais ao avanço da frente de carbonatação, pela alcalinidade decorrente da produção de hidroxilas que sustentam o processo corrosivo, mantendo a passivação do aço nessas áreas (áreas catódicas) (Fig. 2(a)).

A substituição do material que envolve o trecho da armadura em corrosão, pelo material de reparo, repassa o aço na zona reparada e eleva o seu potencial eletroquímico, eliminando, deste modo, a polarização catódica do aço no concreto original, adjacente ao reparo. Assim, a frente de carbonatação, já adiantada no substrato, continua avançando e pode atingir outros pontos das armaduras. (Fig. 2(b)).

Desse modo, a alcalinidade decorrente da atividade catódica é perdida, pela diminuição significativa da produção de OH^- . O excesso destes íons, responsável pela manutenção do pH elevado e, em consequência, pela passivação das áreas catódicas, diminui, por difusão, para as áreas vizinhas, com menor concentração de OH^- . Em seguida, são gradativamente consumidos pela carbonatação do concreto, causando perda de alcalinidade e a consequente despassivação do aço.

Assim, a corrosão no substrato carbonatado pode tornar-se significativa e ser agravada pela corrosão por macrocélula, induzida pela incompatibilidade eletroquímica entre o reparo e o substrato, a qual será abordada no próximo item.

Corrosão por concentração diferencial entre o reparo e o substrato

A causa mais comum que induz à corrosão por macrocélula em reparos localizados é a incompatibilidade eletroquímica entre o material de reparo e o concreto original, quando este se encontra carbonatado.

Nos casos usuais, não é viável a remoção completa do concreto carbonatado. Nestes casos, a parte da armadura, dentro do concreto carbonatado (no substrato) e adjacente ao reparo, perde a polarização catódica que lhe era proporcionada pela atividade anódica contígua, antes do reparo, como visto em *Corrosão generalizada no concreto original*. Por outro lado, a armadura na região reparada é repassada, devido ao meio altamente alcalino proporcionado pelo reparo. Esta condição é ilustrada na figura 3. As curvas A1 e C1 (Fig. 3(a)) representam, respectivamente, a reação anódica e a reação catódica do aço na armadura, no interior do reparo (meio alcalino), com o aço re-

passivado; enquanto que as curvas A2 e C2 (Fig. 3(b)) representam as reações anódica e catódica do aço imerso no substrato (concreto carbonatado, pH ~ 9), com a armadura despassivada, junto ao reparo. $E_{corr(rp)}$ e $i_{corr(rp)}$ representam o potencial e a intensidade de corrosão do aço no interior do reparo. $E_{corr(sb)}$ e $i_{corr(sb)}$ correspondem ao potencial e à intensidade de corrosão do aço no substrato.

Na situação da figura 3, surge uma diferença de potencial eletroquímico, $|E_{corr(rp)} - E_{corr(sb)}|$ entre as regiões da armadura no reparo e no substrato, que pode induzir à formação de uma macrocélula por concentração diferencial de hidróxidos (diferença de pH) nas soluções de poro do reparo e do concreto do substrato. Esta diferença de potencial representa a incompatibilidade eletroquímica entre o reparo e o concreto original.

A parte final deste artigo irá abordar o estudo teórico do efeito da macrocélula na taxa de corrosão e será publicada na próxima edição. •

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Stephan Wolynec (EPUSP-PMT), ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT, pela participação da Profa. Dra. Zehbour Panossian, e ao Projeto Temático FAPESP 03/01729-2.

Referências bibliográficas

- [1] Helene, P. *Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado*. São Paulo, 1993. Tese (Livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- [2] Castro, P.; Pazini, E.; Andrade, C.; Alonso, C. Macrocell activity in slightly chloride-contaminated concrete induced by reinforcement primers. *Corrosion*, NACE, v. 59, n. 6, p.535-546, jun 2003.
- [3] Schießl, P ; Breit, W; Raupach, M.

- Durability of local repair measures on concrete structures damaged by reinforcement corrosion. In: Third International Conference on Durability of Concrete (V.M. Malhotra ed.), 3., 1994, Nice, France, **Proceedings...** American Concrete Institute, ACI SP-145, 1994. p. 1195-1215.
- [4] Raupach M. Chloride-induced macrocell corrosion of steel in concrete-theoretical background and practical consequences. **Construction and Building Materials**, v.10, n. 5, p. 329-338, 1996.
- [5] Emmons, P.H.; Vaysburd, A.M.; McDonald, J.E. Concrete repair in the future turn of the century—any problems? **Concrete International**. v.16. Issue 3. p. 42-49. 1994.
- [6] Vaysburd, A. M. & Emmons, P. H. Corrosion inhibitors and other protective systems in concrete repair: concepts or misconcepts. **Cement & Concrete Composites**. v. 26, p. 255-263, 2004.
- [7] Gu, P.; Beaudoin, J.J.; Tumidajski, P.J.; Mailvaganam, N.P. Electrochemical incompatibility of patches in reinforced concrete. **Concrete International**. v. 19. Issue 8. p.68-72. 1997.
- [8] ASTM G 15 – 99b – Standard Terminology Relating to Corrosion and Corrosion Testing. Disponível em http://standards.astmpubs.com/Standards_Detail.aspx?id=53326, acessado em 26 de nov. de 2007.
- [9] Emmons, P.H.; Vaysburd, A.M.; McDonald, J.E. A rational approach to durable concrete repairs. **Concrete International**. v. 15. Issue 9 . p. 40-45. 1993.
- [10] Morgan, D.R. Compatibility of concrete repair materials and systems. **Construction and Building Materials**, v. 10, n.1, p.57-67, 1996.
- [11] Mailvaganam, N. P. Concrete repair and rehabilitation: issues and trends. **The Indian Concrete Journal**, v. 75, p. 759-764. 2001.
- [12] Zhang, J.; Mailvaganam, N.P. Corrosion of concrete reinforcement and electrochemical factors in concrete patch repair. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 33, n. 6, p. 785-793, 2006.
- [13] J.J.W. Gulikers and J.G.M. van Mier, The effect of patch repairs on the corrosion of steel reinforcement in concrete. In: Second CANMET/ACI International Conference on Durability of Concrete (V.M. Malhotra ed.), 2., Montreal, Canada, August 4-9, 1991. **Proceedings...** Canada, pp. 445-460.
- [14] J.J.W. Gulikers and J.G.M. van Mier, Accelerated Corrosion by Patch Repairs of Reinforced Concrete Structures, in: RILEM/CSIRO/ACRA Conference on Rehabilitation of Concrete Structures, 1992. Melbourne. **Proceedings...** Melbourne: D.W.S. Ho and F. Collins eds. 1992 p. 341-353 (ISBN 0 643 05413 8).
- [15] RIBEIRO, J. L. S. **Formação de Macrocélulas de Corrosão em Reparo de Armaduras de Estruturas de Concreto Armado**. São Paulo, SP: EP-USP, 2005. 156 f. Projeto de Pesquisa (Doutorado).
- [16] Wolyneec, S. **Técnicas Eletroquímicas em Corrosão**. São Paulo, 1ª Ed. EDUSP, USP, 2003.
- [17] Panossian, Z. **Corrosão e Proteção contra Corrosão em Equipamentos e Estruturas Metálicas**, vol. 1, São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1993. (Publicação IPT 2032).
- [18] Evans, U. R. **An introduction to metallic corrosion**. 3a. Ed. Edward Arnold, London, 1981.

José Luís Serra Ribeiro

Doutorando em Engenharia Civil, ênfase em Engenharia de Construção Civil e Urbana, na Escola Politécnica da USP. Graduado em Engenharia de Fortificação e Construção pelo Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro – RJ.

Silvia Maria de Souza Selmo

Professora na Universidade de São Paulo, no Departamento de Engenharia de Construção Civil. Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Mestre e Doutora pela USP em Engenharia Civil, ênfase em Engenharia de Construção Civil e Urbana.

Contato: silvia.selmo@poli.usp.br

Zehbour 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.

Contato: zep@ipt.br

INTERCORR 2008 - 28º Congresso Brasileiro de Corrosão e 2nd International Corrosion Meeting

A ABRACO realizará, de 12 a 16 de maio de 2008 em Recife - PE, o INTERCORR 2008. Inscrições e informações através de nosso site www.abraco.org.br/intercorr2008, pelo e-mail eventos@abraco.org.br ou pelo telefone (21) 2516-1962 R25.



Surtec: de olho no *futuro*

A SURTEC INICIOU A SUAS atividades no Brasil em 1999 e, de olho no futuro, a filial brasileira chegou com o objetivo de fabricar, desenvolver e comercializar produtos químicos para a indústria de tratamentos de superfícies (galvanoplastia e fosfatização). A empresa é dona da patente mundial dos produtos de passivação à base de cromatos trivalentes, aplicados geralmente em superfícies zincadas, com resultados de resistência à corrosão melhores do que os dos produtos à base de cromo hexavalente disponíveis no mercado.



Subsidiária da SurTec Internacional, da Alemanha, a empresa detém uma alta tecnologia em processos de última geração, ecologicamente corretos e que atendem às mais rígidas exigências da indústria nacional. Rolf Jansen, diretor de pesquisa e desenvolvimento, revela que a empresa desenvolveu um processo eficiente de fabricação do produto com qualidade e com melhor preço. “Isso também é fruto dos investimentos no desenvolvimento técnico que a empresa oferece para sua equipe de colaboradores”.

A empresa investiu pesado na criação de

um centro de desenvolvimento tecnológico que permitiu ampliar as possibilidades de desenvolvimento de novos processos, além é claro, de oferecer para nossos clientes um atendimento com excelência”, comenta Camila Boin, do departamento de pesquisa e desenvolvimento.

Ainda na área de desenvolvimento de seus colaboradores, a empresa encontrou no intercâmbio profissional uma excelente forma de troca de experiência. “Temos hoje em nosso quadro de profissionais alguns pesquisadores vindos de outros países para aprender e desenvolver projetos junto com nossos técnicos. Assim como criamos possibilidades de mandar brasileiros conhecerem novas tecnologias no exterior”, comenta Jansen.

A preservação do meio ambiente é a principal prioridade do grupo SurTec aqui no Brasil. “Somos detentores de alta tecnologia em processos de última geração, ecologicamente corretos e que atendem às mais rígidas exigências da indústria nacional. Paralelamente aos cromatos trivalentes, a em-



presa tem mais duas linhas de produtos para atender a requisitos ambientais”, informa o coordenador de marketing da empresa, Roberto Motta de Sillos.

Entre suas especialidades químicas, a SurTec possui moderno processo de banho alcalino de zinco sem cianetos, onde são utilizados anodos inertes catalisados, combinados a um gerador automático de zinco no banho e um controle rigoroso das grandezas voltamétricas do processo, de modo a manter a operação no ponto ótimo, com as flutuações de seus parâmetros totalmente atenuadas. Para completar a linha ecológica, a empresa disponibiliza os desengraxantes recicláveis com tensoativos biodegradáveis.

Sillos explica que esses tensoativos demulsificam o óleo no processo de desengraxamento, de modo que, separado o óleo, é possível reciclar-se mais de 90% do desengraxante. “Temos consciência de que trabalhamos todos os dias sempre em busca pelo menor impacto ambiental”.



Foto 1:
Linha piloto
Foto 2:
Laboratório de desenvolvimento
Foto 3:
Parte da equipe técnica

Fosfatização de Metais *Ferrosos*

Parte 10 - Aceleradores: Cloratos e Outros

Aceleradores à base de cloratos, misturas com cloratos e outros



Por Zebbour Panossian



Por Célia A. L. dos Santos

Cloratos

O PRIMEIRO BANHO ACELERADO com clorato tinha, em sua composição, uma quantidade excessiva de íons clorato, o que determinava a formação de uma quantidade excessiva de lama. Este fato restringiu o uso deste acelerador em plantas de grande porte, por um período de tempo (Freeman, 1988, p.22). Em 1940, o clorato passou a ser utilizado em escala comercial em processos à base de fosfato de zinco, quando então a sua concentração passou a ser controlada e mantida em teores mais baixos. Aliás, o clorato é o acelerador usado quase que exclusivamente para os processos à base de fosfato de zinco, sendo incompatível com os banhos à base de fosfato de ferro e também não-adequado para os banhos à base de fosfato de manganês (Freeman, 1988, p.22), podendo ser utilizado nos banhos à base de fosfato de metais alcalinos (Freeman, 1988, p.26).

Historicamente, este acelerador foi o primeiro a ser utilizado para a fosfatização de arames de aço, e ainda hoje é utilizado para esta finalidade, pois as características das camadas obtidas com este acelerador parecem ser muito adequadas para os processos de conformação mecânica que os arames são submetidos.

O íon clorato, de fórmula molecular ClO_3^- , é um poderoso agente oxidante, mesmo a temperaturas moderadas da ordem de 50°C e 60°C. Normalmente, este acelerador não necessita de um acelerador externo, visto que ele sozinho é capaz de manter

muito baixo os íons ferrosos em solução. Quando o processo é por aspersão, pode ser utilizado junto com um acelerador externo, por exemplo, com nitrito.

Geralmente, nos banhos de fosfatização, é adicionado na forma de clorato de sódio (Lorin, 1974) ou de clorato de zinco (Biestek & Weber, 1976). Neste último caso, o produto é fornecido como solução concentrada porque o clorato de zinco é muito higroscópico.

A ação aceleradora do clorato é devida à seguinte reação:

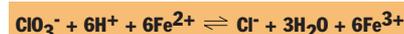


Com isto, o íon clorato consome os cátions hidrogênio (determinando aumento do pH na interface metal/banho, sem liberação de gás hidrogênio) e consome, também, os elétrons liberados pela reação de oxidação do metal ($\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e$).

Pela reação apresentada, pode-se verificar que o clorato de zinco (ou de sódio), adicionado ao banho, se transforma em cloreto de zinco (ou de sódio) cuja concentração aumenta continuamente no banho. Por esta razão, recomenda-se utilizar concentrações tão baixas quanto possíveis de clorato de zinco (ou de sódio) (Biestek & Weber, 1976). Uma outra razão que exige que o teor de cloratos seja mantido o mais baixo possível é a possibilidade de ocorrência de passivação de alguns tipos de aços na presença de altos teores de cloratos.

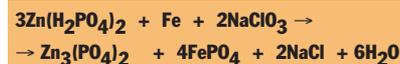
Uma outra reação ocorre na presença de clorato (Lorin,

1974; Biestek & Weber, 1976), a saber:



Esta reação desloca-se para a direita em meios ácidos e a temperaturas próximas a 60°C. Ela é a responsável pela transformação dos íons ferrosos produzidos durante o ataque ao metal para íons férricos, que precipitam na forma de fosfato férrico, formando a lama. Isto garante a baixa concentração de íons ferrosos no banho sem a adição de oxidantes externos. Quando opera a temperaturas mais elevadas, (80°C a 100°C) o teor de íons de ferro no banho fica abaixo de 0,1g/L (Rausch, 1990, p.118). Cabe lembrar, no entanto, que os banhos acelerados com cloratos operam a temperaturas mais baixas do que aqueles acelerados só com nitratos (65°C a 70°C - Freeman, 1988, p.22).

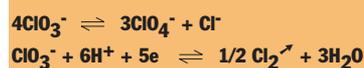
A reação global de um processo à base de fosfato de zinco acelerado com clorato pode ser assim representada (Freeman, 1988, p.23):



↓
Camada de fosfato

↓
Lama

Outras duas reações que podem ocorrer em banhos acelerados com o íon clorato são as seguintes:



A segunda das reações citadas é mais significativa.

Com os banhos acelerados com cloratos, obtêm-se camadas fosfatizadas finas (geralmente inferiores a 10g/m^2 - James & Freeman, 1971) formadas com cristais muito finos. Apesar de finas, as camadas obtidas são pouco porosas, constituindo-se em efetivas barreiras (Biestek & Weber, 1976, p.141). Além disso, por ser um oxidante poderoso, em banhos acelerados com cloratos, o aumento da concentração do banho não inibe a formação da camada fosfatizada e não determina a formação de cristais grosseiros (Biestek & Weber, 1974, p. 140).

Algumas das vantagens dos banhos acelerados com cloratos são (Freeman, 1988):

- é possível fosfatizar aços que são altamente resistentes a outros tipos de banhos de fosfatização, devido à alta agressividade dos banhos acelerados com cloratos;
- íon clorato pode ser adicionado ao banho numa larga faixa de concentração (5g/L a 10g/L);
- clorato é estável em soluções concentradas. Por esta razão, é adicionado ao banho já incorporado ao concentrado (xarope), à semelhança do nitrato e ao contrário do nitrito;
- quando o processo é adequadamente controlado, o mesmo concentrado pode ser utilizado tanto para preparar um banho novo como para a reposição de um banho em operação, o que não pode ser feito com os banhos com o nitrato;
- o clorato é um acelerador muito eficiente inclusive para operar em temperaturas baixas, podendo os banhos acelerados com cloratos operarem à temperatura ambiente. No entanto, quando se opta por esta temperatura, é necessária a adição de um álcali para o controle do banho;
- as camadas obtidas a partir de

banhos de fosfato de zinco acelerados com cloratos são especialmente adequadas para fios de aço (fato já mencionado);

- não apresentam o inconveniente dos banhos acelerados com nitrato/nitrito que é a liberação de gases nitrosos.

Apesar de apresentar vantagens, o íon clorato apresenta algumas desvantagens, a saber:

- libera gás cloro (Cl_2) o que acelera a corrosão do aço. O gás cloro pode ainda ser absorvido pela camada de fosfatos em crescimento e formar complexos do tipo $[\text{Fe}(\text{Cl}_3\text{PO}_4)]^{3-}$, estando o íon de ferro na forma de Fe^{3+} ;
- os banhos com clorato podem tornar-se turvos com o tempo de operação devido à formação de um precipitado gelatinoso (Biestek & Weber, 1976). Este produto pode aderir-se na superfície da camada fosfatizada, podendo ser retirado somente com escovamento. Este problema pode ser contornado aumentando a concentração do banho ou adicionando ácido sulfúrico ou ácido bórico ou fosfato de zinco neutro ou fosfato férrico neutro no banho. Com isto o precipitado gelatinoso transforma-se em um produto pulverulento que se deposita no fundo do tanque (Biestek & Weber, 1976);
- os banhos acelerados com clorato apresentam consumo elevado de produtos químicos e formação de grande quantidade de lama (James & Freeman, 1971);
- como nos banhos acelerados com cloratos tem-se enriquecimento de íons cloreto, com o tempo de uso, a lavagem após a imersão no banho torna-se crítica, devendo ser feita rigorosamente a fim de eliminar vestígios destes íons. Se a lavagem não for rigorosa, ter-se-á problemas após pintu-

ra (James & Freeman, 1971);

- as camadas fosfatizadas, a partir de banhos acelerados com cloratos, apresentam a tendência à formação de manchas brancas se não forem secas logo após a fosfatização (James & Freeman, 1971);
- nos banhos acelerados com cloratos, a quantidade de lama formada é maior o que requer remoção mais freqüente da lama;
- nos banhos acelerados com cloratos, ocorre incrustação sobre os aquecedores o que prejudica a transferência de calor (Wick & Veilleux, 1985, p.19-7);
- é um banho que apresenta características mais corrosivas, devido tanto ao próprio clorato como também ao produto de sua decomposição, o íon cloreto. Isto poderá trazer problemas de corrosão na própria camada fosfatizada, quando a lavagem não for eficiente e ficarem vestígios de íons cloreto na superfície fosfatizada. Este fato pode ser superado através de lavagem eficiente (Freeman, 1988, p.22)

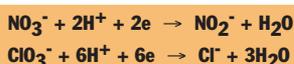
Devido às desvantagens citadas, a fosfatização por aspersion com banhos acelerados com cloratos foi praticamente abandonada durante algum tempo. No entanto, o desenvolvimento de métodos de controle sofisticados determinou a volta do uso de banhos acelerados com cloratos. Tais controles permitem o uso de concentrações de cloratos e temperaturas de operação baixas (James & Freeman, 1971).

Nitratos e cloratos

Como acelerador, pode ser utilizada uma mistura de nitratos e cloratos. Os primeiros banhos para aplicação por aspersion eram formulados com fosfato de zinco acelerados com cloratos e nitratos (James & Freeman, 1986). Com o uso destes dois accelera-

dores, dispensa-se o uso do nitrito e consegue-se um aumento significativo da reatividade do banho que opera com temperaturas moderadas (50°C a 65°C). Estes banhos podem ser operados com temperaturas mais baixas ainda. Apesar disto, a sua utilização é restrita devido à formação dos íons cloretos que, conforme já citado, são prejudiciais.

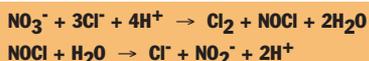
Quando se adiciona concomitantemente o clorato e o nitrato, ambos agem como oxidantes. No entanto, o poder oxidante do clorato predomina (a taxa de oxidação do clorato é maior). Possivelmente, as reações de oxidação são as seguintes (Lorin, 1974, p.29):



O clorato reage ainda com o nitrito regenerando o nitrato, segundo a reação:



Acredita-se que o íon cloreto formado pela redução do clorato reage com o nitrato formando nitrito e cloro, segundo a reação:



Como o clorato é um forte oxidante, nestes banhos não é necessária a adição de nitritos para oxidar os íons ferrosos. No entanto, muitas vezes, o nitrito é adicionado com vantagens, a saber:

- obtenção de depósitos de cristais finos, principalmente quando o pré-tratamento envolve desengraxe em meios muito alcalinos;
- substancial redução do tempo para fosfatização, muito importante para os processos por aspersão;
- temperatura baixa de operação (40°C a 60°C).

Acredita-se que os benefícios da adição dos nitritos são devidos à reação entre o íon clorato e nitrito com recuperação do nitrato (já citado).

Cloratos e nitritos

O uso simultâneo de cloratos e nitritos em banhos aplicados por aspersão já ocorreu muito no passado, porém atualmente parece que seu uso está mais restrito (Freeman, 1988, p.23, p.54). Os banhos acelerados com clorato/nitrito operam a uma temperatura entre 50°C e 60°C, produzem revestimentos com uma camada ao redor de 2,0 g/m² e podem ser aplicados tanto por aspersão quanto por imersão (Freeman, 1988, p.58, 62).

Cloratos com substâncias orgânicas nitrogenadas

A literatura cita ainda o uso concomitante de cloratos com metanonitrobenzeno sulfonato de sódio com resultados comparáveis aos banhos que contêm nitrito, com a vantagem de uma maior estabilidade dos aceleradores (lembrar que o nitrito é tóxico) e não-emissão de gases nitrosos nocivos.

Bromatos

Os bromatos também funcionam como aceleradores de banhos de fosfatização, apresentando comportamento semelhante aos cloratos (Rausch, 1990, p.118).

Fluoretos

A adição de fluoretos aumenta a agressividade dos banhos de fosfatização. Devido ao seu pequeno raio atômico, os fluoretos são capazes de penetrar na camada passiva presente sobre vários metais (por exemplo, alumínio e aço zincado) possibilitando a fosfatização (Rausch, 1990, p.119). Por exemplo, no caso de se fosfatizar aço zincado, tem-se uma

fina camada passiva sobre a superfície do zinco, o que dificulta a aplicação de camadas fosfatizadas. A presença de fluoretos no banho determina a quebra da camada passiva possibilitando a fosfatização. Além disso, os íons fluoretos são adicionados aos banhos de fosfatização de zinco para controlar a presença nociva de íons de alumínio, formando o complexo AlF_6^{3-} . O íon alumínio é altamente prejudicial aos banhos de fosfato de zinco, pois inibe a formação da camada fosfatizada. Já o complexo AlF_6^{3-} é inerte. Com o uso correto de íons fluoreto pode-se fosfatizar o alumínio com banhos à base de fosfato de zinco. O íon fluoreto também é utilizado quando se deseja fosfatizar o aço zincado pelo processo de imersão a quente, quando no banho de zinco fundido é adicionado alumínio, por exemplo, processo Sendzimir (Rausch, 1990, p.120).

Água oxigenada ou peróxido de hidrogênio

A água oxigenada é um oxidante muito forte, sendo utilizado quase que exclusivamente como acelerador em banhos de fosfato de zinco, aplicado por aspersão e a temperaturas relativamente baixas (50°C a 60°C) (Freeman, 1988, p.24). Em banhos à base de fosfato de manganês, acelerados com nitrato contendo íons de níquel, a água oxigenada pode ser utilizada para controlar o teor de íons ferrosos no banho (Freeman, 1988, p.75, p.83).

A água oxigenada é pouco estável em meios ácidos, por esta razão deve ser adicionada continuamente aos banhos de fosfatização, para manter a sua concentração ao redor de 0,05 g/L que é a ideal (Freeman, 1988, p.23).

A reação de oxidação de íons ferrosos para férricos pela ação da

água oxigenada é a seguinte:



Pode-se verificar, pela reação apresentada, que ocorre liberação de ácido fosfórico. Assim sendo, deve-se adicionar álcalis para neutralizar o ácido formado e assim manter o banho dentro das condições preestabelecidas no que diz respeito à acidez livre e total. Como álcali, no passado era utilizado o hidróxido de sódio. Isto determinava o aumento gradativo de íons de sódio nos banhos que trazia dificuldades. Atualmente, utiliza-se óxido de zinco ou o carbonato de zinco na forma de pó ou de pasta. Estes álcalis, além de não trazerem nenhum tipo de problema, não introduzem íons estranhos ao banho (Freeman, 1988, p.23).

Este acelerador apresenta as seguintes vantagens (James & Freeman, 1971; Freeman, 1986; Gehmecker & Kaul, 1994):

- obtenção camadas fosfatizadas de baixa espessura e de granulação fina sem a necessidade de utilizar refinadores de grão;
- os produtos da redução da água oxigenada (água e oxigênio) são inócuos ao banho e ao meio ambiente;
- na necessidade de interrupções curtas dos processos por problemas operacionais, não ocorre a formação de manchamento de camadas fosfatizadas que ainda não foram completamente formadas;
- a possibilidade de utilizar banhos que contêm somente fosfato diácido de zinco e água oxigenada, sem outros aditivos;
- quando se utiliza somente o fosfato diácido de zinco e o carbonato de zinco como neutralizador, as águas de lavagem conterão somente íons de zinco e fosfatos, podendo ser facilmente removidos com a adição de cal. Nestes casos, as águas de lavagem após tratamento po-

- derão ser reutilizadas;
- temperatura baixa de operação.

Ao lado das vantagens citadas, existem desvantagens que restringem o uso da água oxigenada como acelerador, a saber:

- necessidade de controle rigoroso do processo, principalmente no que se refere ao teor de ácido livre e de água oxigenada;
- necessidade de adição constante de neutralizadores (de pH);
- consumo elevado dos constituintes do banho;
- grande volume de lama.

Na indústria automobilística, a água oxigenada tem sido preferida nos últimos anos por questões ambientais em substituição aos banhos tricátions (banhos que contêm zinco, manganês e níquel) acelerados com nitrito. Na Europa, banhos formulados com baixo teor de zinco isentos de níquel e acelerados com água oxigenada têm sido utilizados nos últimos anos para fosfatizar carrocerias de automóveis. Neste tipo de banho, a função dos íons de níquel é conseguida com a adição de pequenas quantidades de íons de cobre (Gehmecker & Kaul, 1994).

Perborato de sódio

O perborato de sódio muitas vezes é utilizado em substituição à água oxigenada principalmente na indústria automobilística. Com o perborato, é possível a obtenção de camadas fosfatizadas duras e uniformes com massa de revestimento da ordem de $1,3 \text{ g/m}^2$ à temperatura de operação relativamente baixa (55°C). Este acelerador apresenta muitas vantagens quando comparado com água oxigenada, a saber (James & Freeman, 1971):

- não necessita de neutralizadores (de pH);
- não necessita de um controle rigoroso tanto do perborato como do ácido livre, além de

determinar a formação de um volume menor de lama;

- as camadas obtidas, apesar de serem finas, constituem excelente base para pintura cataforética utilizada na indústria automobilística;
- as camadas fosfatizadas a partir de banhos acelerados com perboratos não necessitam ser secadas em estufa antes da aplicação da pintura cataforética. É conhecido o fato de que camadas fosfatizadas quando aquecidas em estufa e depois pintadas apresentam maior resistência à corrosão do que aquelas que não foram secadas em estufas. No caso de perboratos, este aquecimento é desnecessário;
- na necessidade de interrupções curtas do processo por problemas operacionais, não ocorre a formação de manchamento de camadas fosfatizadas que ainda não foram completamente formadas;
- os produtos da reação dos perboratos são os boratos que são benéficos aos banhos de fosfatização (Biestek & Weber, 1976).

É praticamente impossível um acelerador que não apresente desvantagens. No caso do perborato, têm-se as seguintes desvantagens (James & Freeman, 1971):

- as soluções de perboratos são instáveis. Sendo assim, o perborato deve ser adicionado ao banho continuamente na forma de pó;
- a lama é mais volumosa do que aquela formada em banhos acelerados com nitrito/nitrito;
- tempo de fosfatização é da ordem de 2 minutos.

Compostos orgânicos

Alguns compostos orgânicos possuem a capacidade de acelerar a fosfatização (Biestek & Weber, 1974, p.141). O uso de aceleradores orgânicos data de 1930.

Muitos aceleradores foram propostos, no entanto os únicos que tiveram maior aceitação foram nitroguanidina e o metanonitrobenzeno sulfonato de sódio (Freeman, 1986). O primeiro apresenta a vantagem de não ser corrosivo e nem prejudicial aos banhos de fosfatização, o mesmo ocorrendo com os seus produtos de decomposição. O seu uso, no entanto, apresenta limitações:

- é pouco solúvel e portanto não pode ser adicionado ao concentrado (xarope);
- não controla o teor de íons ferrosos no banho, tendo-se a necessidade de se adicionar periodicamente um oxidante mais forte;
- é um produto explosivo, por esta razão o transporte e armazenamento do produto puro é controlado.

O metanonitrobenzeno sulfonato de sódio é mais solúvel, no entanto, é menos efetivo, sendo normalmente utilizado com um outro oxidante, como o clorato.

Aceleradores orgânicos da família dos amino poliácidos já eram conhecidos antes de 1955 (Lorin, 1974, p.131). Dentre eles podem-se citar: os nitrilo triacetatos, os etileno diamino tetraacetatos e o EDTA.

Na próxima edição, o assunto aceleradores será encerrado citando-se outros métodos empregados para a obtenção de camadas fosfatizadas com redução do tempo de imersão. •

Referências Bibliográficas

- BIESTEK, T.; WEBER, J. 1976. *Electrolytic and chemical conversion coatings*. 1st ed. Wydawnictwa : Portecilles. 432p.
- FREEMAN, D. B. 1988. *Phosphating and metal pre-treatment*. 1st ed. New York : Industrial Press, 229p.
- GENMECKER, H.; KAUL, L. 1994. *Practical experiences with nickel and nitrite free low zinc phosphating*. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE

TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE, 7. São Paulo, 1994, Anais. São Paulo : ABTS, 1994. p. 245-255.

- JAMES, D.; FREEMAN, D. B. 1971. *Accelerator systems for zinc phosphate processes with particular references to their use before electropaint*. *Transactions of the Institute of Metal Finishing Conference issue*, part 2, v.49, p. 79-83.
- LORIN, G. 1974. *Phosphating of metals*. Great-Britain : Finishing Publications. 222p.
- MURPHY, J. A. 1971. *Surface preparation and finishes for metals*. New York : McGraw-Hill. p.396-401.
- RAUSCH, W., 1990. *The phosphating of metals*. 1st.ed. Great Britain : Redwood Press, 416p.

Zebbour Panossian

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

Célia A. L. dos Santos

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

Contato com as autoras:
zep@ipt.br / clsantos@ipt.br
fax: (11) 3767-4036



LEVE SUA EMPRESA PARA RECIFE

A Revista Corrosão & Proteção
estará circulando no
INTERCORR 2008

28º Congresso Brasileiro
de Corrosão
2nd International Corrosion Meeting

De 12 a 16 de Maio de 2008

Uma excelente oportunidade para
divulgar marcas, produtos e serviços
junto aos mais renomados
profissionais do setor

**Reserve já seu
espaço publicitário**



APORTE
EDITORIAL

(11) 6128-0900
aporte.editorial@uol.com.br

Noções Básicas sobre Processo de Anodização do Alumínio e suas Ligas - Parte 6

Esta parte do artigo irá tratar dos processos mais comuns de eletrocoloração da camada de anodização, que utilizam íons metálicos de Sn, Ni e Co e outros



Por Adeval Antônio Meneghesso

Colaborador:

João Inácio
Graccioli
(Surface
Finishing - CBA)

6ª Etapa – Coloração Eletrolítica da Camada de Anodização com sais de Níquel

ESTE PROCESSO É MUITO utilizado no Japão, de onde procede a maior quantidade de literatura a respeito do assunto. Os parâmetros de operação, geralmente, são os seguintes:

Sulfato de Níquel	38 g/l
Ácido Bórico	38 g/l
Aditivo	10 – 30 g/l
Voltagem	10 – 18 Volts C.A.
Densidade de Corrente	0,1 – 0,5 A / dm ²
Contra – Eletrodos	Grafite, Aço Inox, Níquel
Tempo de coloração	0,5 – 25 min
Temperatura	21 +/- 1°C
pH	3,5 - 5,5
Cores	Bronze claro ao preto

Nota importante:

Pode-se obter a cor "Aço Inox" com uma variação na formulação e nos parâmetros acima.

Um fenômeno interessante que ocorre quando uma camada de óxido é tratada e colorida eletroliticamente, com corrente alternada numa solução como a indicada acima, é a obtenção de ondas com as curvas de corrente deformada. A corrente de onda deformada é dividida em dois pontos, sendo, um ponto, chamado de corrente inF, não-farádica ou não-capacitiva, que é a corrente carregada ou descarregada pela camada de óxido e causa somente, transformações físicas, e o outro ponto, chamado de corrente iF que é farádica ou reativa.

Num banho contendo apenas sulfato de níquel e em outro contendo sulfato de níquel e ácido bórico, iF é quase reduzida a zero, após 4 minutos, enquanto iF é quase constante num banho de sulfato de amônia e ácido bórico. Estas diferenças se devem às várias reações eletroquímicas. Nos últimos casos há uma redução de hidrogênio durante a reação catódica. Esta reação ocorre com velocidade constante e iF é quase constante. Sempre que o sulfato de níquel estiver presente, os íons de níquel serão reduzidos na interface óxido/solução. Quando o níquel for depositado, cessará a reação de redução e iF será quase zero, após poucos minutos.

Efeito da tensão anódica durante a coloração

Sempre que se aplicar uma tensão assimétrica com tensão anódica pequena, tanto o pico da corrente anódica como os da catódica serão pequenos.

Relação entre a espessura da camada porosa e a corrente catódica

Existe uma relação entre a espessura da camada porosa e a corrente catódica. Sempre que a camada porosa for menor do que 2 µm, o fluxo de corrente catódica dos íons H⁺ será muito elevado e a camada anódica não será colorida em virtude da polarização catódica.

Sempre que a camada de óxido tiver menos que 5 – 6 µm, aparecerão o primeiro e segundo picos, mas não o terceiro, e a camada não será colorida.

Impedância da camada de óxido tratada em banho de sulfato de níquel/ácido bórico

Antes do estágio da coloração, a impedância é 6,3kΩcm². Caso seja aplicada tensão catódica, a impedância cairá bruscamente para 1,2kΩcm². Durante a polarização catódica, a impedância aumentará gradualmente. Esta impedância inclui a da camada barreira, impedância farádica e a do material eletro depositado.

Após a polarização catódica, a camada será colorida e a impedância da camada de óxido será maior do que antes da coloração. Isto é, devido a deposição de metais colóides nos poros de óxido e as alterações nas propriedades elétricas da camada barreira.

O uso da coloração eletrolítica baseada no níquel não é muito simples devido às seguintes razões:

- Dificuldade de se obter uma mesma coloração
- Dificuldade de se obter cores escuras
- Risco de rompimento da camada de óxido, ocasionando deslocamento ("spalling")

O corretivo para os dois primeiros problemas é modificar ligeiramente a solução com aditivos, enquanto que para o terceiro, a solução tem sido o uso de eletrodos de níquel. •

Eng. Adeval Antônio Meneghesso

Diretor superintendente da Italtelco do Brasil – Contato com o autor:
adeval.meneghesso@italtelco.com.br
Fax.: (11) 3825-7022



José Maria Ferreira

A nova *fronteira* da produtividade

Quem começou a trabalhar na década de 80 saiu da máquina de escrever e telefone fixo para a realidade de hoje, na qual nossos cérebros são acionados centenas de vezes mais do que há 20 anos

DO TELEX AO FAX. DA agenda de papel para as eletrônicas, passando pelos palms, combinados com o bip, que passou a ser Pager e que depois foi condensado no celular, que virou smartphone. Da máquina de escrever ao PC, passando pelo PC com dockstation e chegando ao notebook, que hoje também é wireless. Do memorando interno ao correio eletrônico, passando pela Internet e chegando ao e-mail, MSN, etc. Tudo isto nos últimos 20 anos, ou seja, quem começou a trabalhar na década de 80 saiu da máquina de escrever e do telefone fixo para a realidade de hoje, na qual nossos cérebros são acionados centenas de vezes mais do que era há 15 ou 20 anos atrás.

Como conviver e se adaptar com estas mudanças? Onde começa e termina o meu tempo de trabalho e minha vida pessoal? Será que existe esta fronteira? Como lidar com centenas de e-mails, reuniões presenciais, conference calls, vídeo conferências, visitas a clientes e fornecedores?

A Galileo, empresa da qual sou um dos fundadores, tem ajudado na preparação de executivos para usar a tecnologia móvel desde o lançamento do primeiro smartphone no Brasil, em 2005.

Nestes anos, entendemos as necessidades e as dores que afetam esta legião de pessoas, que estão literalmente à beira de um ataque de nervos. Não pelo uso

da tecnologia, mas por não estarem educados e organizados para o seu uso. O que causa este descompasso entre os executivos e a realidade? Ora, voltando a 1990 e poucos, quantos contatos um típico executivo fazia em um dia de trabalho? Era só atender ao telefone fixo – quando estava no escritório – participar de reuniões ou escrever memorandos.

E hoje, 70 a 500 e-mails por dia, conferences calls, reuniões internas, reuniões externas com clientes, vídeos conferências, telefonemas diversos. E o follow-up de cada reunião que participei? E os telefonemas que prometi fazer algo ou aquele e-mail importante que não posso deixar de responder? E o futebol do meu filho na escola, e tem minha filha que está me pedindo para ir ao balé na sexta! A diferença é brutal.

Isto não é ficção, é a realidade e temos que estar preparados para ela. Como? Entre outras coisas sabendo o que queremos para nossas vidas (profissional e pessoal) e tendo uma maneira fácil de definir, acompanhar e validar se estamos investindo o nosso tempo nas coisas certas, ajudando nosso cérebro a processar apenas o que interessa e na hora que interessa.

Nós elaboramos uma maneira de ajudar os executivos. Criamos um programa chamado "Coach de Produtividade Galileo", em que nosso consultor acompanha o executivo na montagem de um processo de organização baseado no outlook. Este "Coach" tem o objetivo de organizar a vida do executivo e dar a ele o pulo do gato de como fazer isto.

A diferença dos programas tradicionais é de que neste caso nós montamos, junto com o executivo, o que chamamos o "painel de controle" da vida dele, e a partir daí ele usa nossa metodologia para alimentar, acompanhar e rever o que ele tem a fazer, trabalhando muito mais em tarefas planejadas, e não apenas apagando incêndios. Processamento de e-mails, organização e acompanhamento de assuntos de reuniões, administração do calendário, definição e acompanhamento de tudo o que tenho para fazer, organização dos contatos e do networking, e sincronismo destas informações de modo que eu as tenha quando precisar são alguns dos pontos endereçados pelo "Coach de Produtividade".

Como é simples, e quem vai operar é o próprio executivo, ele também pode fazer customizações, e deixar o seu painel de controle mais a seu jeito. O impacto na vida dos executivos tem ido além do que imaginávamos, fazendo com que eles alcancem um bem-estar em todos os campos das suas vidas que estavam, antes, perturbando sua concentração e desempenho. •

José Maria Ferreira

Sócio-fundador da Galileo Consultoria em Produtividade & Mobilidade

Contato do autor: josemaria@galileoconsult.com.br

Empresas *associadas* à ABRACO

A ABRACO agradece às empresas associadas pelo apoio e colaboração às diversas iniciativas da entidade, que possibilitam o desenvolvimento de atividades culturais e de fomento comercial.

ACQUABLAST TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES LTDA.

www.acquablast.com.br

ADVANCE TINTAS E VERNIZES LTDA.

www.advancetintas.com.br

AKZO NOBEL LTDA - DIVISÃO COATINGS

www.international-pc.com/pc/

ALCLARE REVEST. E PINTURAS LTDA.

www.alclare.com.br

ASEL-TECH TECNOLOGIA LTDA.

www.asel-tech.com.br

BLASTING PINTURA INDUSTRIAL LTDA.

www.blastingpintura.com.br

BUCKMAN LABORATÓRIOS LTDA.

www.buckman.com

CEPEL - CENTRO PESQ. ENERGIA ELÉTRICA

www.cepel.br

CIA. METROPOLITANO S. PAULO - METRÔ

www.metro.sp.gov.br

COMÉRCIO E INDÚSTRIA REFIATE LTDA.

www.vpci.com.br

CONFAB TUBOS S/A

www.confab.com.br

CORROCOAT SERVIÇOS LTDA.

www.corrocoat.com.br

CYRBE DO BRASIL IND. QUÍMICA LTDA.

www.cyrbe.com.br

DECORPRINT IND. E COM. LTDA.

www.orvic.com.br

DEPRAN MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

www.depran.com.br

DETEN QUÍMICA S/A

www.deten.com.br

DUAL-TECH DO BRASIL TECNOLOGIA LTDA.

jefbr2002@hotmail.com

DUROTEC INDUSTRIAL LTDA.

www.durotec.com.br

DUTOS QUÍMICA LTDA.

www.dutosquimica.com.br

EBAK EMP. BRAS. DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

ebak@terra.com.br

ELETRONORTE S/A

www.eln.gov.br

ELETRONUCLEAR S/A

www.eletronuclear.gov.br

ENGEDUTO ENG. E REPRESENTAÇÕES LTDA.

www.engedutoengenharia.com.br

EQUILAM INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

www.equilam.com.br

FIRST FISCHER CONSTRUÇÕES

firstfischer@wnetrj.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

HENKEL LTDA.

www.henkel.com.br

IEC INSTALAÇÕES E ENGª DE CORROSÃO LTDA.

www.iecengenharia.com.br

IMPÉRCIA ATACADISTA LTDA.

www.impercia.com.br

INTECH ENGENHARIA LTDA.

www.intech-engenharia.com.br

KURITA DO BRASIL LTDA.

www.kurita.com.br

MAPS ENGENHARIA INDUSTRIAL LTDA.

www.mapsei.com.br

METAL COATINGS BRASIL IND. E COM. LTDA.

www.dacromet.com.br

MTT ASELCO AUTOMAÇÃO LTDA.

www.aselco.com.br

MULTIALLOY METAIS E LIGAS ESPECIAIS LTDA.

www.multialloy.com.br

NTI ZERUST INIBIDORES DE CORROSÃO VCI LTDA.

www.zerust.com.br

NALCO BRASIL LTDA.

www.nalco.com.br

NORDESTE PINTURAS E REVESTIMENTOS LTDA.

www.nrnordeste.com.br

OPTEC TECNOLOGIA LTDA.

www.optec.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

PETROQUÍMICA UNIÃO S/A

www.pqu.com.br

PPL MANUTENÇÃO E SERVIÇOS LTDA.

www.pplmanutencao.com.br

PROMAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.

www.promarpintura.com.br

QUALITY WELDING CONS., CQ, SERV. E TREINAM.

www.qualitywelding.com.br

QUÍMICA INDUSTRIAL UNIÃO LTDA.

www.tintasjumbo.com.br

Q&B SERVIÇOS LTDA.

www.qbservicos.com

RENNER HERMANN S/A

www.rennermm.com.br

RUST ENGENHARIA LTDA.

www.rust.com.br

SACOR SIDEROTÉCNICA S/A

www.sacor.com.br

SEMOT COM. E SERVIÇOS EM CORROSÃO LTDA.

semot@uninet.com.br

SHERWIN WILLIAMS DO BRASIL - DIV. SUMARÉ

www.sherwinwilliams.com.br

SOCOTHERM BRASIL

www.socotherm.com.br

SOFT METAIS LTDA.

www.softmetais.com.br

TBG - TRANSP. BRAS. GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL

www.tbg.com.br

TECNOFINK LTDA.

www.tecnofink.com

TEC-HIDRO IND. COM. E SERVIÇOS LTDA.

tec-hidro@tec-hidro.com.br

TECNO QUÍMICA S/A.

www.reflex.com.br

TRIEX - SISTEMAS, COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA.

www.triexsis.com.br

ULTRAJATO ANTICORROSÃO E PINT. INDUSTRIAIS

www.ultrajato.com.br

UNICONTROL INTERNATIONAL LTDA.

www.unicontrol.ind.br

VCI BRASIL IND. E COM. DE EMBALAGENS LTDA.

www.vcibrasil.com.br

VERTICAL SERVICE CONSTRUÇÕES LTDA.

verticalservice@verticalservice.com.br

VOTORANTIM METAIS ZINCO S.A.

www.votorantim-metais.com.br

WEG INDÚSTRIAS S/A - QUÍMICA

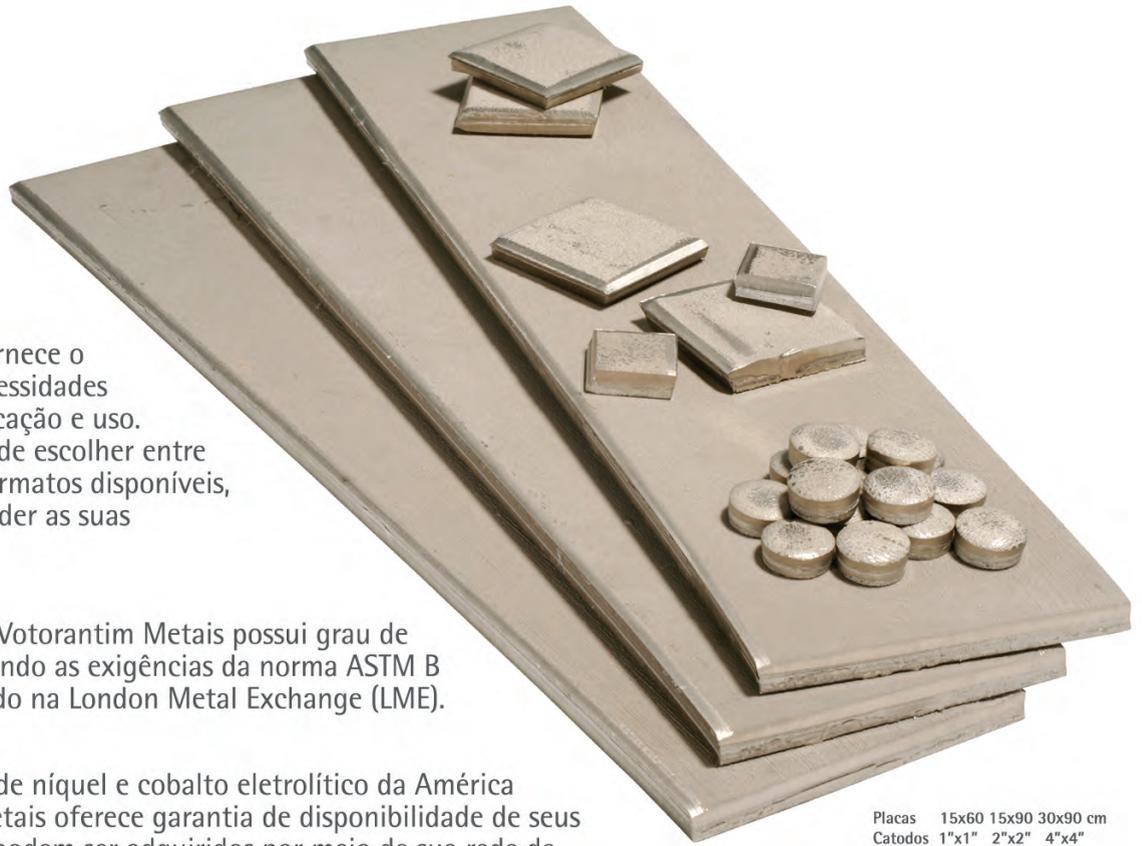
www.weg.com.br

W.O. ANTICORROSÃO E CONSTRUÇÕES LTDA.

www.woanticorrosao.com.br

O níquel certo

na medida certa para o seu negócio.



A Votorantim Metais fornece o níquel adequado às necessidades específicas de cada aplicação e uso. Assim a sua empresa pode escolher entre os vários tamanhos e formatos disponíveis, aquele que melhor atender as suas necessidades.

Além disso, o níquel da Votorantim Metais possui grau de pureza de 99,9% superando as exigências da norma ASTM B 39-79, estando registrado na London Metal Exchange (LME).

Como maior produtora de níquel e cobalto eletrolítico da América Latina, a Votorantim Metais oferece garantia de disponibilidade de seus produtos, que também podem ser adquiridos por meio de sua rede de distribuidores que proporciona assistência técnica e garantia de procedência.

Placas 15x60 15x90 30x90 cm
Catodos 1"x1" 2"x2" 4"x4"
COINS Ø 20mm
outras medidas sob consulta

 **Votorantim** | Metais



Distribuidores:

ALPHA GALVANO

Tel.: 11 4646.1500

COMERCIAL COMETA

Tel.: 11 2105.8787

COMERCIAL FORMILIGAS

Tel.: 11 4447.5101

DILETA

Tel.: 11 2139.7500

METAL COAT

Tel.: 19 3935.4095

PRODUQUÍMICA

Tel.: 11 3016.9586

Escritório de Vendas

Praça Ramos de Azevedo, 254 São Paulo - SP - 01037-912

Tel.: 11 2159-3259 | Fax: 11 2159-3260

comercial@cianiquel.com.br | www.vmetais.com.br