

Corrosão & Proteção



ISSN 0100-1485

Ciência e Tecnologia em Corrosão



Ano 12
Nº 55
Fev/Mar 2015

ENTREVISTA

*Rosileia Mantovani,
presidente da ABRACO
no biênio 2013/2014,
fala sobre sua gestão*

DEGRADAÇÃO DE ESTRUTURAS

CORROSÃO E MANUTENÇÃO DO CONCRETO/ARMADURAS

Patrocinamos:



POR UM BRASIL
FEITO PARA DURAR

**IMAGINE VIVER
ATÉ CINCO
VEZES MAIS.**

COM A **GALVANIZAÇÃO**,
O AÇO JÁ TEM ESSA
POSSIBILIDADE.

257

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

Por isso, apoiamos o uso da galvanização, produzindo e oferecendo o zinco para o processo. Galvanizar aumenta em até cinco vezes o tempo de vida do aço, agregando valor e segurança ao patrimônio brasileiro.

Votorantim Metais. Aliada de um futuro duradouro.

 **Votorantim**
Metais

A Revista Corrosão & Proteção é uma publicação oficial da ABRACO – Associação Brasileira de Corrosão, fundada em 17 de outubro de 1968. É editada em parceria com a Aporte Editorial com o objetivo de difundir o estudo da corrosão e seus métodos de proteção e de controle e congrega toda a comunidade técnico-empresarial do setor. Tem como foco editorial compartilhar os principais avanços tecnológicos do setor, tendo como fonte entidades acadêmicas, tecnológicas e de classe, doutores mestres e profissionais renomados do Brasil e do exterior.

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

Diretoria Executiva – Biênio 2015/2016

Presidente
Dra. Denise Souza de Freitas – INT

Vice-presidente
Eng. Laerce de Paula Nunes – IEC

Diretores

Aécio Castelo Branco Teixeira – QUÍMICA UNIÃO
Ana Paula Erthal Moreira – A&Z ANÁLISES QUÍMICAS
Fernando Loureiro Fragata – CONSULTOR/INSTRUTOR
M.Sc. Gutemberg de Souza Pimenta – PETROBRAS
Maria Carolina Rodrigues Silva – ELETRONUCLEAR
Eng. Pedro Paulo Barbosa Leite – PETROBRAS
Segehal Matsumoto – CONSULTOR/INSTRUTOR

Conselho Científico

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

Conselho Editorial

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

Revisão Técnica

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

Redação e Publicidade

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



Diretores e Editores

João Conte – Denise B. Ribeiro Conte

Projeto Gráfico/Edição

Intacta Design – julio@intactadesign.com

Gráfica

Ar Fernandez

Edição nº 55 de Fevereiro/Março de 2015
ISSN 0100-1485

Circulação nacional – Distribuição gratuita

Esta edição será distribuída em abril de 2015.

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



4

Editorial

Credibilidade é o maior patrimônio

6

Entrevista

*Dinamismo e modernidade
garantem o sucesso
da gestão 2013/2014*

8

Relatório de Gestão

*Planejamento estratégico da ABRACO
na gestão 2013/2014*

10

Degradação de Estruturas

*Corrosão e manutenção
do concreto/armaduras*

17

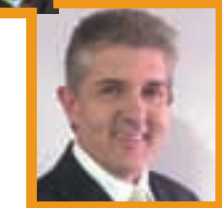
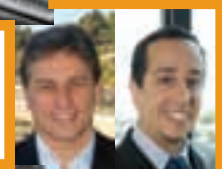
Nova Diretoria

*Composição da nova diretoria executiva
da ABRACO para o biênio 2015/2016*

34

Opinião

A mulher e o mercado de trabalho
Claiton Fernandez



Artigos Técnicos

18

Estruturas zincadas por imersão a quente em concreto armado

Por Adriana Araújo, Paulo Silva Sobrinho e
Zehbour Panossian

26

Proteção catódica de juntas soldadas de dutos com revestimento de alumínio e de zinco

Por Anna Ramos Moreira, Neusvaldo Lira de Almeida, Harold Rivas León e João Paulo Klausing Gervásio

Credibilidade é o maior patrimônio

UM DOS MAIORES PENSADORES DO SÉCULO XX, O SOCIÓLOGO FRANCÊS JEAN BAUDRILLARD, CERTA VEZ, disse que "governar em nossa época significa dar sinais aceitáveis de credibilidade". Embora este conceito se aplique a qualquer nação, não há dúvida de que ele encontra uma ressonância cada vez mais profunda no coração de todos os brasileiros que são bem informados e se preocupam com os rumos que nossas instituições políticas, econômicas e sociais tomam atualmente.

Uma coisa é certa: o elo da credibilidade não pode ser rompido, pois é ele que, em essência, determina o grau de estreitamento das relações comerciais e interpessoais. Seu papel é tão relevante para uma empresa que é comum empresários associar seus próprios nomes às atividades comerciais que exercem, como a Grandene, Gerdau, JBS... a lista é extensa. Este vínculo é a razão pela qual sempre retornamos àqueles prestadores de serviços cuja confiança foi conquistada pelo seu esmero que superou nossa expectativa.

Se olharmos à nossa volta e observarmos nosso mundo de relacionamentos, iremos verificar nossa tendência natural de nos cercar daqueles que extrapolam seu compromisso profissional a fim de que possamos permanecer, tanto quanto possível, em nossa zona de conforto. Seja ele o cabeleireiro, o

mecânico ou o garçom, todos precisam avançar essa milha extra se desejam forjar um elo duradouro com seus clientes e construir uma carreira de sucesso.

O mesmo ocorre com os bens de consumo. Uma vez que estamos convencidos da eficiência de determinado produto, fazemos de tudo para mantê-lo ao nosso alcance. Por isso, vemos donas de casa revirar as prateleiras dos supermercados até encontrar o leite de seus filhos ou o sabão em pó de determinada marca.

Sem dúvida, esse comprometimento tem um forte componente emocional que garante a fidelização do cliente. E, por isso mesmo, quando o nível de credibilidade cai além de determinado limite, um alarme deve soar. Somente os crédulos continuam a apostar no serviço ou produto que já deu provas suficientes de que não vale a pena.

Todas as grandes empresas sabem que seu maior patrimônio é sua imagem e que qualquer arranhão, mesmo momentâneo, pode distorcê-la aos olhos do consumidor e gerar danos, às vezes, irreparáveis. Por isso, não devemos ser tão ingênuos a ponto de supor que o Brasil certamente será poupado de grandes agruras no futuro, simplesmente porque, afinal de contas, Deus é brasileiro.

Degradação do concreto – Nesta edição, entre outros enfoques que compreendem o universo do estudo da corrosão, a **Revista Corrosão & Proteção** apresenta, como tema central, a Degradação e Manutenção do Concreto/Armaduras. O leitor poderá identificar as principais causas que interferem na preservação do concreto, em especial, das armaduras de ferro sujeitas ao ataque da corrosão. Novas tecnologias, tratamentos de superfície adequados são abordados com ênfase por renomados profissionais da área e por entidades técnicas (ver página 10). Ainda um artigo técnico trata com detalhes as armaduras zincadas por imersão a quente que promovem a extensão da vida útil das estruturas de concreto armado (ver página 18).

Boa leitura!

Os editores

“ Não devemos ser tão ingênuos a ponto de supor que o Brasil certamente será poupado de grandes agruras no futuro, simplesmente porque, afinal de contas, Deus é brasileiro ”,

PARTICIPE!

Vem aí
a principal
Conferência
sobre
Tecnologia de
Equipamentos
do país!

15 a 18 de junho de 2015

19 de junho | Visita Técnica

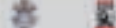
Cabo de Santo Agostinho - PE

[//coteq.org.br](http://coteq.org.br)

Realização



Promoção



Patrocínio Ouro



Patrocínio Prata



Secretaria do evento

Associação Brasileira de Comércio
de Máquinas e Equipamentos - ABIMAQ
Av. São João, 1117
Bela Vista - São Paulo/SP
Tel: (11) 5086-1100 / 5086-1110
www.abimaq.org.br



Rosileia
Mantovani

Dinamismo e modernidade *garantem* o sucesso da gestão 2013/2014

Sob a batuta de Rosileia Mantovani, a ABRACO primou pela excelência de seus serviços e conquistou a aprovação de toda a comunidade ligada à corrosão

A administração de Rosileia Mantovani foi marcada por uma estratégia organizacional competente e eficiente. Formada pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) em Engenharia Química, com MBA em Marketing, Rosileia Mantovani possui 27 anos de experiência profissional na indústria de tintas. Iniciou sua carreira na área de laboratório de pesquisa, como química formuladora de tintas, passando depois pelas áreas de assistência técnica, treinamentos, marketing e desenvolvimento de negócios.

Participou de vários cursos no exterior, não somente relacionados à proteção anticorrosiva, mas também à gestão e liderança de projetos, gerenciamento de processos e desenvolvimento de negócios.

Desde 2009, participa ativamente do CB-43, Comitê Brasileiro de Corrosão, como membro da Comissão de Estudos de Pintura Industrial na ABRACO. Atualmente, é diretora técnica da empresa Jotun do Brasil, multinacional fabricante de tintas anticorrosivas.

A Revista Corrosão & Proteção conversou com ela sobre diversos assuntos que definiram sua gestão frente à ABRACO nos últimos dois anos e seus planos a partir de agora. Acompanhe.

O que significou estar à frente de uma associação de renome como a ABRACO?

Rosileia Mantovani – Sem nenhuma dúvida, para mim, foi uma experiência ímpar, honrosa e de extrema responsabilidade estar na presidência da ABRACO, representando tão renomada e querida associação, frente a seus associados, funcionários e à comunidade da Corrosão.

O que mais a motivou a enfrentar esse desafio?

Rosileia – É preciso, antes de tudo, ter paixão pelo trabalho e pela própria ABRACO! Como já declarei anteriormente, sou uma grande entusiasta da ABRACO e de sua importância para o combate e controle da corrosão no Brasil.

Como foi seu primeiro contato com a ABRACO?

Rosileia – Iniciei a minha participação na associação como membro do Comitê Brasileiro de Corrosão, o CB-43, na Comissão de Estudos de Pintura Industrial em uma época em que nem imaginava que teria a imensa honra de ser presidente desta instituição.

Como conseguiu compatibilizar seu trabalho com as funções da presidência?

Rosileia – Não foi nada fácil, mas foi dignificante conciliar a gestão

com as atividades profissionais. O lado bom foi poder enriquecê-las com experiências de gerenciamento e relacionamentos de ambas as partes e, com isto, sempre aprender para poder compartilhar.

Como sua equipe lhe auxiliou nessa tarefa?

Rosileia – Para que esta conciliação fosse possível, solicitei apoio à diretoria executiva, formada por profissionais de diferentes competências técnicas e empresariais e também aos funcionários, instrutores e examinadores.

O que considera importante para que uma administração obtenha o sucesso desejado?

Rosileia – Considero fundamental o entrosamento com as administrações anteriores e seus colaboradores e também a transparência nas ações e prestação de contas. Por isso, desde a nossa primeira reunião mensal de diretoria, o foco era dar continuidade à execução do planejamento estratégico da ABRACO elaborado na gestão de 2009/2010 e seguido na gestão de 2011/2012.

Em que consiste este planejamento?

Rosileia – Este planejamento estratégico contempla seis partes, a saber, gestão de equipe, gestão financeira, otimização do relacionamento com os associados, otimiz-



ção do marketing, desenvolvimento de novas atividades e melhoria do espaço físico. Desenvolvemos várias ações nessas áreas, sendo que algumas com grande sucesso.

Em quais condições está entregando a gestão para a sua sucessora?

Rosileia – Creio que entregamos à Engenheira Denise Souza de Freitas uma gestão ainda mais estratégica, profissional e principalmente informatizada para que haja transparência no gerenciamento de receitas e despesas.

Quais ações não foram possíveis ser implementadas e por quais razões?

Rosileia – Não tivemos condições de realizar alguns dos objetivos colimados por uma questão de prioridade definida, em conjunto, pela diretoria executiva (leia um resumo das conquistas alcançadas durante a gestão na página 8 e 9 desta edição).

Vale a pena ressaltar que foi um grande desafio e uma excelente oportunidade contar com a participação de profissionais de diferentes competências e renomados empresários na diretoria executiva da ABRACO.

Destaque alguma ação de sua gestão cujo objetivo foi a conquista de novos associados.

Rosileia – Sempre estivemos atentos à necessidade de expandir nossa comunidade de associados e, por isso, foi implementado um plano de visitas e apresentações da instituição em várias empresas e universidades. Foi executado também um programa de benefícios (“pacotes” diferenciados conforme a categoria), baseado em algumas sugestões, recebidas da diretoria, membros do Conselho e associados, com as quais foi elaborada uma proposta.

Quais as principais contribuições que o INTERCORR tem oferecido ao setor?

Rosileia – No ano passado, tive a imensa honra de ter capitaneado este que é hoje o maior evento internacional sobre corrosão no país. A meu ver, o INTERCORR é o grande fórum para divulgação do conhecimento e troca de experiências, desde a pesquisa científica e tecnológica até a produção da indústria. Ele tornou-se uma referência para o desenvolvimento deste setor e um cenário propício para empresas de diversos segmentos apresentarem suas marcas e tecnologias. Trata-se de uma excelente oportu-

nidade para ampliar parcerias estratégicas, relacionamentos e conhecimento de alto nível técnico, voltados para a preservação de patrimônio, mediante a aplicação de diversas técnicas de proteção anti-corrosiva. Além disso, o fato de a edição do evento de 2014 ter acolhido o Congresso Iberoamericano de Proteção e Corrosão não deixa dúvidas sobre seu reconhecimento internacional.

Houve alguma alteração patrimonial nesse período?

Rosileia – Sim. Nós priorizamos a legalização, documentação e registro das novas salas adquiridas em gestão anterior e conseguimos aprovar a reforma e a ampliação de outras duas que passarão a ter recursos de multimídia e poderão abrigar palestras e cursos de forma bem mais dinâmica e aprazível.

Quero ainda aproveitar a oportunidade e agradecer a todos aqueles que colaboraram para o sucesso desta gestão. Que continuemos a acreditar e colaborar com a ABRACO!

Errata: Na edição 54, nesta seção, onde se lê Nilo Martire Neto leia-se Alfredo Carlos Orphão Lobo.

Planejamento estratégico da ABRACO na gestão 2013/2014

O planejamento estratégico da Associação Brasileira de Corrosão – ABRACO, na gestão do biênio 2013/2014, conduzida por Rosileia Mantovani, foi, em essência, a continuação dos anteriores, implementados nas gestões de 2009/2010 e 2011/2012. Ele contempla seis partes.

Gestão da equipe

Funcionários

- Definição de cargos e respectivas descrições (atividades, funções etc.) – Realizado o levantamento de informações,
- Elaboração de plano de trabalho com avaliação de desempenho periódico – Plano elaborado com os coordenadores,
- Contratação de empresa de Recursos Humanos para recrutamento e seleção de vagas em aberto.

Instrutores

- Definição de níveis (de acordo com critérios, experiência na ABRACO e profissional),
- Prosseguimento ao Plano de Ações do Seminário de 2012 – Realizada uma reunião com alguns instrutores que puderam estar presentes e sugeridas algumas modificações.

Ações previstas, mas que não foram possíveis de serem colocadas em prática:

- Contratação de novos funcionários através da empresa de RH contratada,
- Acompanhamento das sugestões e ações da reunião realizada com os Instrutores.

Gestão financeira

- Gerenciamento de receitas e despesas – aquisição de software (sistema contábil e financeiro),
- Regulamentação contábil – realizada consultoria e auditoria contábil e financeira,
- Contratação de empresa para contabilidade 2013/2014,
- Auditoria do INTERCORR 2014,
- Boa prática na transparência e prestação de contas de futuros eventos,
- Credenciamento e descredenciamento de fornecedores,
- Inventário de ativos fixos.

Ações previstas, mas que não foram possíveis de serem colocadas em prática:

- Implementação de bancos de dados para cadastro e segmentação: associados, alunos, área de atuação, áreas de interesse: cursos, eventos, pesquisas etc.

Otimização da relação com os associados

- ◆ Novos associados – Realizado plano de visitas e apresentações sobre a ABRACO em empresas/universidades,
- ◆ Criação de programa de benefícios (“pacotes” diferenciados conforme a categoria) – recebidas algumas sugestões com as quais foi elaborada uma proposta.

Ações previstas, mas que não foram possíveis de serem colocadas em prática:

- Melhorar a divulgação dos atuais associados
- Definir banco de dados e informações a serem adicionadas – Após a implantação do sistema financeiro será verificada a criação e manutenção do banco de dados pelo sistema integrado.

Otimização do marketing

- ◆ Melhorar a divulgação:
 - Contratação de profissional de *marketing*,
 - Criação de novo *website*,
 - Criação de vídeo institucional,
 - Atualização de informações e comunicação – Criação de novo perfil no *Facebook* – *LinkedIn* a ser avaliado.
- ◆ Criação do “Espaço Vicente Gentil” – Inaugurado espaço dentro da Biblioteca,
- ◆ Participação em ação social através do projeto “Construindo Futuro” a partir da formação de Pintor Industrial,
- ◆ Patrocínio do Livro dos 80 anos da Escola de Química da UFRJ,
- ◆ Apoio na candidatura para sediarmos o ICC 2017,
- ◆ Prospecção de novos associados na Navalshore 2014,
- ◆ Plano de visitas em empresas e universidades.

Ações previstas, mas que não foram possíveis de serem colocadas em prática:

- Elevar a categoria (de B3 para B1) da **Revisita Corrosão & Proteção**,
- Criação do Projeto “História da ABRACO” – Pesquisar documentos sobre a história da ABRACO e elaboração de material.

CERTIFICAÇÃO

<i>Descrição</i>	<i>Melhoria</i>
Mudança de Instalações do Centro de Exames de Qualificação INT	Aumento de cerca de 40 % no atendimento
Redução do tempo de análise de documentação	De 30 para 10 dias
Implantação de área restrita para os profissionais certificados	1900 cadastros
Profissionais aprovados nos exames de qualificação e recertificação de Inspectores de Pintura Industrial em 2013	112
Profissionais aprovados nos exames de qualificação e recertificação de Inspectores de Pintura Industrial em 2014	170
Inspectores de Pintura Industrial Nível 1 (certificados)	851
Inspectores de Pintura Industrial Nível 2 (certificados)	124
Total de Profissionais Certificados pelo SNQC-CP	975

Desenvolvimento de novas atividades

- ◆ Ampliação do CEQ INT – Tivemos um aumento de cerca de 40% no atendimento,
- ◆ Modificação do Processo de Recertificação – NBR 15218 revisada e aprovada,
- ◆ Assinatura de Acordo de Parceria com a NACE,
- ◆ Desenvolvimento de novos cursos, eventos e serviços:
 - Definir assuntos de interesse (Pintura Anticorrosiva, Construção Civil etc.) para realização de eventos curta duração (seminários e palestras) – conseguimos realizar com muito êxito o II SBPA, conforme mencionado na edição anterior,
 - Criação de novos cursos (Inspetor de Pintura *in-company*, Galvanização etc.) – dentre alguns, tivemos a consulta por parte de uma renomada empresa global para um curso em Angola e a realização de um curso sobre Pintura Naval *in-company*,
- ◆ Acreditação com escopo na Certificação de Inspectores de Pintura Níveis 1 e 2 – carta de intenção enviada ao Inmetro.

Ações previstas, mas que não foram possíveis de serem colocadas em prática:

- Criação de novos CEQs,
- Alteração do Estatuto e Regimento Interno,
- Certificação para Proteção Catódica.

Melhoria do espaço físico (patrimônio)

- ◆ Novas salas – concluídas as documentações e registros em nome da ABRACO,
- ◆ Obras em duas salas para ampliação de espaço para cursos, palestras e multimídia – Cotações realizadas com cinco empresas de reforma e construção, das quais três foram selecionadas a

apresentarem seus portfólios à diretoria para a análise e aprovação.

Ações previstas mas que não foram possíveis de serem colocadas em prática:

- Obras nas duas salas acima mencionadas.

Cursos

Veja a tabela acima.

Eventos

- COTEQ 2013
18 a 21 de junho – Enotel Porto de Galinhas,
- ISMOS 4
25 a 28 de agosto de 2013 – Centro de Convenções do CENPES,
- Solenidade Comemorativa dos 45 anos da ABRACO
18 de outubro de 2013 – ABRACO,
- I Seminário Brasileiro de Pintura Anticorrosiva
5 de dezembro de 2013 – Hotel Golden Tulip Regente,
- INTERCORR 2014
19 a 23 de maio – Hotel Praia Centro – Fortaleza,
- II SBPA –Seminário Brasileiro de Pintura Anticorrosiva
16 de dezembro de 2014 – Othon Rio Palace Copacabana.

Corrosão e *manutenção* do concreto e suas armaduras

Sem dúvida, a deterioração mais comum detectada em concreto armado é a corrosão em suas armaduras, associada a fatores mecânicos, físicos, biológicos e/ou químicos

Atualmente, o concreto é o material de construção mais empregado no mundo. Embora ele seja resistente e de grande durabilidade, dependendo do meio ambiente ao qual ele é exposto pode sofrer condições patológicas crônicas que provocam processos corrosivos em sua estrutura. Cientistas do mundo inteiro se debruçam sobre seus sintomas para entender os fatores que favorecem a degenerescência dos materiais que o compõem e pesquisar métodos mais eficientes de combatê-los.

A **Revista Corrosão & Proteção** mostra nesta matéria um retrato das tecnologias empregadas para retardar, ao máximo, a ação da natureza especificamente sobre o concreto armado.

Um pouco de história

O concreto como um material estrutural é milenar. Há registros de sua utilização cerca de 9000 a 7000 a.C., por exemplo, na execução de pisos na cidade de Jericó no sudeste da Galiléia.

Contudo, no século XIX, dois franceses, Lambot e Monier, trabalhando independentemente, conceberam e implementaram a ideia do concreto armado. Este material revolucionou a tecnologia moderna de construção. Por exemplo, todo o acervo dos projetos ousados de Oscar Niemeyer em concreto aparente, como as obras de Brasília, entre outras, somente foi viável com o concreto da era moderna. A possibilidade de ajustar características e propriedades, além de pro-

duzir formas e geometrias estruturais diversas, permite a concepção de concretos e estruturas conforme as necessidades do projeto. É possível, assim, a formulação de concretos tão simples como aqueles voltados às estruturas de habitações de interesse social, por exemplo, como concretos de altíssimo desempenho, de alta resistência e durabilidade.

A corrosão do concreto

Sem dúvida, a deterioração mais comum detectada em concreto armado é a corrosão em suas armaduras. Este tipo de corrosão pode ser associada a fatores mecânicos, a erosão, por exemplo; físicos, como as variações de temperatura; biológicos, há registro da ação de bactérias em concreto, em geral, onde ele encontra-se exposto a meios contaminados; e químicos, tais como ácidos e sais, sendo que estes, em geral, são considerados os grandes vilões da corrosão nas cidades modernas. Este último tipo de corrosão é desencadeado ou pelo processo de carbonatação ou pela contaminação com íons cloreto (Cl^-).

Carbonatação

O dióxido de carbono é essencial à vida no planeta, pois é um dos compostos essenciais para a realização da fotossíntese. A concentração de CO_2 na atmosfera começou a aumentar no final do século XVIII, quando ocorreu a revolução industrial e grandes quantidades de carvão mineral e petróleo passaram a ser usados como fontes de energia.

A alta concentração atual de CO_2 na atmosfera é o fator preponderante para a deterioração do concreto armado.

O CO_2 penetra os poros do concreto e, quando encontra moléculas de água na estrutura, forma o ácido carbônico (H_2CO_3) que, por sua vez, reage com o hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), gerando o carbonato de cálcio (CaCO_3) e água.

O carbonato de cálcio não deteriora o concreto, porém durante a sua formação consome os componentes alcalinos do cimento e reduz o pH. O pH muito alcalino do concreto (superiores a 12) cai para níveis inferiores a 9. Esse fenômeno é conhecido como carbonatação.

A carbonatação inicia-se na superfície da estrutura e avança em direção ao interior do concreto e quando alcança a armadura ocorre a chamada despассивação do aço, isto é, torna-o vulnerável à corrosão.

Contaminação de Cl^-

A carbonatação pode ocorrer em concreto exposto a qualquer tipo de atmosfera. Já a contaminação do concreto com íons cloreto ocorre, na maioria das vezes, por meio de sua exposição à névoa salina ou, diretamente, à água do mar e seus respingos. Os íons cloreto penetram o concreto de cobrimento da armadura e quando a concentração em sua superfície atinge um nível crítico o processo corrosivo é desencadeado.

Independente do agente agressivo, a taxa de corrosão da armadura

é controlada pela disponibilidade de oxigênio e da manutenção de umidade na superfície da armadura.

Tipos de proteção

De maneira geral, as alternativas de proteção de estrutura de concreto estão associadas a quatro formas clássicas de controle: substituição do material por outro mais resistente, modificação do meio de exposição, interposição de barreiras entre o meio e o metal e fornecimento de energia ao sistema.

Substituição do material por outro mais resistente

Uma maneira quase que intuitiva de resolver o problema da corrosão de um material é substituí-lo por outro mais resistente. O destaque aqui fica por conta dos aços inoxidáveis.

Aço inoxidável

O termo aço inoxidável se aplica a um dos membros da família dos aços, em cuja composição destaca-se principalmente o ferro e, no mínimo, 10,5 % de cromo, elemento químico responsável por sua elevada resistência à corrosão e, no máximo, 1,2 % de carbono¹.

O uso do aço inoxidável em armaduras de concreto teve início com o aço austenítico. Atualmente é crescente o uso de armaduras de aços inoxidáveis dúplex. “Pesquisas recentes têm mostrado que a resistência à corrosão do dúplex é similar ou superior ao dos aços austeníticos neste meio, dentre outros meios, sendo maior a sua resistência à corrosão sob tensão, corrosão por pite (íons cloreto) e corrosão em frestas. Além disso, o mesmo apresenta a vantagem de conter cerca de 50 % do teor de níquel dos aços austeníticos, o que torna seu preço menos sensível à flutuação constante do preço deste produto, explica Anna Ramus Moreira, pesquisadora do LCP do IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

Recentemente, há um grande interesse em ligas de aços inoxidáveis dúplex com menor teor de elementos de custo elevado, são as chamadas lean dúplex. Com uma resistência mecânica equivalente à dos aços dúplex convencionais, elas têm a desvantagem de apresentar uma menor resistência à corrosão localizada, contudo, são comparáveis à dos aços austeníticos, largamente utilizados na construção civil.

Modificação do meio de exposição

Trata-se de alterações nas características do concreto de embutimento da armadura e do meio externo de exposição, sendo que esta opção não pode ser aplicada em estruturas atmosféricas. Como exemplo, cita-se o tradicional desenvolvimento de concretos mais densos e resistentes ao ingresso de substâncias potencialmente corrosivas às armaduras. Outro exemplo é a adição de inibidor de corrosão no concreto fresco ou na superfície de elementos existentes.

Inibidores de corrosão

O uso de inibidores em diferentes meios é bastante disseminado, sendo isto especialmente devido a sua fácil aplicação em relação a outras técnicas de proteção. Os inibidores são compostos químicos que, quando em determinadas concentrações junto à superfície



Anna Ramus Moreira

de armaduras, podem retardar a corrosão ou reduzir muito a sua taxa, sem com isso, alterar substancialmente as propriedades físicas, químicas e mecânicas do concreto. De uma maneira geral, os inibidores de corrosão atuam segundo alguns mecanismos básicos, a saber:

- adsorção sobre a superfície do aço-carbono;
- formação de filme passivante ou uma barreira física após reação com o aço-carbono;
- modificação do meio corrosivo por formação de precipitados que atuam como barreira física ou por reação com íons/substâncias agressivas no meio.

Geralmente, a forma de atuação do inibidor é utilizada para classificá-lo. Os inibidores anódicos atuam no ânodo retardando ou impedindo as reações que causam a corrosão. Eles reagem com o produto da corrosão, formando uma camada aderente e insolúvel na superfície metálica, polarizando o aço no sentido anódico. Já os inibidores catódicos reprimem as reações no cátodo, impedindo a difusão do oxigênio e a condução de elétrons e, portanto, a corrosão.

“A eficiência dos inibidores catódicos em concretos é razoavelmente baixa quando comparada aos anódicos, por isso, são não muito utilizados. Há ainda os mistos que inibem as reações em ambos os sentidos, geral-

¹ Pickling and Passivating Stainless Steel, Materials and Applications Series, Vol. 4, Euroinox.



Adriana de Araujo

mente formando sobre a superfície do aço uma película por adsorção”, esclarece Adriana de Araujo, pesquisadora, Laboratório de Corrosão e Proteção do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT.

Interposição de barreiras entre o meio e o metal

Consiste no uso de barreiras físicas que restringem ou isolam

completamente o contato direto da estrutura com agentes agressivos. Normalmente, isso é feito pela aplicação de revestimento orgânico na proteção superficial do concreto, embora também haja a possibilidade do revestimento orgânico da armadura com pintura epoxídica. Isso é justificável pela simplicidade da aplicação de revestimentos na superfície do concreto e de seu baixo custo em relação ao revestimento da armadura e, ainda, pelo acabamento estético que podem conferir às estruturas atmosféricas. Outra possibilidade é o revestimento metálico da armadura, especificamente o revestimento de zinco.

Revestimento da armadura

O revestimento das armaduras de aço-carbono das estruturas de concreto é uma técnica de proteção contra corrosão bastante difundida em muitos países. Em geral, a proteção por barreira é obtida na indústria, revestindo a armadura com pintura epoxídica ou mediante sua zincagem.

O processo tradicional de revestimento epoxídico (*Fusion Bond Epoxy*) é obtido pela pintura eletrostática do aço com uma tinta epóxi em pó, sendo a peça submetida ao aquecimento até a fusão da tinta. Esta tinta pode ser flexível ou não, sendo a primeira adequada para os casos em que o dobramento é realizado na obra e a segunda, para o revestimento de armaduras já montadas, comuns em painéis e módulos pré-moldados de concreto armado.

A zincagem da armadura é feita por intermédio de sua imersão

SMARTCOAT Tecnologia em hidrojateamento e preocupação com meio ambiente.

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



Taubaté:

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

Macaé:

Rodovia Amaral Peixoto, Nº 4885, Km 183,5
Barreto - Macaé-RJ | Cep: 27.965-250
TEL: +55 (22) 2757-9500
macae@smartcoat.com.br

www.smartcoat.com.br

a quente em banho de zinco, processo conhecido também como *hot-dip galvanizing* ou galvanização a fogo.

A cromatização é usada, ao término do processo industrial, para otimizar a eficiência do revestimento de zinco. Caso isso não seja feito, a passivação ocorre na hora da concretagem, por meio da formação de filme de hidroxizincato de cálcio, resultante das reações de sua corrosão.

Como o zinco é um metal menos nobre do que o aço, ele acaba sendo mais consumido que o aço. A taxa deste consumo é dada em função da estrutura da camada do revestimento e da concentração de íons cloreto na região da armadura. Quanto maior é essa concentração, maior deve ser a taxa de corrosão do zinco.

A pintura epoxídica atua como barreira de proteção, sendo eficiente contra o ingresso da água, do oxigênio e dos íons cloreto. Devido a essas características, ela é muito aplicada em estruturas de concreto, expostas ao ambiente marinho e ao sal de degelo.

Fornecer energia ao sistema

O processo de corrosão de uma estrutura metálica se caracteriza pelo aparecimento de áreas anódicas e catódicas em sua superfície, e, devido à diferença de potencial entre essas regiões, estabelece-se um fluxo de corrente que parte das áreas anódicas em direção às catódicas, passando através de um eletrólito (em nosso caso o próprio concreto), e retornando por meio do contato metálico que existe entre essas regiões.

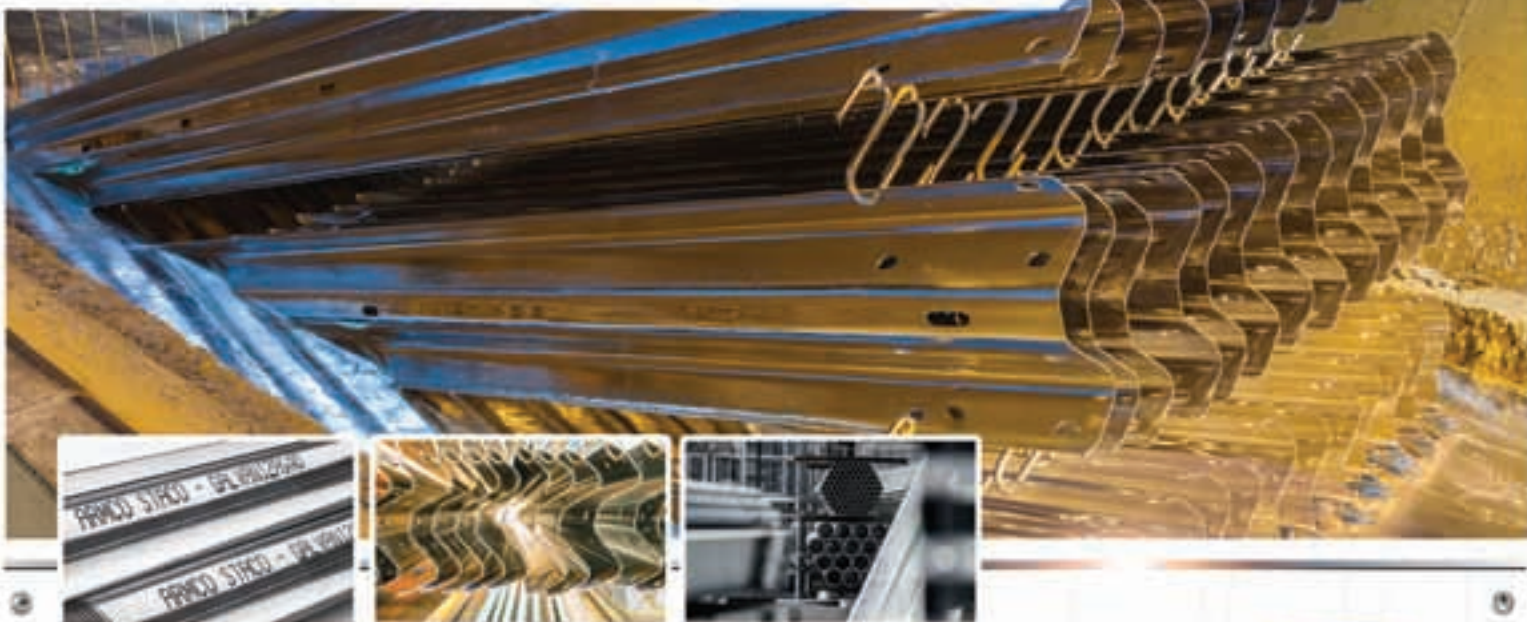


Oswaldo Cascudo

Proteção catódica

Quando se fala em proteger catodicamente uma estrutura metálica, isso significa eliminar as áreas anódicas da superfície do metal, fazendo com que toda a estrutura adquira um comportamento catódico. Este comportamento pode ser obtido pela imposição ao sistema de uma corrente elétrica, podendo esta ser gerada por meio de uso de anodo de sacrifício

GALVANIZAÇÃO A FOGO ARMCO STACO. MAIOR RESISTÊNCIA E DURABILIDADE AO SEU PROJETO.



A Armco Staco é a maior galvanizadora do Brasil. Além de oferecer um serviço com alto padrão de qualidade, conta com três unidades de galvanização com localizações estratégicas que facilitam a logística, reduzem custos e possibilitam melhores prazos de entrega.

Saiba mais sobre nossas soluções em: www.armcostaco.com



(proteção catódica galvânica) ou por fonte externa (proteção catódica por corrente impressa).

Na técnica por anodo de sacrifício, a corrente de proteção é fornecida pelo anodo que é um metal, ou liga metálica, menos nobre que o aço-carbono. A corrente é resultado da natural diferença de potencial estabelecida no meio entre esses dois metais distintos. O sistema usual de proteção por anodo de sacrifício consiste em instalar o anodo na massa ou na superfície do concreto e de estabelecer seu contato elétrico com o aço-carbono. Os principais anodos de sacrifício são ligas metálicas ou a pura forma de zinco, alumínio ou magnésio.

Como a célula de corrosão requer um meio condutor (eletrolito), a eficiência da técnica é dependente da resistividade elétrica do concreto, que deve ser manti-

da baixa ao longo do tempo. Uma resistividade elétrica muito variável, com períodos de elevação, resulta em queda da corrente catódica de proteção, que pode comprometer a eficiência da proteção.

Na técnica de proteção catódica por corrente impressa, a corrente de proteção é fornecida por imposição de tensões, geradas por uma fonte externa permanente de energia elétrica. Essa corrente flui de um anodo condutivo para a armadura da estrutura. O sistema usual de corrente impressa consiste em instalar o anodo na superfície do concreto e aplicar uma corrente catódica, sendo o pólo positivo conectado ao anodo e, o pólo negativo, ao aço. Os anodos mais usuais para esse sistema são os seguintes: polímero condutor, revestimento metalizado, tinta contendo partículas de carbono condutor e outros materiais condutivos na forma de malhas, fitas e sondas.

Em estruturas expostas à atmosfera marinha, a proteção catódica com anodos de sacrifício parece ser a mais recomendada para as regiões mais úmidas e com maior contaminação com o cloreto (como as zonas de variação de maré e as sujeitas a respingos e marolas). Nas regiões em que não é garantida a umidificação, parece ser mais adequado o uso de corrente impressa associada a anodos galvânicos (anodos consumíveis).

A proteção catódica é reconhecida como a única técnica capaz de interromper o processo corrosivo em estruturas de concreto. Pode ser aplicada para prevenir a corrosão e prolongar a vida útil de estruturas novas, ou para diminuir a taxa de corrosão em estruturas que já apresentam certo grau de deterioração. A aplicação desta técnica é mais usual em estruturas atmosféricas expostas ao ataque de íons cloreto.

Referência em Pintura, Montagem e Manutenção Industrial



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

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

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



WWW.BLASPINT.COM.BR

BLASPINT
MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

SJCampes - SP | CEP 12246-000

Rua Aldeu Ignácio Rodrigues Pereira, 255 | 1º 1715, Ed. Le Clézio, 38, Avaré - SP
Tel.: (12) 3911-2555 | sjcampes@blaspin.com.br

Cacapava - SP | CEP 12285-810

Rod. João do Amaral Gurgel, 1509
Tel.: (12) 3654-4040 | blaspin@blaspin.com.br

Impacto ambiental

O cimento é um insumo, como tantos outros na cadeia produtiva da construção, que gera um impacto negativo para o meio ambiente. Contudo, ele ainda não tem substituto quando se considera o contexto econômico, técnico e socioambiental mundial. A tendência dos últimos anos tem sido a fabricação de cimentos com adições, principalmente, de subprodutos industriais. Hoje no Brasil, é possível, por norma, empregar um cimento com até 75 % de adições e apenas 25 % de fração oriunda do clínquer Portland. O cimento antes da moagem, o clínquer, é o vilão da questão ambiental, pois para produzi-lo consome-se uma quantidade imensa de energia, com uma produção considerável de gases à base de carbono, que geram o efeito estufa.

“Este cimento, chamado de CP III (cimento Portland de alto-forno), pode empregar até 5 % de resíduo calcário e até 70 % de escória de alto-forno, que é um resíduo siderúrgico da produção do ferro gusa, nos alto-fornos. Além da escória e do filler calcário, outra adição permitida no cimento é a cinza volante, que é um resíduo da indústria termelétrica, obtido da queima do carvão mineral. O CP IV (cimento Portland pozolânico) é um exemplo de cimento que emprega teores consideráveis de cinza volante. Além das adições no cimento, o emprego de adições minerais na produção do concreto, substituindo parte do cimento, tem sido uma prática cada vez mais constante, o que gera concretos mais resistentes e duráveis (e também sustentáveis), mesmo com a redução de cimento no traço”, elucidou o Professor Doutor Oswaldo Cascudo, pesquisador da Universidade Federal de Goiás.

As adições mais empregadas são o metacaulim e a sílica ativa. Em uma fase mais experimental, com alguns empregos já registrados, tem-se a cinza de casca de arroz, que é um resíduo da queima da casca do arroz durante o processamento desse item alimentar.

Quanto à saúde humana, o risco é o desenvolvimento de silicose, para quem lida, na fábrica, diretamente com a produção do cimento, ou o risco indireto de qualquer indivíduo, advindo da poluição ambiental. Na fábrica, há rigorosos procedimentos de segurança, que minimizam riscos. No ambiente, a contínua redução na produção de clínquer (com o uso dos adições) implica, consequentemente, a redução de poluição em um desenvolvimento calçado em bases mais sustentáveis.



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

Proteção total para diversas estruturas

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



Tintas oferecendo proteção total.

www.weg.net

ABECE fomenta o conhecimento sobre a durabilidade das estruturas



Qual o objetivo da ABECE?

Thomas Carmona – A Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural, é uma entidade que participa ativamente de comitês de normas e estimula o fomento a cursos

e atividades técnicas que aumentem o conhecimento de seus associados e do mercado em geral sobre a importância do cuidado com a durabilidade das estruturas por meio de projeto, uso e manutenção adequados.

O que é o Programa Edificação + Segura?

Carmona – Este programa é fruto da união entre a ABECE, a Alconpat Brasil, Associação Brasileira de Patologia das Construções, e o Ibracon, Instituto Brasileiro do Concreto. Estas entidades criaram um projeto de alcance nacional que visa a capacitação de profissionais para realizarem a inspeção de estruturas e concreto de edificações. Além disso, elaboraram um curso para capacitar profissionais de engenharia e arquitetura para atuarem como inspetores de concreto de edificações em uso (residenciais, comerciais, institucionais etc.). Este curso já foi ministrado, em 2014, em

São Paulo (SP) e em Porto Alegre (RS) e uma nova turma está com inscrições abertas na capital paulista.

Qual o papel da ABECE na solução dos problemas relativos ao concreto?

Carmona – A ABECE orienta os associados sobre as melhores práticas para diagnóstico e terapia das estruturas de concreto, pois é fundamental que esses problemas sejam abordados de forma correta desde a sua detecção e, se possível, que sejam tomadas todas as ações preventivas possíveis.

Nesse contexto, como o Sr. vê o Brasil em relação aos países mais desenvolvidos?

Carmona – O Brasil tem melhorado bastante no entendimento do problema e na preocupação com a durabilidade das estruturas, mas ainda é necessário avançar muito em conscientização, normalização e efetiva aplicação das melhores práticas de proteção e manutenção de estruturas.

Thomas Carmona é engenheiro civil, diretor da ABECE de 2007 a 2014



Composição da nova diretoria executiva da ABRACO para o biênio 2015/2016



Presidente
Denise Souza de Freitas – INT



Vice-presidente
Laerce de Paula Nunes – IEC



Aécio Castelo Branco – Química Industrial União Ltda.



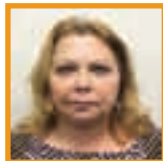
Ana Paula Erthal Moreira – A&Z Análises Químicas Ltda.



Fernando de Loureiro Fragata – Consultor / Instrutor



Gutemberg de Souza Pimenta – Petrobras



Maria Carolina Rodrigues Silva – Eletronuclear



Pedro Paulo Barbosa Leite – Petrobras



Segehal Matsumoto – Consultor / Instrutor



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CORROSÃO

A ABRACO ministra cursos, organiza eventos, mantém programas de qualificação e certificação de profissionais, possui uma biblioteca especializada em obras sobre corrosão e também coordena o CB-43 – Comitê Brasileiro de Corrosão. Tem como missão difundir e desenvolver o conhecimento da corrosão e da proteção anticorrosiva, congregando empresas, entidades especialistas e contribuindo para que a sociedade possa garantir a integridade de ativos, proteger as pessoas e o meio ambiente dos efeitos da corrosão.

Associe-se à ABRACO e aproveite todos os benefícios proporcionados:

- ✓ Descontos em cursos e eventos técnicos;
- ✓ Descontos nas aquisições de publicações na área de corrosão e proteção anticorrosiva;
- ✓ Pesquisas bibliográficas gratuitas;
- ✓ Inserção do perfil da empresa no site institucional da ABRACO.

- ✓ Descontos em anúncios na **Revista Corrosão & Proteção**;
- ✓ Recebimento de exemplares da **Revista Corrosão & Proteção**;

E muito mais!

Sede Rio de Janeiro
Tel: (21) 2516-1962

Filial São Paulo
Tel: (11) 3719-5726
Fax: (11) 3767-4036

Mais informações:
www.abraco.org.br
abraco@abraco.org.br

Estruturas *zincadas* por imersão a quente em concreto armado

Hot-dip galvanized structures in reinforced concrete



Por Adriana de Araújo

Resumo

O uso de armaduras revestidas por meio de sua zincagem é uma técnica de proteção contra a degradação prematura de estruturas devido à corrosão. No exterior, esta técnica vem sendo aplicada com sucesso (desde os anos 1930) em diferentes tipos de construções, especialmente naquelas em que a estrutura está exposta a condições de média a alta agressividade (YEOMANS, 2004). A NBR 6118 (ABNT, 2007) prevê no item 7.7, a zincagem como uma das medidas especiais de proteção e conservação da armadura, dentre outras técnicas, em condições adversas de exposição, comuns em ambiente marinho e industrial.

A zincagem da armadura resulta em um revestimento que atua como proteção por barreira, isolando o aço-carbono do meio. Em locais de exposição do aço, o revestimento atua como anodo de sacrifício, sendo consumido (corroído) preferivelmente em relação ao aço (proteção galvânica). Com o avanço da corrosão do revestimento de zinco, há uma diminuição da permeabilidade do concreto. Isto é possível devido ao preenchimento de vazios e capilares do concreto pelos produtos de corrosão do revestimento de zinco que tem volume menor do que os produtos de corrosão do ferro, elemento principal do aço-carbono (YEOMANS, 1993; CEB, 1992).

Abstract

The galvanized carbon steel reinforcement is a recognized tech-

nique to protect concrete structures against premature degradation. Outside this technique is specially applied to secure and/or extend the life of great responsibility structures and/or maintenance restrictions. In Brazil, this technique is still very little known although there some field cases. The NBR 6118 provides in Section 7.7 that galvanization is one of the special measures to protection and conservation of concrete structures in adverse conditions of exposure, common in marine and industrial environment.

The reinforcement galvanization results in a coating that acts as barrier protection of carbon steel and as a galvanic protection being consumed preferably compared to carbon steel. Furthermore, the zinc corrosion products can fulfill the porous structure of the concrete reducing its permeability. In this article is intended to present some data and preliminary considerations on the protection of reinforcement with zinc coating, with reference to the existing literature on the subject, in particular foreign techniques and international.

Introdução

Este artigo aplica-se a estruturas convencionais de concreto armado, ou seja, estruturas que empregam concreto comum, conforme classes definidas na NBR 6118 (ABNT, 2007). É importante ressaltar que este artigo não pretende esgotar o assunto, mas apresentar alguns dados e considerações preliminares sobre a proteção de armaduras de aço com revestimento de zinco, tendo como referência a lite-

ratura existente sobre o tema, em particular normas técnicas estrangeiras e internacionais.

Corrosão de armadura e vida útil de estruturas de concreto armado

É sabido que a corrosão é um dos principais processos de degradação de estruturas de concreto armado. Uma das manifestações de seu estabelecimento é a fissuração do concreto de cobertura, o qual, posteriormente, se desloca, expondo a armadura. Com o avanço da corrosão, há redução significativa da seção da armadura e de sua aderência ao concreto. Com isto, há diminuição da capacidade resistente da estrutura, o que determina a sua vida útil total.

Frequentemente, a corrosão é iniciada pela presença de teores críticos de íons cloreto (Cl^-) ou pelo abaixamento do pH do concreto devido a reações com compostos presentes no ar atmosférico, especialmente o dióxido de carbono (CO_2), reações de carbonatação. Em ambos os casos, a condição de passividade do aço é comprometida. A condição de proteção da armadura é garantida pelo caráter alcalino do cimento hidratado, sendo decorrente da formação de um filme de óxidos contínuo e aderente à superfície do aço. Sem esta condição, poderá ocorrer a corrosão do aço.

Além da presença de agentes agressivos (Cl^- e CO_2), o estabelecimento e o avanço da corrosão são dependentes da inter-relação de diferentes fatores, dentre os quais se citam as características

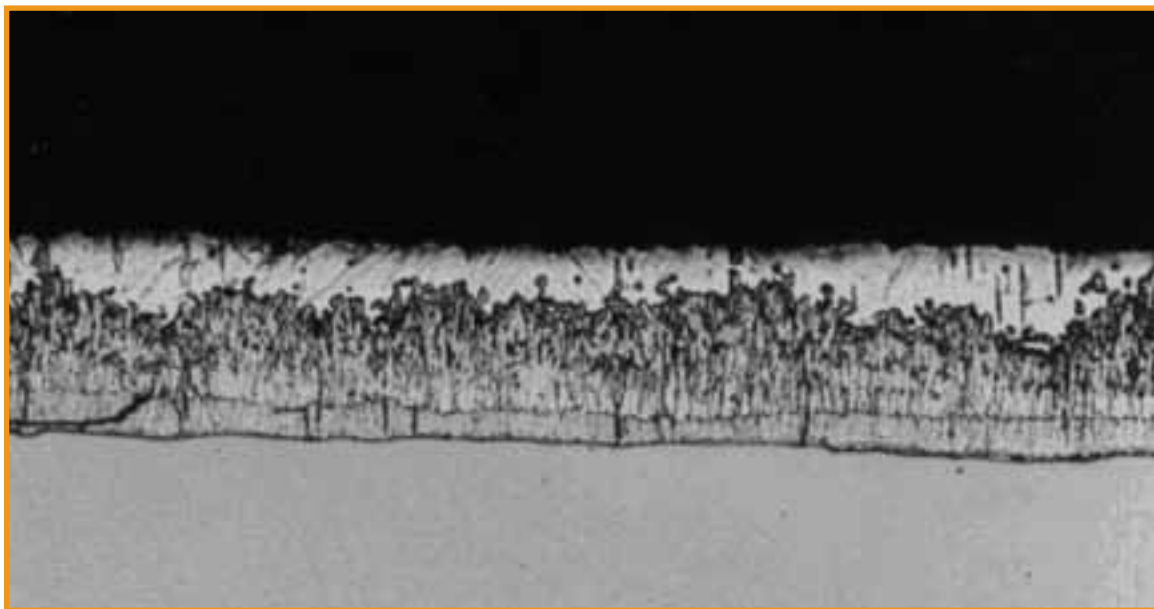


Figura 1 – Estrutura e dureza típica das camadas do revestimento do aço-carbono por zincagem a quente

do concreto executado. A experiência mostra que é comum a ocorrência de falhas na etapa de construção. Outro problema comum é a ausência de manutenção eficiente. Segundo a NBR 5674 (ABNT, 1999), é frequente a omissão da manutenção, em destaque de pontes e viadutos.

No exterior, é comum a exigência de uma vida útil superior a 50 anos. Atualmente, nos Estados Unidos, a vida útil de estruturas rodoviárias é normalizada em 75 anos e, na Europa, em 100 anos (NACE SP0187, 2008). Em vários países, como a Itália, e em Bermudas, o uso da armadura de aço zincado tem se tornado importante devido ao fato de recentes normas técnicas recomendarem o uso desses reforços, principalmente em meios agressivos, como na presença de cloretos. No Brasil, estes valores ainda não são normalmente exigidos: entretanto, cita-se como exemplo de mudanças, a norma ABNT NBR 15575-1 (ABNT, 2008) que prevê o mínimo de 40 anos de vida útil para novas edificações habitacionais, sendo indicados 60 anos como o tempo mais adequado.

A norma ABNT NBR 8800

– Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios (referendada pela ABNT NBR 15575 – Norma de desempenho) – menciona a “Corrosão nos componentes de aço” e sugere métodos de proteção contra corrosão – indicando em seu Anexo N.4 a “Galvanização a Quente”. Recomenda inclusive que “os projetistas considerem o tipo de proteção anticorrosiva já no início do projeto.”

A primeira construção a utilizar armadura zincada por imersão a quente no Brasil foi o Museu Iberê Camargo em Porto Alegre / RS em 2008, onde além do arquiteto Álvaro Siza se preocupar com a integridade da construção à beira do rio Guaíba, se preocupou também com a manutenção da fachada, toda em concreto branco, livre de manchas de corrosão de armadura.

Revestimento das armaduras com zinco

O aço-carbono pode ser revestido com zinco (Zn) por diferentes processos, como eletrodeposição, pintura com tinta rica em zinco ou aspersão térmica e, ainda, zincagem por imersão a

quente. Esta última técnica é tradicionalmente usada para o revestimento de armaduras, dentre outros elementos metálicos, sendo também denominada galvanização a fogo e, no exterior, *hot-dip galvanizing*, processo patenteado em 1837 pelo francês Stanislaw Soriel, engenheiro civil, homenageando o cientista e médico italiano Luigi Galvani, que em meados do século XVIII percebeu o estímulo bioelétrico através do contato de dois metais diferentes (bisturi e fio de cobre) sobre patas de rã. A proteção do aço contra a corrosão através do zinco foi descoberta em 1741 pelo químico francês Melouin.

Portanto são títulos sinônimos da Zincagem por imersão a quente a Galvanização por imersão a quente, Zincagem a fogo e Galvanização a fogo.

A zincagem por imersão a quente é um processo industrial que consiste de um pré-tratamento do aço e de sua imersão em um banho de zinco fundido, em temperatura em torno de 450 °C. Como resultado, é obtido um revestimento com camadas de intermetálicos de zinco e ferro (Fe), decorrente de reações metalúrgicas entre os dois me-

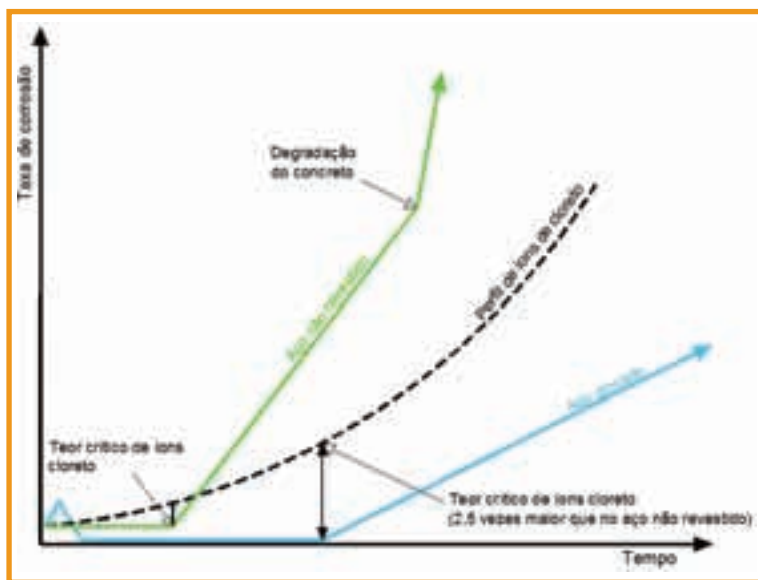


Figura 2 – Taxa de corrosão do revestimento de zinco em comparação com a do aço-carbono não revestido em concreto integral (pH maior do que 12) e em concreto carbonatado (pH em torno de 9) (NÜRNBERGER, 2000)

tais, e de uma camada externa de zinco puro. Esta última é decorrente do arraste do zinco fundido, porém a sua permanência no revestimento final é dependente da composição do aço e do tempo de resfriamento (quanto mais rápido, maior é a camada de zinco puro remanescente). A espessura final do revestimento depende da composição do banho, da composição do aço e das condições de operação de zincagem (LANGIL e DUGAN, 2004).

A Figura 1 mostra a estrutura do revestimento e a dureza Vickers (DPN) das diferentes camadas do revestimento obtido por zincagem por imersão a quente. Observa-se que a dureza das camadas de intermetálicos é maior do que a do aço, o que combinado com a menor dureza das camadas externas resulta em um revestimento de certa tenacidade e resistência à abrasão. Tais características permitem que, à semelhança do aço não revestido, o aço zincado possa ser manuseado, transportado e conformado sem alterações significativas da sua superfície (GALVANIZED REBAR, 2010).

A zincagem por imersão a quente pode ser feita por processo contínuo ou por batelada. De maneira simples, este último é feito pela imersão no banho de zinco de uma quantidade de barras ou fios de aço, de armaduras prontas, de telas soldadas etc. O processo contínuo se diferencia por ser aplicado para bobinas de chapas, barras ou fios de aço que passam continuamente pelos diferentes estágios da zincagem. Tradicionalmente, este último processo era aplicado somente para produtos de baixa espessura ou baixo diâmetro e que fossem flexíveis.

A zincagem pode ser feita em fios e barras conformadas (dobradas a frio) ou retas. Para o caso de barras conformadas antes da sua zincagem a quente, a ASTM A767 (2009), que trata da zincagem a quente de barras de diâmetro maior ou igual a 10 mm, estabelece que o dobramento da barra seja feito com uso de mandril com diâmetro igual a 6 a 10 vezes maior do que o seu nominal, sendo os menores valores para barras de diâmetros menores.

Para o caso de barras conformadas após a sua zincagem, a ASTM A767 (2009) cita que defeitos (fissuração e destacamento) podem ocorrer no revestimento durante o seu dobramento. Estes defeitos podem ser minimizados com o controle da severidade e da velocidade de dobramento. Além disto, os defeitos serão menores quando o revestimento apresentar uma espessura maior da camada de zinco puro, que é mais dúctil que as demais.

Geralmente, é mais conveniente e econômica a conformação das barras após a sua zincagem, mesmo que isto resulte no aparecimento de defeitos (YEOMANS, 2001 e CEB 1992). Estes defeitos devem ser reparados com pintura epoxídica específica, sendo que a ASTM A767 (2009) limita a área de reparo em 1 % da área revestida de cada 0,3 m do comprimento da barra.

No caso de barras ou fios destinados à fabricação de telas soldadas, os quais em geral têm diâmetro menor do que 10 mm, a ASTM A1060 (2010) exige que se faça um ensaio de aderência nas barras ou nos fios após a sua zincagem por imersão a quente: após o dobramento a 180° sobre um mandril com diâmetro de 1 a 5 vezes maior do que o nominal da barra ou do fio, o revestimento não deve apresentar fissuras ou destacamentos. Quanto ao reparo de defeitos no revestimento, a norma exclui a necessidade de sua execução na região de intersecção das barras ou dos fios soldados após a zincagem.

Ao término do processo industrial de zincagem por imersão a quente, as mencionadas normas (ASTM A1060 e ASTM A767) recomendam que o revestimento seja cromatizado (passivado). Isto é necessário para evitar a desestabilização do revestimento por reações com hidróxi-

dos da pasta de cimento. Em pH até 13,3, estas reações podem passar o revestimento $\{Ca[Zn(OH)_3]_2 \cdot 2H_2O\}$, no entanto, nestas reações há formação do gás hidrogênio que se acumula na região, o que pode impactar na aderência inicial do aço revestido ao concreto. Além disto, o consumo do revestimento nestas reações de passivação resulta em uma diminuição de sua espessura total, tendo-se uma perda de aproximadamente 10 µm da camada externa de zinco puro (ANDRADE; MACIAS, 1988; ANDRADE; ALONSO, 2004).

Como a camada de cromatização pode ser lixiviada, o que é mais comum quando da exposição das barras e telas às intempéries (chuvas), tem-se a opção de garantir a passivação do revestimento com a adição de 400 ppm de cromato na água de amassamento (ACI 201.2R, 2008). Como o manuseio de cromatos pode causar problemas à saúde do homem, atualmente tem sido estudada a sua substituição por outros tipos de compostos à base de cromo trivalente não prejudicial.

Quanto aos demais tipos de revestimentos, destaca-se a tinta rica em zinco que é aplicada para o reparo de defeitos no revestimento, sendo suas características normalizadas pela ASTM A780 (2009). Comenta-se que um tipo específico desta tinta (contendo 96 % de micro partículas de zinco no filme seco, flexível e resistente a impacto) tem sua aplicação destinada ao revestimento geral do aço. Além desse revestimento, destaca-se o obtido por eletrodeposição de zinco puro, que resulta em uma única camada de espessura reduzida. Na literatura consultada, não foi mencionada o revestimento de armaduras por eletrodeposição e nem por aplicação de tinta.

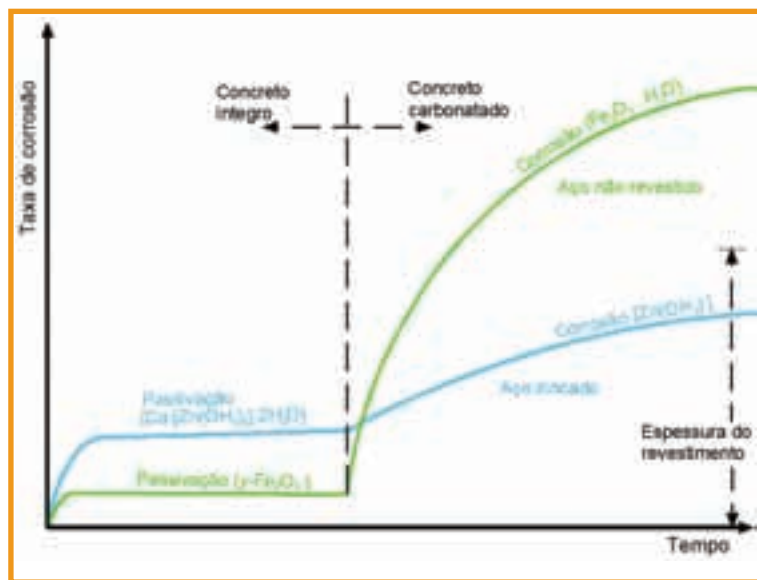


Figura 3 – Taxa de corrosão do revestimento de zinco em comparação com a do aço-carbono não revestido em concreto contaminado com íons cloreto (GALVANIZED REBAR, 2011)

Espessura do revestimento de zinco

Segundo Swamy (2004), dependendo da agressividade da condição de exposição, um revestimento com espessura entre 80 µm e 200 µm (barra de diâmetro entre 8 mm e 16 mm) pode conferir uma proteção adequada às estruturas de concreto contra a corrosão. Espessuras maiores que 200 µm não são recomendadas, pois podem resultar no aumento significativo de defeitos durante o dobramento da barra e prejudicar a sua aderência ao concreto. Segundo Langil e Dugan (2004), o valor de 250 µm é o máximo admitido para barras a serem dobradas após a zincagem.

A tabela “Espessura do revestimento da armadura por zincagem estabelecida por normalizações estrangeiras” apresenta valores de espessuras do revestimento de zinco para alguns diâmetros de barras e fios, conforme normas estrangeiras. Comenta-se que, com exceção dos valores da Classe B e C (42 µm e 20 µm, respectivamente) da ISO 14657, os valores de espessura para os diâmetros apresentados na tabela

podem ser obtidos por processo de zincagem por imersão a quente por batelada. Além disto, comenta-se que os baixos valores da Classe B e C não foram referenciados nos estudos de armaduras zincadas apresentados na literatura consultada. Acredita-se que estes baixos valores são adequados para elementos não estruturais (como fios de amarração e suportes de armadura) e para condições de exposição em ambientes de baixa agressividade.

Conclui-se que, além da consulta à tabela, os valores de espessura do revestimento de zinco devem ser definidos conforme a agressividade ambiental, a qualidade e as características do concreto e a espessura de cobrimento do concreto sobre o aço-carbono.

Armaduras zincadas expostas à carbonatação do concreto

Segundo o ACI 222R (2010), a aplicação de armaduras revestidas por zincagem por imersão a quente é uma técnica de proteção particularmente adequada para estruturas com risco de carbonatação. Isto porque, o revestimento é uma

ESPESSURA DO REVESTIMENTO DA ARMADURA POR ZINCAGEM ESTABELECIDADA POR NORMALIZAÇÕES ESTRANGEIRAS

<i>Norma</i>	<i>Aplicação</i>	<i>Classe ou Grade</i>	<i>Diâmetro (Ø) (mm)</i>	<i>Revestimento</i> <i>Massa (g/m²)</i> <i>Espessura* (µm)</i>	
ISO 14657 (2005): Zinc-coated for reinforcement of concrete	zincagem de barras ou fios e telas soldadas	Classe A	≥ 6,0	600	84
			≤ 6,0	500	70
		Classe B	qualquer Ø	300	42
		Classe C		140	20
ASTM A767 (2009): Zinc-coated (galvanized) steel bars for concrete reinforcement	zincagem de barras retas ou conformadas (dobradas)	Classe I	= 10,0**	915	128
			≥ 13,0	1070	150
		Classe II	≥ 10,0	610	85
ASTM A1060 (2010): Zinc-coated (galvanized) steel welded wire reinforcement, plain and deformed, for concrete	zincagem de barras ou fios por imersão a quente em processo contínuo	Classe A	≥ 2,0	366	51
		Classe B	2,0	427	60
			2,5	488	68
			3,4	520	73
			3,8 ≥ Ø < 4,5	550	77
			≥ 4,9	610	85
		Classe C	2,0	641	90
			2,5	732	103
			3,4	778	109
			3,8 ≥ Ø < 4,5	824	115
			≥ 4,9	915	128
	zincagem de barras ou fios em telas soldadas prontas por imersão a quente em batelada ***	Grade 50	< 3,2	355	50
		Grade 60	3,2 ≥ Ø < 4,8	390	55
		Grade 65	4,8 ≥ Ø < 6,4	460	64
		Grade 80	≥ 6,4	565	79
ASTM A123 (2009): Zinc (hot-dip galvanized) coatings on iron and steel products	zincagem de fios e barras em peças montadas, que não necessitam ser centrifugadas	Grade 50 (fios)	1,6 ≥ Ø < 3,2	355	50
		Grade 60 (fios)	3,2 ≥ Ø < 4,8	425	60
		Grade 65 (fios)	4,8 > Ø < 6,4	460	64
		Grade 80 (fios)	≥ 6,4 mm	600	84
		Grade 100 (barras)	≥ 6,4	705	99

* A conversão foi feita pela seguinte fórmula: $\mu\text{m} = \text{g/m}^2 \div 7, 14$.

** No USA só há barras de diâmetro ≥ 10,0 mm.

*** No USA é usual a adoção de telas como estribo. Acredita-se que esta norma também possa ser aplicada para a zincagem a imersão a quente de barras de Ø < 10,0 mm em peças retas ou conformadas, com ou sem ponto de solda.

barreira eficiente à despassivação do aço-carbono resultante da diminuição do pH do meio.

Segundo Yeomans (2001), o revestimento de zinco mantém-se estável em concreto com valores de pH até aproximadamente 9,5, enquanto o aço-carbono, sem revestimento, pode despassivar-se em pH por volta de 11,5 e apresentar aceleração da corrosão abaixo de 9,5 (NACE RP0187, 2008). Assim, o revestimento oferece proteção eficiente ao aço em concreto carbonatado, apresentando uma taxa de corrosão significativamente menor.

A Figura 2 ilustra a progressão do consumo do revestimento de zinco (não cromatizado) em comparado ao aço não revestido, em concreto íntegro (pH maior do que 12) e em concreto carbonatado, conforme ensaios de laboratório de Nürnberger (2000). Nesta figura, observa-se, inicialmente, uma ligeira perda de espessura do revestimento, devido a reações de sua passivação e, em seguida, a sua dissolução (corrosão).

Armaduras zincadas expostas aos íons cloreto

Segundo ensaios de laboratório de Yeomans (1994; 2001), o revestimento pode resistir a níveis de contaminação com cloretos de até 2,5 vezes maiores do que o aço não revestido. Com isto, o início da corrosão pode ser retardado em tempo maior, possivelmente entre 4 a 5 vezes. A Figura 3, apresentada pelo centro de pesquisas de armaduras zincadas (GALVANIZED REBAR, 2011), ilustra a maior resistência do revestimento de zinco aos íons cloreto em comparação ao aço não revestido, conforme resultados da pesquisa de Yeomans.

Esse autor (2004) referencia muitos estudos realizados no passado, em que o revestimento apresentou um bom desempe-

ho em diferentes condições de exposição aos íons cloreto. No entanto, há outros estudos com resultados contraditórios. Cita-se que a análise conjunta deles é dificultada pela diferente estrutura, espessura e estabilidade do revestimento no meio e, também, por diferentes condições de sua exposição aos íons cloreto. Andrade (1992) considera a espessura do revestimento como um fator importante a ser considerado, sendo a presença da camada externa de zinco puro decisiva para o bom desempenho do revestimento em meio com íons cloreto.

Embora o uso de armaduras revestidas pelo processo de zincagem por imersão a quente seja eficiente na proteção do aço tanto em concreto contaminado com íons cloreto como carbonatado, observa-se que o aumento da vida útil da estrutura é obtido quando do conhecimento das limitações da técnica e de sua aplicação correta. Devido ao pouco conhecimento da técnica no país, recomenda-se a realização de estudos, considerando padrões nacionais de produção e de construção e condições climáticas representativas.

Considerações finais

Atualmente a CEE-114 – Comissão Especial de Estudos de Galvanização por Imersão a Quente da ABNT está trabalhando na elaboração da norma brasileira intitulada “Galvanização por imersão a quente de barras de aço para armadura de concreto armado”, que, além de se basear nas informações das normas estrangeiras, tem o desempenho das armaduras zincadas quanto as propriedades mecânicas e de aderência no concreto, confirmado semelhante ao das armaduras sem proteção contra corrosão, através de ensaios aqui no Brasil.

Esta CEE também revisou recentemente a norma ABNT NBR 6323 – Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – especificação – principal norma deste processo que, com esta revisão, foram adicionadas importantes informações aos usuários de galvanizados por imersão a quente o que facilitará cada vez mais o entendimento com os galvanizadores para a obtenção de produtos galvanizados com excelência e rapidez. Esta norma encontra-se com a ABNT para formatação e consulta nacional.

No Brasil a maior utilização de armaduras zincadas está concentrada na região sul e acreditamos estar relacionada a maior concentração de imigrantes europeus, que culturalmente conhecem os benefícios da proteção através do processo de zincagem por imersão a quente não só para armaduras mas também para estruturas em aço e ferro fundido.

Recentemente foi desenvolvido nos Estados Unidos um processo para Galvanização por Imersão a Quente Contínua de Armaduras (CGR em inglês) com significativa economia em comparação com outros sistemas de proteção contra corrosão de armaduras. Usando um baixo teor de alumínio no banho de zinco (semelhante ao processo de galvanização de chapas) pode ser produzida armadura galvanizada com espessura de 50 micrometros de revestimento de zinco puro resistente à corrosão no concreto. Estão sendo desenvolvidas normas para o processo de Galvanização por Imersão a Quente Contínua de Armaduras na Índia e China, através das respectivas organizações normativas. As organizações ISO e ASTM também estão desenvolvendo as normas para este processo, sendo que a ASTM já deverá tê-las disponíveis agora em 2015.

Referências bibliográficas

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: *manutenção de edificações: procedimento*. 1999
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: *projetos de estruturas de concreto - procedimentos*. 2007
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6323: *galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - especificação*. 2007
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800: *projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios*. 2008
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: *edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – desempenho: parte 1: requisitos gerais*. 2008
- ACI – AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. ACI 201.2R: *guide to durable concrete*. In: *ACI manual of concrete practice*, 2001
- ACI – AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. ACI 222R-01: *protection of metals in concrete against corrosion*. 2010
- ANDRADE, C. *Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras*. Pini, 1992
- ANDRADE, C.; ALONSO, C. *Electrochemical aspects of galvanized reinforcement corrosion*. In: YEOMANS, S.R. *Galvanized steel reinforcement in concrete*. E & FN Spon, 2004
- ANDRADE, M. C.; MACÍAS, A. *Galvanized reinforcements in concrete*. In: WILSON, A. et al. *Surface coatings*. 1988
- ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM A123: *standard specification for zinc, hot-dip galvanized, coatings on iron and steel products*. Pennsylvania. 2001
- ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM A767: *standard specification for zinc-coated, galvanized, steel bars for concrete reinforcement*. 2009
- ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM A 780: *repair of damaged and uncoated areas of hot-dip galvanized coatings*. 2009
- ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM A1060: *zinc-coated (galvanized) steel welded wire reinforcement, plain and deformed, for concrete*. 2010
- CEB – COMMITTEE EURO-INTERNATIONAL DU BETON. *Bulletin D'Information, No 211: coating protection for reinforcement*. 1992
- GALVANIZED REBAR. *Coating properties*. Disponível em: galvanize-drebar.com/coating-properties.htm. Acesso em dezembro de 2010
- GALVANIZED REBAR. *Hot-Dip Galvanized Reinforcing Steel: A Concrete Investment*. Disponível em: www.galvanize-drebar.com/docs/rebar_brochure.pdf. Acesso em fevereiro de 2011
- IZA – INTERNATIONAL ZINC ASSOCIATION: *Continuous Galvanized Rebar – an introduction*. 2014
- ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 14657: *zinc-coated steel for the reinforcement of concrete*. Switzerland: 2005
- LANGIL T. J.; DUGAN, B. *Zinc materials for use in concrete*. In: YEOMANS, S.R. *Galvanized steel reinforcement in concrete*. E & FN Spon, 2004
- NACE – NACE INTERNATIONAL. NACE RP0187: *design considerations for corrosion control of reinforcing steel in concrete*. 2008
- NÜRNBERG, U. *Supplementary corrosion protection of reinforcing steel*. 2000 Disponível em www.mpa.uni-stuttgart.de/publikationen/otto_graf_journal/ogi_2000/b eitrag_nuernberger.pdf e www.mpa.uni-stuttgart.de/publikationen/otto_graf_journal/ogi_2000/b eitrag_nuernberger.pdf Acesso em fevereiro de 2011
- SWAMY, N. R. *Design for durability with galvanized reinforcement*. In: YEOMANS, S.R. *Galvanized steel reinforcement in concrete*. E & FN Spon, 2004
- YEOMANS, S.R., *Considerations of the characteristics and use of coated steel reinforcement in concrete*. NIST, 1993.
- YEOMANS, S.R. *Performance of back, galvanized, and epoxy-coated reinforcing steels in chloride-contaminated concrete*. Corrosion 50, 1. 1994
- YEOMANS, S.R. *Applications of galvanized rebar in reinforced concrete structures*. In: NACE CORROSION 2001, NACE INTERNATIONAL CONFERENCE. 2001
- YEOMANS, S.R. *Electrochemical aspects of galvanized reinforcement corrosion*. In: YEOMANS, S.R. *Galvanized steel reinforcement in concrete*. E & FN Spon, 2004

Adriana de Araújo

Pesquisadora, Laboratório de Corrosão e Proteção do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT

Paulo Silva Sobrinho

Engenheiro Metalurgista, graduado pela FAAP – SP. Coordenador Técnico do ICZ – Instituto de Metais Não Ferrosos e Coordenador da CEE 114 – Galvanização por Imersão a Quente – do CB 43 da ABNT

Zebbour Panossian

Diretora de Inovação do IPT e professora convidada do Departamento de Metalurgia e Materiais da EPUSP

Contato com a autora: aaaraujo@ipt.br

Calendário 2015 – De Março a Agosto

CURSOS	HORAS	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO
<i>Pintura Industrial</i>							
Inspetor N1 – Macaé / RJ	88	16 a 27		4 a 15	15 a 26	13 a 24	10 a 21
Inspetor N1 – Rio de Janeiro / RJ ¹	88					18/7 a 3/10, exceto 5/9	
Inspetor N1 – São Paulo / SP	88	2 a 13				27/7 a 7/8	
Inspetor N1 – Recife / PE	88				29/6 a 10/7		
Inspetor N1 – Rio Grande / RS	88					6 a 17	
Inspetor N1 – Rio de Janeiro / RJ ²	8			9			22
Inspetor N1 – Rio de Janeiro / RJ ³	40					27 a 31	
<i>Pintor e Encarregado de Pintura Ind.</i>							
Curso – Rio de Janeiro / RJ	40	9 a 13					3 a 7
Curso – Macaé / RJ	40			4 a 8			
<i>Corrosão</i>							
Fundamentos, Monitor. e Controle – Rio de Janeiro / RJ	24					6 a 8	

- ¹ Turma somente aos sábados não aprovados no curso **Mais informações:** cursos@abraco.org.br – eventos@abraco.org.br
- ² Revisão de Aulas Práticas regular ou como revisão
- ³ Curso Intensivo (para alunos para prova de qualificação) **Atenção:** Calendário sujeito a alterações

Boas-vindas

A ABRACO dá as boas-vindas às novas empresas associadas

GCO

Observando os sucessivos desperdícios de horas e materiais nos serviços de preparação e proteção de superfícies através de aplicação de tintas e revestimentos, a GCO Pintura Industrial foi criada com o objetivo de atender às necessidades do seguimento de corrosão.

Com o perfil desejado pelo cliente, oferece soluções em diversas áreas, dentre elas: inspeção de revestimentos e pintura; jateamento abrasivo; hidrojetamento; tratamento de superfícies padrão SSPC; aplicação de revestimentos metálicos por aspersão térmica; de *fire-proofing* e de outros processos.

Mais informações: www.gcopintura.com.br



Poly-Técnica

Empresa dedicada a treinamentos técnicos de profissionais para certificação, qualificação e formação para atividades industriais, a Poly-Técnica Treinamentos atua executando também inspeções, consultorias e fiscalizações na área de controle e garantia de qualidade em processos industriais, navais, de extração mineral e serviços correlacionados.

Mais informações: www.polytecnica.com.br



Proteção *catódica* de juntas soldadas de dutos com revestimento de alumínio e de zinco

Cathodic protection of welded joints using aluminum and zinc coatings



Por Anna Ramus
Moreira

Co-autores:
Neusvaldo Lira
de Almeida,
Harold Rivas
León, João Paulo
Klausing
Gervásio

Resumo

Dutos de transporte de petróleo e derivados, bem como de águas industriais, estão permanentemente sujeitos à corrosão decorrente da agressividade intrínseca dos fluidos transportados. Mesmo em dutos internamente revestidos, problemas de corrosão nas regiões de junta soldada podem ocorrer, uma vez que há grandes dificuldades em se revestir estas regiões após a soldagem. Neste trabalho estudou-se o revestimento de alumínio e o de zinco, ambos aplicados por aspersão térmica (TSA e TSZ), para proteção de junta soldada. A taxa de consumo dos materiais foi avaliada por perda de massa dos revestimentos e por determinação da corrente galvânica dos pares revestimento/aço-carbono, em ensaios de imersão em água de água produzida e em água do mar sintética. Os resultados do estudo mostraram que os revestimentos de zinco e de alumínio são eficazes como anodos galvânicos para proteção catódica de juntas soldadas de aço-carbono. Para aplicações em condições representativas de água produzida formação, o revestimento de zinco mostrou-se superior ao alumínio. Em condições típicas de água do mar sintética, o revestimento de alumínio foi mais eficiente.

Abstract

Pipelines for petroleum and derivatives as well as industrial water pipelines are permanently subject to corrosion due to the aggressiveness of the transported fluids. Even in pipelines internally

coated, corrosion problems of the welded joints can occur, since there are many difficulties in coating these regions. In this work, aluminum coating and zinc coating were applied by thermal spraying (TSA, TSZ) and the efficiency of the coatings as galvanic anodes to protect welded joints was studied. The consumption rate of the coatings was evaluated by weight loss as well as by the determination of the galvanic current of the couple coating/carbon steel, using immersion tests in produced water and synthetic sea water. The study results showed that zinc and aluminum coatings were effective as galvanic anodes for cathodic protection of carbon steel welded joints. For applications at conditions representative of produced water, the zinc coating was superior to the aluminum one. Under typical conditions of sea water, the aluminum coating was more efficient.

Introdução

O Laboratório de Corrosão e Proteção do IPT, juntamente com a TENARIS, desenvolveu um estudo para avaliar a eficiência de revestimento de alumínio e de revestimento de zinco, aplicados por aspersão térmica, como anodo de proteção catódica de superfície interna de junta soldada.

O estudo foi desenvolvido por meio de ensaios de imersão em meio de água produzida e de água do mar sintética. Os ensaios foram conduzidos com três diferentes tipos de corpos de prova, a saber:

• **Tipo 1** – corpos de prova

revestidos com alumínio e revestidos com zinco, para determinar a taxa de consumo intrínseca dos revestimentos nos meios de interesse;

• **Tipo 2** – trechos de tubo de aço-carbono API com junta soldada, com diferentes “colarinhos”, para verificar a eficiência dos revestimentos em proteger catodicamente o aço-carbono exposto na junta soldada e acompanhar suas respectivas taxas de consumo;

• **Tipo 3** – pares bimetálicos aço-carbono/aço-carbono revestido, em contato elétrico, para determinar a intensidade da corrente galvânica que se estabelece entre os materiais dos pares galvânicos e, a partir dos valores obtidos, estimar a taxa de consumo dos materiais que irão atuar como anodo.

As taxas de consumo verificadas para os revestimentos estudados foram utilizadas no cálculo da espessura de revestimento que deve ser aplicada, a fim de garantir a vida útil desejada.

Metodologia

Os meios de ensaio foram caracterizados por meio da determinação do pH, da condutividade, do teor de íons cloreto e dos teores de íons de ferro, alumínio e zinco. Já a caracterização dos revestimentos foi realizada por meio da verificação da aderência¹ e de exame microscópico associado a análises por dispersão de energia (EDS). Cabe salientar que, o exame microscópico foi realizado em uma seção transversal do revestimento e, a

TABELA 1 – PARÂMETROS DETERMINADOS NOS MEIOS DE ENSAIO

Meio de ensaio	pH	Condutividade (mS/cm)	Teor de íons cloreto (mg/L)	Teor de íons de Fe (mg/kg)	Teor de íons de Al (mg/kg)	Teor de íons de Zn mg/kg)
Água do mar sintética	8,20	110,1	$(20,21 \pm 0,19) \cdot 10^3$	< 2	< 2	< 1
Água de produzida	7,57	78,2	$(32,22 \pm 0,67) \cdot 10^3$	< 2	< 2	< 1

fim de evitar o deslocamento do mesmo durante o preparo metalográfico, os corpos de prova foram embutidos após serem envolvidos em papel alumínio.

Para os ensaios de imersão Tipo 1, corpos de prova de aço-carbono (dimensões 7 cm x 4 cm x 0,5 cm) foram revestidos por aspersão térmica com alumínio ou com zinco. As condições de ensaio foram: triplicata, temperatura ambiente, condição aerada e duração do ensaio de 90 dias. Para a relação área de superfície exposta/volume de solução adotou-se a relação ² de mínimo de 20 mL/cm² e máximo de 40 mL/cm². A avaliação dos resultados foi realizada por exame visual e por determinação da perda de massa e da perda de espessura dos revestimentos.

Os ensaios de imersão Tipo 2 utilizaram corpos de prova retirados de tubos de aço API com juntas soldadas, dimensões de 18 cm x 6 cm x 1 cm, com revestimento de alumínio ou de zinco e diferentes “colarinhos”. Para o revestimento de alumínio, foram ensaiados corpos de prova com

“colarinho” de 5 mm (relação área anódica/área catódica de 7:1) e de 20 mm (relação área anódica/área catódica de 4:1). Já para o revestimento de zinco, foi ensaiado apenas o “colarinho” de 20 mm. Para efeito de comparação, foram também ensaiados corpos de prova sem revestimento. A fim de facilitar a avaliação visual durante o ensaio, parte dos corpos de prova foi usinada para nivelamento da região de solda (ver Figura 1). Todos tiveram suas bordas e verso protegidos com tinta epóxi. As condições de realização dos ensaios e a duração dos mesmos foram as mesmas apresentadas para os ensaios de imersão do Tipo 1. A avaliação dos resultados foi realizada por meio de acompanhamento visual. Somente para colarinho de 20 mm, o acompanhamento do ensaio foi também realizado por determinação de perda de massa.

Para os ensaios de imersão do Tipo 3 foram utilizados pares bimetalícos aço-carbono/aço-carbono revestido com alumínio e aço-carbono/aço-carbono revestido com zinco. A relação

área anódica/área catódica foi definida com base na relação usada nos ensaios de imersão do Tipo 2: 4:1 e 7:1.

As condições de ensaio foram as mesmas já citadas para os ensaios do Tipo 1, assim como a duração. Os ensaios foram acompanhados por meio de exame visual, medidas de potencial e de corrente.

Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados da caracterização dos meios de ensaio. Nesta, verifica-se que a água produzida possui um teor de contaminação por íons cloreto superior ao da água do mar sintética; já para a condutividade a relação é inversa, o pH dos meios é bastante semelhante e nenhum dos meios encontra-se contaminado por íons metálicos.

A Tabela 2 apresenta os resultados da determinação da aderência e os valores mínimos individuais especificados ³, permitindo verificar que os revestimentos apresentam aderência satisfatória.

A Tabela 3 apresenta os resultados das análises por dispersão de energia realizadas nos revestimentos e a Figura 2 apresenta imagens das seções transversais. Os dados da Tabela 3 confirmam tratar-se de revestimentos de alumínio e de zinco e na Figura 2 verifica-se que a espessura dos revestimentos é uniforme na superfície dos corpos de prova e irregular nas bordas.

A Tabela 4 apresenta as perdas de massa determinadas nos ensaios do Tipo 1 e as perdas de espessura a partir delas calculadas. As espessuras precisaram

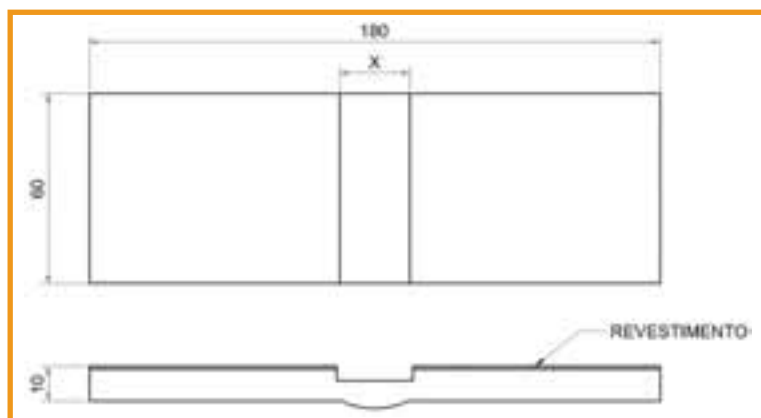


Figura 1 – Ilustração de corpo de prova usinado para remoção da parte rugosa da região de solda

TABELA 2 – ADERÊNCIA DOS REVESTIMENTOS DE ALUMÍNIO E ZINCO

Revestimento	Medidas (MPa)						Especificação Petrobras N 2568 (3) Valor mínimo individual (MPa)
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	
Alumínio (Al)	13,0	12,8	10,1	12,6	11,2	12,0	7,0
Zinco (Zn)	6,9	5,4	5,1	6,7	6,7	6,0	5,0

TABELA 3 – RESULTADOS DAS ANÁLISES POR DISPERSÃO DE ENERGIA REALIZADAS NOS REVESTIMENTOS

Revestimento	Elementos detectados (% em massa)						
	C	N	O	Al	Fe	Zn	Total
Alumínio (Al)	4,20	1,61	4,78	89,41	–	–	100
Zinco (Zn)	2,13	–	1,21	–	–	96,66	100

ser calculadas porque como espessuras de revestimentos aplicados por aspersão térmica são normalmente irregulares, não foi possível avaliar a variação de espessura por métodos instrumentais.

As perdas de espessura calculadas a partir da perda de massa média para os dois revestimentos ensaiados em água do mar sintética, foram iguais. Já em água de formação, a perda de espessura verificada para o zinco foi cerca de quatro vezes menor do que a verificada para o alumínio. Sendo assim, enquanto em água do mar sintética não houve diferença de comportamento entre os dois materiais, em meio de água de formação o desempenho do revestimento de zinco foi significativamente superior ao do revestimento de alumínio. A Figura 3 mostra o aspecto visual dos revestimentos antes e ao término dos ensaios.

A Figura 4 ilustra o aspecto

visual de corpos de prova ao final de 90 dias de ensaios de imersão Tipo 2. Nesta, é possível verificar uma corrosão muito intensa do aço-carbono sem revestimento. Já para o aço-carbono revestido com os dois materiais, verifica-se que a proteção catódica oferecida pelos revestimentos foi eficiente. Para o caso específico de corpos de prova revestidos com alumínio e com juntas soldadas usinadas, ensaiados em água do mar sintética, apesar de no início do ensaio ter havido oxidação superficial do metal base, esta não evoluiu, indicando que a proteção catódica foi eficiente. Esse comportamento ocorre com frequência em aço-carbono revestido com alumínio por aspersão térmica e pode ser explicado como segue: inicialmente, o alumínio está no estado passivo e com isso, o aço-carbono corrói. Os íons de Fe^{+++} quebram a camada passiva do alumínio e então este passa a corroer, interrompendo o proces-

so de corrosão do aço-carbono. Fato similar pode ocorrer nos poros do revestimento, especialmente se a espessura for baixa, resultando em um manchamento escuro na superfície do alumínio.

A Tabela 5 apresenta os valores de perda de massa e as perdas de espessura a partir destas calculadas.

Da Tabela 5 verifica-se que na condição de proteção catódica do substrato exposto, o consumo de revestimento aumenta. Os dados para o revestimento de alumínio em meio de água do mar sintética não puderam ser apresentados por terem ocorrido problemas no ensaio.

A Tabela 6 apresenta os valores de corrente galvânica medidos após a estabilização dos sistemas de ensaio.

Da Tabela 6, verifica-se que as correntes do par galvânico aço-carbono/aço-carbono revestido com alumínio foram menores do que as do par aço-carbono/aço-carbono revestido com zinco, para os dois meios. A partir dos valores das correntes galvânicas, foram calculadas as respectivas perdas de massa teóricas, as quais se encontram na Tabela 7. Também na Tabela 7, estão apresen-



Figura 2 – Aspecto micrográfico da seção transversal de corpos de prova revestidos com alumínio ou com zinco

TABELA 4 – PERDAS DE MASSA E DE ESPESSURA PARA 90 DIAS, OBTIDAS PARA OS ENSAIOS DE IMERSÃO TIPO 1

<i>Meio</i>	<i>Revestimento</i>	<i>Perda de massa experimental média (mg)</i>	<i>Perda de espessura intrínseca do revestimento, calculada a partir da perda de massa (µm)</i>
Água de formação	Alumínio	206	11
	Zinco	122	3
Água do mar sintética	Alumínio	218	12
	Zinco	564	12

TABELA 5 – PERDAS DE MASSA E PERDAS DE ESPESSURA A PARTIR DESTAS CALCULADAS PARA ENSAIO TIPO 2

<i>Meio</i>	<i>Revestimento</i>	<i>Perda de massa experimental média (mg)</i>	<i>Perda de espessura intrínseca do revestimento, calculada a partir da perda de massa (µm)</i>
Água produzida	Alumínio	286	13
	Zinco	368	6,5
Água do mar sintética	Alumínio	Dados desprezados	–
	Zinco	1065	20

TABELAS 6 – CORRENTES GALVÂNICAS MEDIDAS NOS SISTEMAS AÇO/AÇO REVESTIDO, IMERSOS EM ÁGUA PRODUZIDA E EM ÁGUA DO MAR SINTÉTICA

<i>Meio</i>	<i>Revestimento</i>	<i>Relação área anódica/ área catódica</i>	<i>Corrente galvânica medida (mA)</i>
Água de formação	Alumínio	4:1	0,013
		7:1	0,012
	Zinco	4:1	0,4
		7:1	0,35
Água do mar sintética	Alumínio	4:1	0,35
		7:1	0,33
	Zinco	4:1	1,2
		7:1	1,2

tadas as perdas de massa determinadas experimentalmente após 90 dias de ensaio.

Para o par galvânico aço-carbono/aço-carbono zincado, os valores calculados e os resultados experimentais de perda de massa

de zinco mostraram uma tendência definida, o que não ocorreu para o revestimento de alumínio. Neste último caso, os resultados foram discrepantes, especialmente para água de formação. A possível explicação para isso seria

a característica “gelatinosa” (ver Figura 5) apresentada pelos produtos de corrosão formados sobre o revestimento de alumínio, característica esta que pode ter influenciado as medidas de corrente e, consequentemente, as

<i>Revestimento</i>	<i>Aspecto visual</i>		
	<i>Pré-ensaio</i>	<i>Após 90 dias em água de formação</i>	<i>Após 90 dias em água de mar sintética</i>
<i>Alumínio</i>			
<i>Zinco</i>			

Figura 3 – Aspecto visual de corpos de prova revestidos com alumínio e com zinco, antes e após 90 dias de ensaio de imersão Tipo 1

TABELA 7 – PERDAS DE MASSA CALCULADAS, A PARTIR DAS CORRENTES GALVÂNICAS MEDIDAS, E EXPERIMENTALMENTE DETERMINADAS

<i>Meio</i>	<i>Revestimento</i>	<i>Relação área anódica/ área catódica</i>	<i>Perda de massa teórica (mg)</i>	<i>Perda de massa experimental média (mg)</i>
Água de formação	Alumínio	4:1	9	526
		7:1	8	470
	Zinco	4:1	1050	700
Água do mar sintética	Alumínio	4:1	254	639
		7:1	239	524
	Zinco	4:1	3160	2675

TABELA 8 – PERDAS DE ESPESSURA CALCULADAS A PARTIR DAS PERDAS DE MASSA EXPERIMENTAIS, CONSIDERANDO RESULTADOS DE 90 DIAS DE ENSAIO

<i>Meio</i>	<i>Revestimento</i>	<i>Relação área anódica/ área catódica</i>	<i>Perda de massa experimental média (mg)</i>	<i>Perda de espessura equivalente (µm)</i>
Água de formação	Alumínio	4:1	526	40
		7:1	470	36
	Zinco	4:1	700	20
Água do mar sintética	Alumínio	4:1	639	48
		7:1	524	40
	Zinco	4:1	2675	77

perdas de massa calculadas, porém a qual não interrompeu a proteção catódica oferecida ao aço-carbono. Assim, a medida da corrente galvânica pode não ser um bom critério para estimar o consumo de anodo de Al, nestes meios.

Com base nos valores experimentais de perda de massa, foram calculadas as perdas de espessura equivalentes. Os resultados estão apresentados na Tabela 8. Nesta, verifica-se que as perdas de espessura são inversamente proporcionais à relação área anódica/área catódica, o que já era esperado.

Na Tabela 9 são apresentadas, para facilitar a comparação, as perdas de espessura dos revestimentos, verificadas para os ensaios Tipo 1 (sem influência do par galvânico), Tipo 2 (com influência do par galvânico, trecho de tubo) e Tipo 3 (com influência do par galvânico, corpos de prova eletricamente ligados). Nesta, verifica-se que a proteção catódica promovida ao aço-carbono na condição de corpos de prova

eletricamente ligados, resultou em um aumento significativo do consumo dos revestimentos.

De uma maneira geral, verifica-se na Tabela 9 que:

- o desempenho do revestimento de zinco foi melhor em água produzida do que em água do mar sintética;
- em água produzida, o desempenho do revestimento de zinco foi superior ao do alumínio;
- o revestimento de alumínio não apresentou diferença significativa de desempenho nos dois meios de ensaio;

Com as perdas de espessura obtidas para 90 dias de ensaio nas condições do presente estudo, foram estimadas as espessuras de revestimento necessárias para garantir proteção catódica, às regiões de junta soldada, pelo período de 30 anos. Foram calculadas também as espessuras necessárias, considerando um fator de utilização do anodo de 85 %. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 10. Cabe esclarecer que, para o cálculo destes valores admitiu-se que as taxas de corrosão do zinco

e do alumínio seriam lineares quando, na verdade, na maioria dos meios de exposição elas diminuem com o tempo.

Da Tabela 10 tem-se que a condição de ensaio de corpos de prova eletricamente ligados resultou em um consumo de revestimento superior aos verificados em uma condição mais próxima a real: ensaio com trecho de tubo. Outro fator importante a ser considerado é que os ensaios de laboratório com água produzida podem não ser representativos das condições de aeração existentes no interior dos equipamentos. Uma vez que, em condições normais de operação o ambiente é menos aerado, o desempenho do alumínio pode ser inferior aquele obtido nos ensaios de laboratório.

Conclusões

Os ensaios realizados com revestimentos de alumínio e de zinco, em água do mar sintética e em água produzida, utilizando três diferentes tipos de corpos de prova e com diferentes configurações de juntas soldadas permiti-

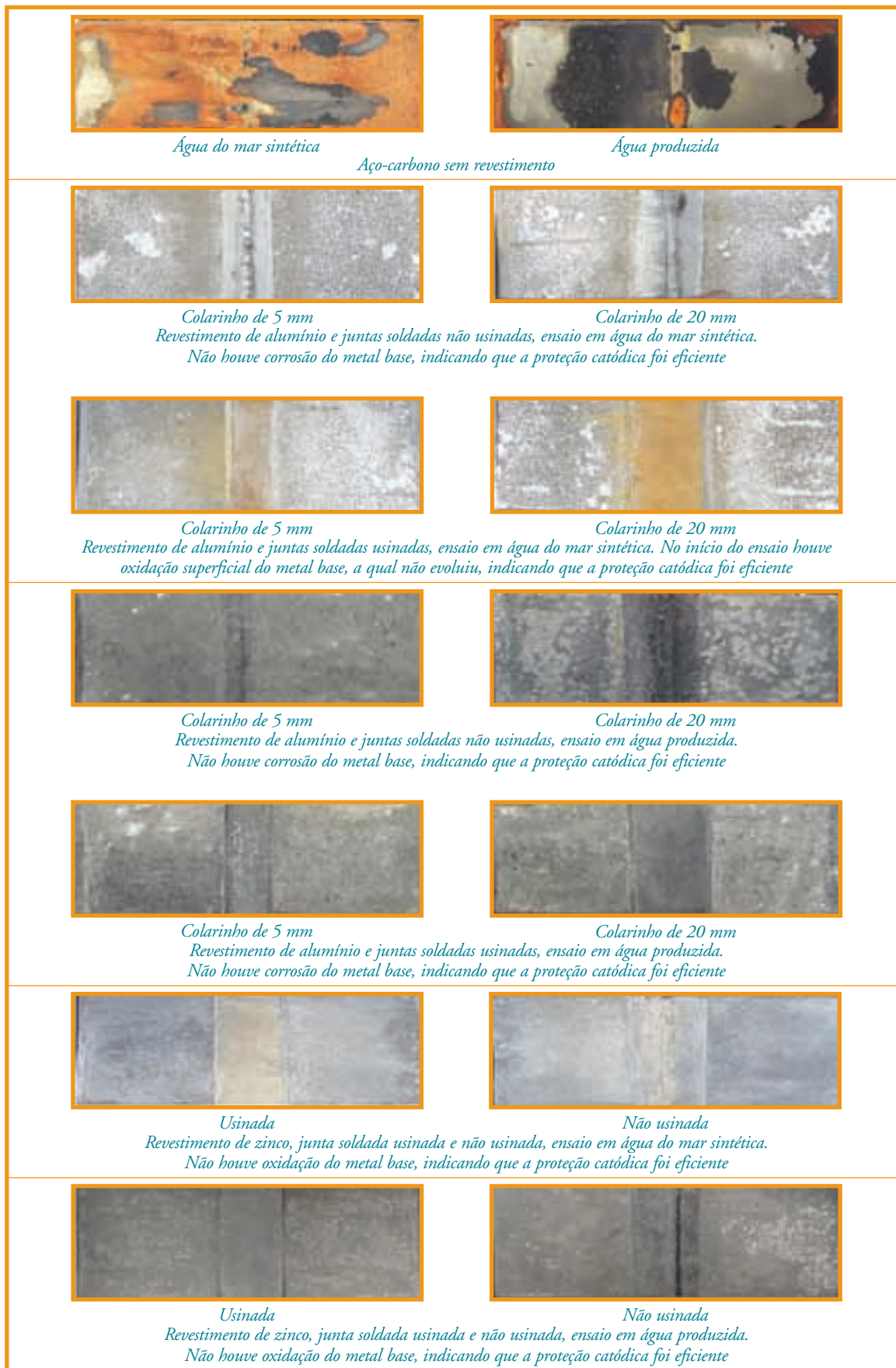


Figura 4 – Aspecto visual de corpos de prova submetidos a ensaios de imersão Tipo 2 por 90 dias

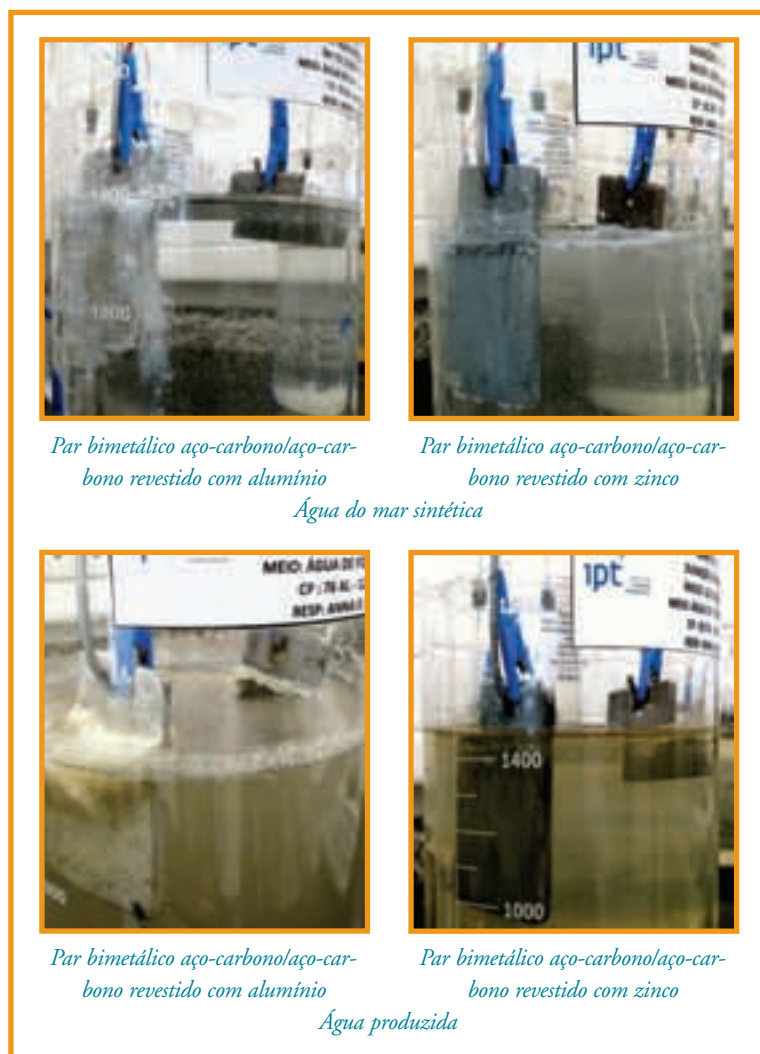


Figura 5 – Ensaios montados com o par bimetalítico eletricamente ligado

ram concluir que:

- os revestimentos de zinco e de alumínio mostraram-se eficazes como anodos galvânicos para proteção catódica de juntas soldadas de aço-carbono;
- o desempenho do revestimento de zinco foi melhor em água produzida, do que em água do mar sintética. Já o revestimento de alumínio não apresentou diferença significativa de desempenho para os dois meios de ensaio;
- para aplicações em condições representativas de água produzida, o revestimento de zinco mostrou-se superior ao alumínio. Em condições típicas de água do mar sintética, o revestimento de alumínio foi

mais eficiente;

- a proteção catódica conferida ao aço-carbono, resultou em um aumento no consumo dos revestimentos;
- a taxa de consumo dos revestimentos é inversamente proporcional à relação área anódica/área catódica: maior para a relação 4:1 e menor para a relação 7:1;
- os ensaios com corpos de prova de juntas soldadas (trechos de tubo) foram importantes para comprovar que o sistema manteve o aço-carbono protegido catodicamente
- os ensaios realizados utilizando-se corpos de prova eletricamente ligados resultaram em valores superiores aos verifica-

dos em condição de ensaio mais próxima a de exposição real;

- no caso do revestimento de zinco, as taxas de corrosão experimentais e os valores calculados a partir da corrente galvânica foram coerentes. Isto não se verificou para o revestimento de alumínio, especialmente no ensaio em água de formação, possivelmente devido ao aspecto “coloidal” dos produtos de corrosão formados sobre o revestimento, os quais influenciaram as medidas de corrente galvânica;
- a espessura estimada para revestimento de zinco e de alumínio em água produzida com características similares a deste estudo, para uma vida útil de 30 anos, foi respectivamente de 1 mm e 2 mm para ensaios conduzidos com trechos de tubo, considerando um fator de utilização de 85 %;
- a espessura estimada para uma vida útil de 30 anos em água do mar sintética, foi de 3 mm para o revestimento de zinco no ensaio conduzido com trechos de tubo, considerando um fator de utilização de 85 %;
- as taxas de consumo dos anodos, calculadas a partir das correntes galvânicas, foram consideravelmente diferentes daquelas obtidas em corpos de prova de junta soldadas;
- finalmente, cabe esclarecer que para o cálculo destes valores, admitiu-se que as taxas de corrosão do zinco e do alumínio seriam lineares quando, na verdade, na maioria dos meios de exposição, elas diminuem com o tempo. Outro fator importante a ser considerado é que os ensaios de laboratório com água produzida, por não ser representativos das condições de aeração existentes no interior dos equipamentos, pode resultar em desempenho inferior do alumínio, quando comparado com

TABELA 9 – PERDAS DE ESPESSURA INTRÍNSECAS DOS REVESTIMENTOS E PERDAS DE ESPESSURA NA CONDIÇÃO DE PROTEÇÃO CATÓDICA, TODAS PARA 90 DIAS DE ENSAIO

Meio	Revestimento	Perda de espessura intrínseca do revestimento (µm)	Relação área anódica/área catódica	Perda de espessura na condição de proteção catódica – trecho de tubo (µm)	Perda de espessura na condição de proteção catódica – corpos de prova eletricamente ligados (µm)
Água de formação	Alumínio	11	4:1	13	40
	Zinco	3	4:1	6,5	20
Água do mar sintética	Alumínio	12	4:1	–	48
	Zinco	12	4:1	20	77

TABELA 10 – ESPESSURA NECESSÁRIA PARA UMA VIDA ÚTIL DE 30 ANOS

Meio	Revestimento	Espessura estimada para 30 anos (mm)			
		Sem considerar fator de utilização do anodo		Considerando fator de utilização do anodo de 85 %	
		Trecho de tubo	Eletricamente ligados	Trecho de tubo	Eletricamente ligados
Água de formação	Alumínio	1,6	5	2	6
	Zinco	0,8	2,5	1	3
Água do mar sintética	Alumínio	–	6	–	7
	Zinco	2,4	9	3	11

aquele obtido nos ensaios de laboratório.

Referências bibliográficas

1. ASTM Standard D 4541 (2009), *Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers*, (ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2009)
2. NACE TM0169/ASTM Standard G31 (2012), *Standard Guide for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*, (ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2012)
3. PETROBRAS N 2568 (Rev. B-05/2011), *Revestimentos Metálicos por Aspersão Térmica*, (Rio de Janeiro, Brasil, 2011)

Referências consultadas

ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. G1:2003 – *Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens*. West Conshohocken. 9p.

Anna Ramus Moreira

Mestre, Bacharel em Química – IPT
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do
Estado de São Paulo

Neusvaldo Lira de Almeida

Mestre, Bacharel em Física - IPT Instituto
de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São
Paulo

Harold Rivas León

Químico – TENARIS

João Paulo Klausling Gervásio

Engenheiro Elétrico – TRANSPETRO

Contato com a autora: anna@ipt.br

*Trabalho apresentado durante
o INTERCORR 2014, em
Fortaleza/CE no mês de maio de
2014.*

© 2014, ABRACO



Claiton Fernandez

A mulher e o mercado de trabalho

A abertura do mercado desenvolveu a versatilidade e a flexibilidade de funções no perfil da mulher, visível ainda hoje em suas relações sociais

Durante muitas gerações, tudo o que se esperava de uma mulher era que ela ficasse em casa e cuidasse do lar. Trabalhar fora era sinal de extrema pobreza e condição inaceitável aos olhos da família. Ao longo da história, a transformação desse ideal corresponde a uma das principais evoluções da sociedade moderna. Dos anos 70 para cá, a diferença é gritante, as mulheres ganharam força e poder econômico, tornaram-se responsáveis por transformações culturais e mercadológicas, desempenhando as mais diversas atividades profissionais e diluindo o preconceito.

Mas, o que aconteceu no decorrer dessa longa e sofrida história para que se operasse tal transformação? A conquista do mercado de trabalho representou para a mulher um extenso percurso de suor e vitórias, e a evolução histórica de suas profissões e atividades talvez possa esclarecer melhor os bastidores dessa luta.

Nesse contexto, às vésperas da Revolução Industrial, a mulher das camadas populares foi submetida à produção fabril – divisor de águas na história das profissões femininas. A Era Industrial incorporou subalternamente o trabalho da mulher no mundo da fábrica, aproveitando suas facilidades com o manejo de tecidos e separando, definitivamente, as atividades domésticas do serviço remunerado fora do lar.

Durante todo o século XVIII, as perspectivas de trabalho para as mulheres se expandiram, mas, em decorrência do alto contin-

gente de operárias, os salários baixaram ainda mais. Da parte dos homens, temia-se que a “intrusão” feminina resultasse numa queda salarial para todas as classes trabalhadoras. Não faltou quem as acusasse de roubar seus postos de trabalho.

Essa abertura do mercado desenvolveu a versatilidade e a flexibilidade de funções no perfil da mulher, visível ainda hoje em suas relações sociais. Em seu itinerário, ficaram acumulados os afazeres do lar e as atribuições do cargo nas fábricas. A ela cabia, agora, cuidar da prole, das obrigações domésticas e também do trabalho remunerado, acúmulo que positivamente influenciou em seu caráter ousado e independente. No decorrer da história, a mulher se mostrou peça fundamental tanto no âmbito familiar quanto nas relações profissionais do mercado.

A grande conquista feminina no mercado de trabalho ocorreu somente com o início da Segunda Guerra Mundial, quando as mulheres se tornaram uma importante mão-de-obra para as nações europeias. A indústria bélica não poderia parar e ficou a cargo de muitas mulheres a fabricação de peças para armas, tanques e aviões.

É verdade que essa pedra estava longe de encerrar o preconceito e superar as antigas contendas. Ainda assim, a mulher se firmava a cada ano como peça fundamental do mercado, assumindo profissões tidas como predominantemente masculinas. Já foi o tempo em que a mulher que trabalhava como motorista de ônibus, árbitra esportiva ou mestre de construção civil causava choque na sociedade. Elas hoje estão em praticamente todas as áreas: na engenharia da computação, aeronáutica, polícia militar, política, no futebol, dentre outras tantas.

Os anos 90, em particular, foram muito favoráveis para o fortalecimento da mulher profissional. Nessa década, a mulher viu aumentar o seu poder aquisitivo, seu nível de escolaridade e conseguiu reduzir ainda mais a diferença salarial em relação aos homens. Hoje, o número de mulheres com formação universitária ultrapassa o saldo masculino. Elas estão crescendo cada vez mais no mercado de trabalho, conquistando lideranças e já assumem o comando das famílias.

As diversas alterações nos padrões culturais e valores referentes aos papéis familiares ao longo da história, intensificadas pelos movimentos feministas que impactaram os anos 70, resultaram no perfil da mulher atual, a cada dia mais produtiva, criativa e independente. O seu sucesso neste ambiente tão competitivo e hostil é resultado direto de sua vitalidade, competência, vigor e persistência na conquista de seu espaço.

Claiton Fernandez

Palestrante, consultor e educador. Autor dos livros “Caminhos de um Vencedor” e “Da Costela de Adão à Administradora Eficaz”.

Contato: www.claitonfernandez.com.br

ADVANCE TINTAS E VERNIZES LTDA.

www.advancetintas.com.br

AIR PRODUCTS BRASIL

www.airproducts.com

AKZO NOBEL LTDA - DIVISÃO COATINGS

www.akzonobel.com/international/

ALCLARE REVESTIMENTOS E PINTURAS LTDA.

www.alclare.com.br

API SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM DUTOS LTDA.

apidutos@hotmail.com

A&Z ANÁLISES QUÍMICAS LTDA.

zilmachado@hotmail.com

BLASPINT MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

www.blaspint.com.br

B BOSCH GALVANIZAÇÃO DO BRASIL LTDA.

www.bbosch.com.br

CBSI – COMP. BRAS. DE SERV. DE INFRAESTRUTURA

www.cbsiservicos.com.br

CEPEL - CENTRO PESQ. ENERGIA ELÉTRICA

www.cepel.br

CIA. METROPOLITANO S. PAULO - METRÔ

www.metro.sp.gov.br

CONFAB TUBOS S/A

www.confab.com.br

CONSULPLAN CONS. E PLANEJAMENTO LTDA.

www.consulplan-es.com

CORRPACK DO BRASIL

www.corrpack.com.br

DE NORA DO BRASIL LTDA.

www.denora.com

DETEN QUÍMICA S/A

www.deten.com.br

D. F. OYARZABAL

oyarza@hotmail.com

ELETRONUCLEAR S/A

www.eletronuclear.gov.br

ENGECORR ENGENHARIA LTDA.

www.engecorr.ind.br

EUROMARINE SERVIÇOS ANTICORROSIVOS

www.euromarine.eng.br

FIRST FISCHER PROTEÇÃO CATÓDICA

www.firstfischer.com.br

FISCHER DO BRASIL – TECNOLOGIAS DE MEDIÇÃO

www.helmuth-fischer.com.br

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A

www.furnas.com.br

GCO PINTURA INDUSTRIAL

www.gcopintura.com.br

G P NIQUEL DURO LTDA.

www.grupogp.com.br

GCP DO BRASIL PROTEÇÃO CATÓDICA LTDA.

www.gcpdobrasil.com.br

HITA COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA.

www.hita.com.br

IEC INSTALAÇÕES E ENG^a DE CORROSÃO LTDA.

www.iecengenharia.com.br

INSTITUTO PRESBITERIANO MACKENZIE

www.mackenzie.com.br

INT – INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA

www.int.gov.br

ITAGUAÍ CONSTRUÇÕES NAVAIS – ICN

qualidade@icnavais.com

JATEAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.

www.jatear.com

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

www.jotun.com

MANGELS INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

www.mangels.com.br

MARIA A. C. PONCIANO – ME

www.gsimacae.com.br

MARINE IND. E COM. DE TINTAS LTDA.

www.marinetintas.com.br

MAX EVOLUTION LTDA.

www.maxpinturas.com.br

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

www.morkenbrasil.com.br

MUSTANG PLURON QUÍMICA LTDA.

www.mustangpluron.com

NOF METAL COATINGS SOUTH AMERICA

www.nofmetalcoatings.com

NOVA COATING TECNOLOGIA, COM. SERV. LTDA.

www.novacoating.com.br

OPEMACS SERVIÇOS TÉCNICOS LTDA.

www.opemac.com.br

PETROBRAS S/A - CENPES

www.petrobras.com.br

PETROBRAS TRANSPORTES S/A - TRANSPETRO

www.transpetro.com.br

PINTURAS YPIRANGA

www.pinturasypiranga.com.br

POLY-TÉCNICA TRAINING

www.polytecnica.com.br

PORTCROM INDUSTRIAL E COMERCIAL LTDA.

www.portcrom.com.br

P. G. MANUTENÇÃO E SERVIÇOS INDUSTRIAIS

www.pgindustriais.com.br

PPG IND. DO BRASIL TINTAS E VERNIZES

www.ppgpmc.com.br

PPL MANUTENÇÃO E SERVIÇOS LTDA.

www.pplmanutencao.com.br

PRESSERV DO BRASIL LTDA.

www.presservbrasil.com.br

PREZIOSO DO BRASIL SERV. IND. LTDA.

www.prezioso.com.br

PROMAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.

www.promarpintura.com.br

QUÍMICA INDUSTRIAL UNIÃO LTDA.

www.tintasjumbo.com.br

RENNER HERMANN S/A

www.rennercoatings.com

RESINAR MATERIAIS COMPOSTOS

www.resinar.com.br

REVESTIMENTOS E PINTURAS BERNARDI LTDA.

bernardi@pinturasbernardi.com.br

RUST ENGENHARIA LTDA.

www.rust.com.br

SACOR SIDEROTÉCNICA S/A

www.sacor.com.br

SHERWIN WILLIAMS DO BRASIL - DIV. SUMARÉ

www.sherwinwilliams.com.br

SMARTCOAT – ENG. EM REVESTIMENTOS LTDA.

www.smartcoat.com.br

SOFT METAIS LTDA.

www.softmetais.com.br

TBG - TRANSP. BRAS. GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL

www.tbq.com.br

TECHNIQUES SURFACES DO BRASIL LTDA.

www.tsdobrasil.srv.br

TECNOFINK LTDA.

www.tecnofink.com

TINOCO ANTICORROSÃO LTDA.

www.tinocoanticorrosao.com.br

TINTAS VINCI IND. E COM. LTDA.

www.tintasvinci.com.br

ULTRABLAST SERVIÇOS E PROJETOS LTDA.

www.ultrablast.com.br

UTC ENGENHARIA S.A.

www.utc.com.br

VCI BRASIL IND. E COM. DE EMBALAGENS LTDA.

www.vcibrasil.com.br

VCI BRASIL IND. E COM. DE EMBALAGENS LTDA.

www.vcibrasil.com.br

WAGNER INDUSTRIAL

www.wagner-group.com

W&S SAURA LTDA.

www.wsequipamentos.com.br

ZERUST PREVENÇÃO DE CORROSÃO LTDA.

www.zerust.com.br

ZINCOLIGAS IND. E COM. LTDA.

www.zincoligas.com.br

ZIRTEC IND. E COM. LTDA.

www.zirtec.com.br

Linha completa de equipamentos de pintura e inspeção.

Preparação



Pintura



Inspeção



Centro de Treinamento



- Auditório
- Show Room
- Oficina de Manutenção
- Cabine de Pintura