

# Corrosão & Proteção

**ABRACO**  
Associação Brasileira de Corrosão

Ciência e Tecnologia em Corrosão

Ano 4 - Nº 14  
Mar/Abr 2007



**APORTE**  
EDITORIAL

ENTREVISTA

*Eduardo Cavalcanti,  
do INT, comenta sobre  
os biocombustíveis*

ESPECIAL

## INIBIDORES DE CORROSÃO

# Corrolux®

## Processo para atender as mais altas exigências da indústria automobilística

Cr(VI)-free



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

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

### Características e Benefícios

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

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

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

Atotech do Brasil Galvanotécnica Ltda.

•Rua Maria Patrícia da Silva, 205

•Jardim Isabela

•06787-480 – Taboão da Serra – SP

•Fone: 0 XX 11 4138 9900

•Fax: 0 XX 11 4138 9909

•SEA: 0800 55 91 91

•E-mail: [atotech@atotech.com.br](mailto:atotech@atotech.com.br)

[www.atotech.com.br](http://www.atotech.com.br)



**ATOTECH**



fotos da capa e montagem: Intacta Design



6

**Entrevista**

*O Desafio dos Biocombustíveis*

*Eduardo Cavalcanti*

8

**Matéria de Capa**

*Inibidores de Corrosão: confiabilidade e redução de custos*

14

**ABRACO Informa**

17

**Notícias do Mercado**

18

**Artigo Instituição**

26

**Atualização Transportes**

33

**Meio Ambiente**

34

**Opinião**

*É preciso parar de ensinar para voltar a aprender*

*Orlando Pavani Júnior*

**Artigos Técnicos**

22

*Fosfatização de Metais Ferrosos – Parte 6 - Mecanismos de Fosfatização*

*por Zehbour Panossian e*

*Célia A. L. dos Santos*

28

*Conceitos sobre Pintura*

*por Eletrodeposição*

*por Nilo Martire Neto*

30

*Ensaio Acelerado de Corrosão*

*Atmosférica – Parte 2*

*por Carlos Alberto Maciel*



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

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

**Diretoria**

*Presidente*

Eng. Pedro Paulo Barbosa Leite - PETROBRAS/NORTEC

*Vice-presidente*

Eng. Laerce de Paula Nunes - IEC

*Diretor Financeiro*

M.Sc. Gutemberg de Souza Pimenta - PETROBRAS /CENPES

**Diretoria Técnica**

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

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

**Comunicação e Marketing**

George Vasconcelos

**Conselho Editorial**

Eng. Aldo Cordeiro Dutra - INMETRO  
Dra. Denise Souza de Freitas - INT  
Eng. Jorge Fernando Pereira Coelho  
M.Sc. Gutemberg Pimenta - PETROBRAS - CENPES  
Eng. Laerce de Paula Nunes - IEC  
Dr. Luiz Roberto Martins Miranda - COPPE  
Dra. Zehbour Panossian - IPT

**Conselho Científico**

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

**Redação e Publicidade**

Aporte Editorial Ltda.  
Rua Emboaçava, 93  
São Paulo - SP - 03124-010  
Fone/Fax: (11) 6128-0900  
aporte.editorial@uol.com.br



**Diretores**

João Conte - Denise B. Ribeiro Conte

**Editor**

Alberto Sarmiento Paz - Vogal Comunicações  
redacao@vogalcom.com.br

**Repórteres**

Henrique A. Dias e Carlos Sbarai

**Projeto Gráfico/Edição**

Intacta Design - info@intactadesign.com

**Fotografia**

Gilberto Rios e Intacta Design

**Gráfica**

Van Moorsel Gráfica e Editora

*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.*

## Na mira do *desenvolvimentismo ecológico*

**U**M CULTIVO QUE CONHECEMOS HÁ MAIS DE QUATRO SÉCULOS – E QUE JÁ FOI O ALICERCE único da economia nacional – pode ser decisivo para que o Brasil, finalmente, possa pleitear com alguma consistência um assento entre os países desenvolvidos. A cana-de-açúcar, mola-propulsora de toda uma indústria de biocombustíveis, está em alta. E não apenas como *commodity* internacional. Ela é o evidente ponto de partida para a implantação, em escala global, do tão sonhado mercado de combustível renovável.

Não à toa o presidente da maior potência do planeta – e de longe o maior consumidor de petróleo – reuniu-se duas vezes em menos de um mês com o presidente do Brasil. A união de Brasil e Estados Unidos, que respondem por mais de 70% da produção mundial de etanol, é uma indicação clara de que o tempo de dependência total dessa fonte energética fóssil está se revertendo.

*As oportunidades com esse novo mercado são enormes, mas os desafios também são grandiosos*

Na esteira dessa expectativa positiva surgem informações de novos investimentos aos montes. Estima-se a construção de centenas de usinas, pesquisas para o uso e distribuição de biocombustíveis feitos a partir de outros grãos oleosos e gorduras, intensificação da pesquisa para o aproveitamento total da cana, etc. Mas, não devemos nos enganar, temos um longo caminho pela frente tanto do ponto de vista da produção, quanto do ponto de vista social.

Focando exclusivamente na produção, o setor de corrosão e proteção encontra o desafio (e a oportunidade) de investir para atender essa nova demanda que será cada vez maior. O álcool combustível e o biodiesel vão requerer trabalhos específicos para ampliar a segurança e a economia de toda a cadeia produtiva, desde a primeira moagem da cana até o uso efetivo do biocombustível no automóvel, ou em outra aplicação. Nesse caso, os novos mercados vão merecer atenção especial, pois esse biocombustível terá que ser transportado e armazenado. De qualquer modo, é de se prever um bom momento para o setor no Brasil.

**Parceria** – A Aporte Editorial e a ABRACO comemoram um ano de efetiva e estreita parceria, que possibilita a edição da Revista Corrosão & Proteção. Foi um período bastante produtivo e que consolidou a feliz iniciativa de retomada da revista de caráter técnico-informativo. Os desafios foram – e são – grandes, porém a determinação de superá-los não tem limites.

O apoio que temos recebido por parte dos anunciantes tem nos proporcionado condições de apresentar ao mercado um veículo com conteúdo editorial consistente e apresentação gráfica atraente. São estes elementos básicos que, em contrapartida, permitem retribuir ao anunciante altos índices de leitura por parte da comunidade técnico-empresarial do setor.

Felizmente, contamos com a competência dos nossos colaboradores que a cada edição aprimoram os seus trabalhos e desdobram-se em apresentar aos leitores seus estudos, experiências e principais avanços tecnológicos. Afinal, compartilhar conhecimento é aprimorar sabedoria.

*Os Editores*



Eduardo Cavalcanti

## O Desafio dos Biocombustíveis

*O irreversível interesse comercial na produção de biocombustíveis vai ter um impacto importante no setor de corrosão e proteção. O pesquisador do INT Eduardo Cavalcanti avalia os desafios e oportunidades dessa nova ordem energética mundial*

Por Alberto Sarmiento Paz

**E**NGENHEIRO METALÚRGICO e de Materiais, formado pela PUC-RIO, mestre e doutor em corrosão pela Universidade de Manchester (Inglaterra) e pesquisador do Instituto Nacional de Tecnologia (INT) desde 1984, *Eduardo Cavalcanti* é um dos pioneiros na pesquisa sobre biocombustíveis, tendo inclusive ocupado o cargo de subsecretário de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação do Governo do Rio de Janeiro, entre 2003 e 2006, onde gerenciou o Programa Estadual de Biodiesel.

De volta ao INT tem como principal desafio estruturar e coordenar a Rede de Estudos e Pesquisas sobre Armazenamento de Biodiesel do MCT, no âmbito do Programa Nacional de Biodiesel, que envolve além do INT mais doze instituições de pesquisa no país. Passam também por suas novas atividades gerenciar o Comitê Brasileiro de Normalização em Corrosão – ABNT/CB 43, coordenar as atividades da Rede de Laboratórios de Ensaio e de Calibração do Estado do Rio de Janeiro (Rede Rio Metrologia), além de trabalhar para a ampliação das atividades da Diretoria de Normalização da ABRACO e implantação do Setor de Biocombustíveis na Divisão de Corrosão do INT. “São desafios instigantes, e não são só meus. Afinal, a questão dos biocombustíveis se im-

põem para toda a sociedade brasileira”, observa Cavalcanti, que atendeu a reportagem da **Revista Corrosão & Proteção** para detalhar alguns pontos desse novo ciclo econômico que vai impactar em todas as áreas do país.

### Como será sua atuação no instituto nesse retorno às pesquisas no INT?

*Minha atuação estará centrada na retomada das atividades direcionadas para o nicho dos biocombustíveis. Trata-se de área temática em que o INT foi pioneiro na década de oitenta, com as pesquisas para álcool combustível. O recrudescimento do setor alcooleiro e a implantação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel trazem consigo uma enorme demanda por estudos, projetos e consultorias sobre estabilidade (térmica, oxidativa e hidrolítica), corrosão, degradação, compatibilidade e reatividade de biodiesel e misturas com materiais e componentes, bem como o efeito de contaminantes abióticos e microbianos no estabelecimento de processos de corrosão e degradação. No tocante a projetos estarei conduzindo projetos com recursos MCT, FINEP e FAPERJ recentemente liberados.*

### Como o senhor avalia o cenário atual para os biocombustíveis, levando em conta sua experiência nos anos de 1980,

### quando o INT liderou um programa de pesquisas para minimizar perdas pela corrosão nos setores de produção e usuários do álcool combustível?

*Avalio com muito otimismo. O desenvolvimento alcançado no campo do álcool combustível a partir da fermentação da cana nos dá a liderança em termos de produtividade. Temos muito que avançar no campo dos biocombustíveis de segunda geração, envolvendo processos de hidrólise enzimática e de utilização de biomassa celulósica. O Brasil também domina o campo da compatibilidade de materiais e componentes, sejam revestidos ou não, e do controle dos processos corrosivos tanto na fase de produção quanto na de utilização do álcool combustível. Já no biodiesel é diferente. Trata-se de produto biodegradável, higroscópico, com grande afinidade pelo oxigênio, que dependendo da matéria prima, pode apresentar elevada tendência à oxidação. Nesse caso, a curva de aprendizado nacional ainda se encontra nos seus primeiros estágios, mas há um grande esforço de avançar nesse campo. Não podemos, entretanto, colocar sob ameaça a credibilidade do produto. Recordo-me quando do início do programa de biodiesel alemão o produto começou a ser distribuído e não houve muita preocupação com a questão da qualidade, o que implicou em uma série de problemas de corrosão, degradação*

e entupimentos, notadamente nos sistemas de injeção eletrônica. As soluções vieram com a criação de uma organização de controle da qualidade, a AGQM. No caso brasileiro, a ANP faz parte do processo desde a primeira hora e tem sido incansável na luta pela garantia da qualidade do biodiesel.

### **Quais serão as novas oportunidades de P&D no campo da corrosão com o aumento do interesse pelos biocombustíveis?**

Existem várias vertentes, mas acredito que a primeira relativa ao meio corrosivo diz respeito ao controle de qualidade envolvendo todas as etapas da cadeia, da produção à distribuição do álcool combustível, notadamente em novos mercados. Novas incidências de processos corrosivos têm sido reportadas nos EUA e Japão, como a corrosão sob tensão em tanques e componentes de aço inox e ataques às ligas de alumínio. O caso do biodiesel diferencia-se por ser um produto novo, que pode ser fabricado por diferentes rotas e a partir de diferentes matérias-primas. Por exemplo: o biodiesel tende a perder as suas características essenciais em função do tempo de estocagem – alterações por oxidação que resultam, entre outras, na elevação da sua acidez. Nesse contexto três grandes campos de P&D se descortinam: correlação entre a decomposição do biodiesel e a incidência de processos corrosivos; fenômenos de interface metal/biocombustíveis e, finalmente, pesquisas sobre a compatibilidade de materiais metálicos ou não com os biocombustíveis (veja mais na página 12)

### **Quais os principais aspectos relacionados à corrosão e degradação dos biocombustíveis no projeto RioBiodiesel?**

O Programa Estadual de Biodiesel constitui-se de cinco módulos de atividades, com destaque para os de políticas públicas e de ciência e tecnologia. Conseguimos alavancar

com recursos da FINEP e da FAPERJ dezesseis projetos para doze grupos de pesquisa do Estado do Rio de Janeiro. No tocante à corrosão e degradação estamos avaliando no LACOR/INT a estabilidade à oxidação, a tendência à biocorrosão e a corrosividade do biodiesel. Os primeiros resultados relativos à estabilidade, à oxidação e a tendência



“ **O controle de qualidade na produção, armazenamento e distribuição de biocombustíveis será uma grande oportunidade para novas pesquisas** ”

à biocorrosão do biodiesel de soja foram apresentados no I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel de 2006. O paper completo encontra-se disponível no site do Programa Nacional de Biodiesel: [www.mct.gov.br](http://www.mct.gov.br)

### **O Brasil tem tecnologia segura e de alta eficiência para armazenar e transportar álcool e biodiesel?**

Com relação ao álcool, sim. Já no tocante ao biodiesel temos que atentar para a importância da manutenção da qualidade do produto do Oiapoque ao Chui. No momento cerca de 15 técnicos estão iniciando os seus trabalhos sob a liderança da ABNT e da ANP em um projeto de norma sobre Armazenamento e Distribuição de Biodiesel, o que demonstra a importância que o tema está merecendo. A predominância dos biodieseis hoje produzidos advém da soja, que contém aditivo antioxidante, e do dendê, que por ter em sua composição antioxidantes naturais não sofre de grandes problemas. À medida que ampliamos a base de matérias-primas, utilizando-se novos óleos e gorduras, serão necessários novos estudos para a preservação da qualidade que também é muito susceptível à contaminação por água e microrganismos, notadamente quando mistura-

do ao diesel. Quanto ao controle da corrosão nas usinas de produção este assunto é inteiramente dominado nas dez usinas de biodiesel hoje em operação no país eu não vejo maiores problemas, ao contrário do que aconteceu nos primórdios do Programa Nacional do Alcool, em que perdas consideráveis foram observadas.

### **Como devem ficar os mercados de energia e de alimentos com a evolução contínua do uso de biocombustíveis?**

Quanto ao mercado da energia vejo como um impacto positivo uma vez que eleva a nossa cota de utilização de recursos renováveis na matriz energética brasileira, o que é bom para todos. Sobre o de alimentos, considero a tão propalada competição entre a produção de cana e de grãos para a geração de energia e o seu destino para alimentação, como um pseudo-conflito. Apenas cerca de 4% das nossas terras agriculturáveis são utilizadas para o cultivo de biomassa energética. Ainda temos muito que expandir a nossa frente agrícola. É óbvio que este processo tem que se dar de forma equilibrada e sob o estreito acompanhamento e a fiscalização governamental sem excessos em termos de monocultura que traz graves implicações ambientais. •



# Inibidores de Corrosão: confiabilidade e redução de custos

*Os inibidores podem reduzir em até 95% a velocidade das reações de corrosão, sendo fundamental para a maior vida útil dos dutos*

**O**S INIBIDORES DE corrosão são substâncias ou misturas de substâncias que em condições adequadas, no meio corrosivo, reduzem ou eliminam os processos de corrosão. Podem ser classicamente tipificados quanto à sua composição (orgânicos ou inorgânicos) e quanto ao seu comportamento (oxidantes, não-oxidantes, anódicos, catódicos ou de adsorção/filmicos). O tipo do inibidor a ser utilizado num processo industrial vai depender dos resultados esperados: inibir, retardar ou eliminar o agente corrosivo do meio; sendo que o seu principal objetivo é criar uma barreira de proteção entre o substrato metálico e o eletrólito. Os materiais básicos usados como princípios ativos na formulação desses inibidores são: ácidos graxos, ácidos naftênicos, aminas orgânicas, cromatos, polifosfatos, nitritos, sulfitos, sais de zinco e de estanho.

Para as aplicações em petróleo e seus derivados os inibidores de adsorção (orgânicos) são os mais comumente empregados, embora existam também alguns inibidores que atuam modificando a rede cristalina do produto de corrosão. “Essas substâncias

polarizam as seções das superfícies metálicas em desequilíbrio elétrico (zonas anódicas) e neutralizam o caráter ácido/corrosivo do fluido”, explica o engenheiro químico sênior e consultor técnico da Unidade de Negócios da Bahia da PETROBRAS, João Archanjo de Oliveira Filho. No que diz respeito à prevenção da corrosão em caldeiras e água de refrigeração, o mais apropriado é o uso de inibidores inorgânicos e seqüestradores de oxigênio (compostos que reagem com o oxigênio promovendo a desoxigenação do meio). “A presença de oxigênio cria áreas anódicas nos substratos, o que leva ao aumento dos processos corrosivos localizados, por isso é importante a utilização dos seqüestradores de oxigênio”, complementa Archanjo.

Quanto ao álcool, atualmente, no Brasil, não são utilizados inibidores de corrosão para o seu escoamento. “Pesquisas estão em andamento em face à crescente demanda projetada para os próximos anos. Já estão sendo viabilizados corredores exclusivos para o escoamento de álcool, com o objetivo de atender principalmente o mercado externo”, afirma o engenheiro da TRANSPETRO Carlos Alexandre Martins, um dos responsáveis pela implementação do sistema de gerenciamento da corrosão interna da malha dutoviária da empresa.

Os inibidores de corrosão são fundamentais em vários segmentos industriais, dos quais podemos destacar: o setor de autopeças (garantindo a preservação das partes externas de seus componentes), a aviação (na proteção das aeronaves), a construção civil (prevenindo o ataque de cloretos nas estruturas de aço), os minerodutos (no transporte de minério e carvão) e, sobretudo, a indústria de petróleo e gás. “Em função do escoamento de produtos corrosivos por dutos, faz-se necessária a aplicação dos inibidores para que sejam utilizados materiais metálicos de custo mais baixo na construção de equipamentos”, salienta Martins.

Para que o uso dessas substâncias seja favorecido, é importante manter as taxas de corrosão abaixo do limite desejado, evitando assim o vazamento de produtos para o meio ambiente e a perda de produção. Além disso, o ambiente deve estar limpo e isento de impurezas ou incrustações que possam interferir no contato entre o inibidor e a parte a ser protegida. “Também devem ser levados em conta, para o bom desempenho dos inibidores, fatores como: pH, peso molecular, temperatura, pressão, velocidade do fluido, entre outros. A seleção da dosagem necessária para inibir o processo corrosivo e as condições de armazenamento do produto devem ter uma atenção especial por parte das empresas”, enfatiza o consultor do segmento de petróleo e professor de Química Industrial Robson Lewis, que atuou durante 30 anos no Sistema PETROBRAS.

Segundo a responsável pelo Laboratório de Corrosão de Proteção do Centro de Integridade de Estruturas e Equipamentos do Instituto



*João Archanjo de  
Oliveira Filho*



*Carlos Alexandre  
Martins*

*Preparação dos corpos de prova para o banho de caracterização de ferrugem (Nace) no IPT*



Zebbour Panossian

de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, Zebbour Panossian, houve uma evolução quanto aos resultados observados pelos inibidores. “Durante a passagem do fluido, os inibidores – que são adicionados ao produto a ser transportado na origem – se adsorvem nas paredes internas do duto, constituindo em uma barreira que dificulta a ocorrência da corrosão”, observa Zebbour. “O ganho maior é mesmo a maior confiabilidade do sistema e maior vida útil dos dutos”, completa.

As vantagens citadas por Zebbour levam a uma latente redução dos custos por parte das empresas. Uma aplicação bem gerenciada é capaz de aumentar a vida útil de um duto de transporte, por exemplo, em até cinco vezes. “Essas substâncias redu-

zem em cerca de 95% a velocidade das reações de corrosão. Em uma condição de agressividade corrosiva podemos perder equipamentos de produção de petróleo com nove milímetros de espessura em até três meses. Com a utilização adequada dos inibidores, a vida útil desses equipamentos aumenta em até 10 anos”, explica João Archanjo, vencedor do prêmio Inventor PETROBRAS em 2005 e 2006.

A fim de incrementar ainda mais a eficácia dos inibidores de corrosão, novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas em todo o país, com destaque para as substâncias de baixo impacto ambiental. “Atualmente, os chamados inibidores verdes, à base de enzimas biodegradáveis, estão sendo apresentados, com cada vez mais frequência, nos diversos seminários técnicos do setor, visto que a preocupação com o meio ambiente é constante e crescente”, afirma Carlos Alexandre Martins, que há quatro anos atua no controle de integridade de dutos da TRANSPETRO.

### Fornecedores

A *Revista Corrosão & Proteção* contactou empresas que atuam na produção e prestação de serviços de inibidores de corrosão, para que elas possam apresentar ao mercado nacional o que existe disponível e quais as inovações. A Kurita, em parceria com a empresa norte-americana Baker Petrolite, por exemplo, disponibiliza vários produtos inibidores de corrosão para dutos de transporte de derivados de petróleo, e agora também disponibiliza inibidores de corrosão específicos para álcool (etanol). “A corrosão interna em sistemas de distribuição de derivados de petróleo é um problema reconhecido mundialmente há

**PROTEÇÃO À CORROSÃO E ABRASÃO COM NÍQUEL DUROQUÍMICO**

**Através do tratamento e revestimento de superfícies**

Deposita-se sobre qualquer metal ferroso ou não-ferroso, inclusive metais tratados termicamente e nitrados

Tolerância da camada milesimal, não necessitando de usinagem ou retificação posterior

Aderência à camada superior e boa ductibilidade

Camada isenta de porosidade, protegendo por isolamento

Penetração total, mantendo a homogeneidade da camada em qualquer forma geométrica

Acabamento uniforme, mantendo a rugosidade da base

Autolubrificidade em consequência de sua composição com fósforo ou com teflon

Alta dureza superficial podendo, atingir até 69 HRC

**CONSULTE-NOS SOBRE METALIZAÇÃO E PINTURA PTFE**

R. Bogaert, 207 - 04298-020  
Ipiranga - São Paulo - SP  
Home Page: [www.superfinishing.com.br](http://www.superfinishing.com.br)  
E-mail: [superfinishing@uol.com.br](mailto:superfinishing@uol.com.br)  
Tel.: (11) 6969-6972 - Fax: (11) 6947-5871



## PROTEÇÃO CATÓDICA

SERVIÇOS DE LEVANTAMENTO DE CAMPO, PROJETO, FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS, MONTAGEM, PRÉ-OPERAÇÃO, INSPEÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO CATÓDICA PARA:

- Adutoras
- Fundações de Torres de Transmissão Elétrica
- Gasodutos
- Mineradoras
- Navios e Embarcações
- Oleodutos
- Piers de Atracação
- Plantas Industriais
- Plataformas de Petróleo
- Tanques de Armazenamento
- Terminais de Petróleo e Gás
- Usinas Nucleares
- Usinas Termoelétricas
- Outras Estruturas Metálicas Enterradas ou Submersas

Aporte

**IEC - INSTALAÇÕES E ENGENHARIA DE CORROSÃO LTDA.**  
Av. Pres. Vargas, 633 - 20º andar - Rio de Janeiro - RJ - CEP 20078-900  
Tel.: (21) 2159-9264 - Fax: (21) 2159-9292  
[iec@iecengenharia.com.br](mailto:iec@iecengenharia.com.br) - [www.iecengenharia.com.br](http://www.iecengenharia.com.br)



### *Banho de caracterização de ferrugem (Nace)*

mais de 50 anos”, lembra o responsável da área de tecnologia e qualidade da empresa, Antonio R. P. Carvalho.

Para ele, além de problemas relacionados com a integridade dos dutos (necessidade de paradas, altos custos de manutenção, entre outros), a contaminação dos derivados transportados com produtos de corrosão pode alterar as características de especificação destes derivados, com prejuízos evidentes. “Um dos métodos mais efetivos de controlar a corrosão interna em dutos de derivados de petróleo é pelo uso de inibidores de corrosão”, comenta o responsável da área de tecnologia e qualidade da empresa.

Carvalho informa que a Kurita/Baker possui vários tipos de inibidores de corrosão, incluindo produtos aprovados para adição em combustíveis de uso militar (normas MIL-I-25017, que especifica os aditivos aprovados pelas forças armadas norte-americanas, e DEFENCE Standard 91-91, que lista os produtos qualificados de acordo com os requerimentos da NATO).

A GE - Water & Process Technologies, uma unidade da General Electric Company, é uma empresa global no fornecimento de soluções para sistemas de água, efluentes e processos. “Solucionamos alguns dos desafios mais críticos de água, fornecendo água industrial e potável, enquanto diminui a dependência de fontes de água fresca”, conta a coordenadora de marketing da empresa, Vera Di Tommaso. Para conseguir isso, as tecnologias incluem dessalinização, membranas avançadas, soluções para separação e reuso da água e gerenciamento de efluentes e tecnologias para processos.

A GE Water & Process Technologies apresenta no Brasil sua nova plataforma global de produtos e serviços, que incorpora as capacidades herdadas de BetzDearborn, Osmonics, Glegg, Ionics, Ecolochem e agora Zenon, em uma única fonte para oferecer soluções globais relacionadas com sistemas de água pura e processos, além de serviços de tratamento de água para qualquer setor da indústria.

A Nalco Brasil é outro exemplo de empresa que fornece produtos, serviços e equipamentos para tratamento de água industrial, processos e efluentes. São mais de 150 tipos diferentes de produtos para diversas aplicações, objetivando sempre melhorar a performance dos processos produtivos onde são aplicados, segundo informa Gerente de Desenvolvimento Industrial, Paulo Santiago. “Desde a captação de água, pas-



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

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



Aporte



foto: GE

*Equipamento de osmose reversa da GE*



**ITALTECNO**  
DO BRASIL LTDA.

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



*Instalações do laboratório de teste da Nalco*

sando por todas as etapas de pré-tratamento (clarificação, filtração, abrandamento, osmose reversa, desmineralização), pelos principais usuários (torres de resfriamento, sistemas de resfriamento fechado, caldeiras de baixa, média e alta pressão) até chegar no tratamento de efluente, seja físico-químico ou biológico”, explica. Segundo Paulo Santiago, a Nalco também possui tecnologia para beneficiar processos químicos e petroquímicos, de produção de papel e celulose, siderúrgicos. “Especificamente na linha de inibidores de corrosão para sistemas

de resfriamento temos uma imensa gama de ativos: fosfato, zinco, molibdato, nitrito, fosfonato PBTC, silicatos, azóis”, revela Paulo Santiago. “Os investimentos anuais de mais de 70 milhões de dólares da Nalco nos permitiram trazer para o mercado uma nova formulação em 2004, o chamado PSO (oligômero do ácido fosfino succínico) que desempenha ao mesmo tempo a função de inibidor catódico e dispersante para carbonato de cálcio”.

Paulo Santiago informa também que o uso destes inibidores acompanhados da tecnologia TRASAR permite um monitoramento contínuo, *on-line*, em tempo real, assegurando a dosagem correta de forma a inibir processos corrosivos e incrustantes, ao mesmo tempo que evita o seu desperdício. “Na linha de equipamentos temos medidores de corrosão *on-line* tanto para água de resfriamento como para condensados permitindo a detecção mais imediata de ocorrência de problemas e a observação de tendências que nos permite a adoção de ações pró-ativas na proteção dos equipamentos envolvidos”, comenta o gerente de desenvolvimento industrial da Nalco.

Paulo Santiago esclarece que este equipamento faz parte da nossa tecnologia mais recente, o 3D Trasar, lançado também em 2004 nos EUA e na América Latina, que almeja o monitoramento e gerenciamento *on-line* dos três principais itens de controle em um sistema de resfriamento: corrosão, incrustação e microbiologia. “Trata-se de tecnologia inovadora e que, com apenas dois anos do lançamento, já conta com mais de 3000 implementações em unidades industriais no mundo”, revela. •

## PINTURA TÉCNICA INDUSTRIAL

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

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

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

### PROMAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.

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

**Iromar**  
tratamento anticorrosivo  
www.promarpintura.com.br

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

### NOVAS FRENTES DE P&D NA ÁREA DE BIOCOMBUSTÍVEIS

Segundo Eduardo Cavalcanti, pesquisador do Instituto Nacional de Tecnologia – INT, existem três principais vertentes em P&D com o aumento do mercado de biocombustível. A primeira recai sobre novos estudos envolvendo correlações entre a cinética de decomposição do biodiesel e misturas e a incidência de processos corrosivos abióticos, formação de gomas e depósitos e de processos de biocorrosão e biodegradação. “Isso porque vai impactar a questão da necessidade de desenvolvimento de aditivos e inibidores multifuncionais e geração de conhecimento de novas tecnologias de prevenção e controle ao longo das etapas de armazenamento e distribuição, num país de dimensões continentais e clima diferenciado”, observa Cavalcanti.

A segunda vertente diz respeito à interface metal/biocombustíveis, envolvendo novos revestimentos sejam orgânicos ou inorgânicos. E, finalmente, o especialista destaca o conjunto de pesquisas com foco em materiais metálicos ou não-metálicos, como, os elastômeros, envolvendo estudos de compatibilidade de materiais e produtos com o biodiesel e misturas, inclusive de novas misturas ternárias com álcool anidro. “Procurando preencher esta lacuna, o INT está iniciando a criação de rede de estudos e pesquisas, com recursos da FINEP, intitulada: REDEARMAZBIODI. Até o momento treze instituições de pesquisa integram este projeto”, conta Cavalcante.

Empresas interessadas em participar da REDEARMAZBIODI poderão entrar em contato enviando mensagem para o endereço eletrônico: [eduardoh@int.gov.br](mailto:eduardoh@int.gov.br).

# Seja um *sócio ABRACO* e faça parte do desenvolvimento tecnológico do setor

## ALGUNS DOS BENEFÍCIOS RESERVADOS AOS NOSSOS ASSOCIADOS:

- ✓ Descontos em cursos e eventos promovidos pela ABRACO
- ✓ Descontos na aquisição de publicações da ABRACO, livros técnicos e trabalhos da área
- ✓ Pesquisa gratuita em nossa biblioteca
- ✓ Recebimento da revista Corrosão & Proteção
- ✓ Link da home page da empresa com o nosso site (sócio empresa)
- ✓ Inserção da empresa e de seu perfil em nossa home page (sócio empresa)

## CATEGORIAS

- *Sócio Empresa:*  
*Patrocinador e Coletivo*
- *Sócio Individual*
- *Sócio Aspirante*

## BIBLIOTECA

Para auxiliar a comunidade técnico-empresarial, servindo como fonte de pesquisa, recuperação e disseminação da informação, a ABRACO possui uma Biblioteca especializada em corrosão, proteção anticorrosiva e assuntos afins. Seu acervo é composto por livros, periódicos, normas técnicas, trabalhos técnicos, anais de eventos e fotografias.

Os serviços prestados pela Biblioteca incluem pesquisa bibliográfica, consulta local, repasse de trabalhos técnicos e publicações (livros técnicos e anais da ABRACO).



CONFIRA EM NOSSO SITE O CONTEÚDO TÉCNICO

## CURSOS

- *Pintura industrial*
- *Corrosão*
- *Inspeção e monitoramento da corrosão*
- *Proteção catódica*
- *Revestimentos anticorrosivos*



CD do **LATINCORR 2006**, o maior evento de corrosão da América Latina. Atualize-se com o acesso aos 304 trabalhos técnicos, 11 conferências plenárias e 10 palestras técnico-comerciais apresentadas no evento.

## PRÓXIMO EVENTO

- ✓ **9º COTEQ - Conferência Internacional sobre Tecnologia de Equipamentos**  
de 12 a 15 de junho de 2007 - Salvador - BA  
*Informações adicionais:* [www.abende.org.br/coteq.html](http://www.abende.org.br/coteq.html)

Realização:



**ABRACO**  
Associação Brasileira de Corrosão

Mais informações poderão ser obtidas através do nosso site: [www.abraco.org.br](http://www.abraco.org.br), pelo e-mail [abraco@abraco.org.br](mailto:abraco@abraco.org.br) ou pelo tel.: (21) 2516-1962

## Seminário reúne especialistas de todos os segmentos da pintura de manutenção industrial

fotos: Gilberto Rios



*Pedro Paulo  
Barbosa Leite*



*Olga Baptista  
Ferraz*



*Simone Maciel*

A ABRACO - Associação Brasileira de Corrosão e o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo organizaram, em 28 e 29 de março, o seminário de Pintura de Manutenção Industrial. Foram dois dias em que especialistas do segmento de pintura de manutenção industrial tiveram a oportunidade de discutir as tendências atuais do mercado, as novas tecnologias de produtos, de aplicação para prevenção da corrosão em estruturas, equipamentos e plantas de processo.

“O evento serviu para mostrar que esse segmento está realmente interessado na certificação profissional das pessoas que atuam na área de pintura de manutenção, fundamental para a melhor qualificação da prestação desse serviço industrial. Esse é um mercado que deve ter normas técnicas e a ABRACO quer propiciar essa certificação aos profissionais do setor”, comenta o presidente da entidade, Pedro Paulo Barbosa Leite.

Segundo o presidente da ABRACO, capacitar profissionais que possuam experiência como pintor industrial e encarregado de pintura industrial nos conhecimentos teóricos necessários à sua qualificação profissional, é uma das tarefas primordiais de sua gestão à frente da entidade. “Esse é um desafio da ABRACO e estou concentrado em conquistá-lo”, explica Leite.

O presidente da ABRACO disse ainda, durante a realização do evento, que pretende criar escritórios regionais da entidade. “Já estamos em processo avançado de negociações e esperamos com a criação dos escritórios regionais da

ABRACO atender um número cada vez maior de profissionais que buscam ampliar seus conhecimentos”, conclui Pedro Paulo Barbosa Leite.

O engenheiro e gerente de treinamento técnico da Sherwin-Williams do Brasil, Celso Gnecco, que participou do seminário, avalia que a ABRACO e o IPT conseguiram reunir as maiores autoridades do setor de pintura de manutenção industrial. “Eu posso dizer que os trabalhos apresentados durante os dois dias de seminário foram de altíssimo nível”, comenta Gnecco.

Outro participante do evento que compartilha da mesma opinião de Celso Gnecco, é o engenheiro químico e pesquisador do CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, Fernando de Loureiro Fragata. “Também achei que o seminário reuniu especialistas do mais alto escalão do segmento de pintura de manutenção industrial, sem contar a qualidade dos assuntos que foram abordados durante o evento”, relata Fragata.

A doutora Olga Baptista Ferraz, do INT – Instituto Nacional de Tecnologia, marcou presença no seminário e elogiou muito a qualificação dos palestrantes assim como dos assuntos que foram discutidos durante os dois dias do seminário. “Eu gosto muito desse tipo de seminário. Acho que os profissionais participantes e os palestrantes foram do mais alto nível”, conclui Olga.

O seminário aconteceu nas dependências do IPT e reuniu cerca de 100 profissionais de empresas ligadas às atividades de prevenção, fabricação, aplicação e pesquisa, centros e institutos de pesquisa, gerentes, supervisores e pessoas ligadas ao segmento. A coordenadora de eventos da ABRACO, Simone Maciel, finaliza com um agradecimento especial aos patrocinadores do evento. “São parceiros que têm contribuído com o desenvolvimento do setor”. O evento teve como patrocinadores as empresas: Blasting, IEC, Tintas Jumbo, International Paint, Lemasa e Renner.



*Da esq. para à dir.: Fernando L. Fragata, Celso Gnecco, Joaquim P. Quintela, Pedro Paulo Barbosa Leite*

## Henkel visita ABRACO

A ABRACO teve a satisfação de receber representantes do Grupo Henkel, o mais novo associado da entidade, para uma visita às instalações da Associação, apresentação da divisão atuante na área anticorrosiva e seus interesses na área.

A Associação Brasileira de Corrosão dá as boas-vindas ao Grupo Henkel e deseja que os

frutos desse mais novo apoio sejam refletidos diretamente na comunidade técnica.

O Grupo Henkel opera em três áreas estratégicas de negócios: Higiene Doméstica, Cuidados Pessoais e Adesivos, Selantes e Tratamento de Superfícies. Presente em cerca de 125 países, a Henkel fechou 2006 com um faturamento de 12 bilhões de euros.



*Fábrica da Henkel, localizada em Itapevi, região da Grande São Paulo*

### Revestimentos Especiais:

Estruturas Off-Shore

Tanques de Petróleo

Tanques de Lastro em Navios

Tubulações de Gás

Reservatórios de Água

Indústrias de Papel e Celulose

Indústria Petroquímica

A excelência é uma conquista

# ISO 9001:2000

Especializada em **Proteção Anticorrosiva**, a Rust Engenharia recebe certificação ISO9001:2000 e reforça seu compromisso permanente com o resultado de seus clientes. Profissionalismo, tecnologia e serviços de qualidade. Essas são as marcas da Rust Engenharia.

EMPRESA CERTIFICADA



ISO 9001  
2000



Matriz SP:  
(11) 4075-2111

Filial Nordeste:  
(71) 3621-2511

Filial Sul:  
(47) 3472-2331

rust@rust.com.br - www.rust.com.br

## Convênio de Cooperação Tecnológica ABRACO - IPT

Dando continuidade aos objetivos firmados no Convênio de Cooperação Tecnológica, a ABRACO e o IPT trazem para São Paulo o curso para Qualificação de Inspetor de Pintura Industrial NI, a ser realizado de 16 a 21 de abril, no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. Mais uma oportunidade para os profissionais que desejam atuar na área e se qualificarem junto ao SEQUI/ PETROBRAS, além de ser mais um auxílio para o mercado que precisa de profissionais capacitados. A procura superou as expectativas e as vagas foram preenchidas já no final de março.

- *Mais informações sobre cursos e eventos para 2007 em [www.abraco.org.br](http://www.abraco.org.br)*

*Entrada do IPT,  
na Cidade Universitária,  
em São Paulo*



INSTITUTO DE  
PESQUISAS TECNOLÓGICAS

# ENVIROPEEL

SISTEMA DE PROTEÇÃO TERMOPLÁSTICA



Durante o processo corrosivo, induzido pela técnica Salt Spray.



Não ocorreu nenhuma corrosão na peça jateada e protegida por Enviropeel após 3.000hrs em Salt Spray.

## PROTEÇÃO DEFINITIVA

DOS PROCESSOS CORROSIVOS PARA FLANGES, VÁLVULAS, MANCAIS, PEÇAS, ETC.

**TECNOFINK®**  
PARCEIRA EM MANUTENÇÃO

Rua Santa Lúcia, 40 - Olhos D'Água Norte  
Belo Horizonte - MG - CEP 30390-560

PABX: (31) 3288-1800

FAX: (31) 3288-1513

E-mail: [tecnofink@tecnofink.com](mailto:tecnofink@tecnofink.com)



[www.tecnofink.com](http://www.tecnofink.com)

## International Paint



No dia 14 de fevereiro a diretoria da ABRACO visitou a associada International Paint, empresa do grupo Akzo Nobel. Funcionários e diretores da Associação puderam conhecer os profissionais que atuam na divisão de proteção anticorrosiva e as modernas instalações da empresa, com destaque para o centro de treinamento, laboratório e a unidade industrial, que abastece todo o Mercosul.

A ABRACO parabeniza a Internacional Paint por toda qualidade apresentada e agradece a oportunidade de extrema importância no relacionamento Associação-Associado.

## Centralsuper. Na vanguarda do associativismo



Armazenamento de resíduos sólidos gerados pelas empresas de galvanoplastia

sando atender a todas as necessidades do setor, mantendo ainda, parceiros de comprovada eficiência, que desenvolvem serviços em áreas especializadas.

Hoje, quase 14 anos após sua fundação, o projeto encontra-se alicerçado em bases sólidas, e a Centralsuper oferece ao mercado de tratamento de superfícies serviços nas áreas de análises químicas (como caracterização de efluentes industriais e de resíduos sólidos), de potabilidade de água, de banhos galvânicos, entre outros. Na área de resíduos sólidos, sua política de gestão ambiental propiciou a implantação de uma unidade de destinação de resíduos galvânicos, atendendo empresas de todos os portes, onde os resíduos são processados e transformados em matérias primas, não gerando nenhum subproduto agressivo ao meio ambiente.

Desenvolve também seu papel social junto às empresas, com a implantação e gerenciamento do PCMSO – Programa de Controle de Medicina e Saúde Ocupacional e PPRAG – Programa de Preservação de Riscos Ambientais Galvânicos, ambos com caráter de prevenção, rastreamento e diagnóstico precoce dos agravos à saúde do trabalhador, além de prevenir e avaliar a ocorrência de riscos ambientais. Ainda, a Centralsuper dispõe de um departamento de serviço de despachante para obtenção e renovação de licenças de produtos controlados pelo Ministério do Exército, Polícia Federal, Polícia Científica e IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

Enfim, é um exemplo acabado da máxima: “que a soma do todo é maior que as partes que o compõe”. • *Mais informações: central@centralsuper.com*

## Revestimento líquido

A Brascon anuncia o Eneseal, um sistema de revestimento líquido elastomérico para aplicações sobre superfícies de metal, madeira, concreto ou galvanizadas.

A empresa informa que o uso reduz os gastos com manutenção, pois após a aplicação o líquido forma uma película protetora altamente durável, com enorme resistência à corrosão e aos raios UV.

• *Mais informações: comercial@brasconamericas.com*



# O MERCADO PEDE UM CONJUNTO DE SOLUÇÕES.

### PROCESSOS GALVÂNICOS

Pré-Tratamento, Desengraxe, Decapagem. Cobre, Cromo, Níquel e Zinco. Processos Diversos.



### FOSFATIZANTES

Fosfato de Ferro, Zinco e Tricátionico. Para Pintura, Oleamento e Deformação a Frio.



### TERMOPLÁSTICOS

Principais polímeros dos maiores produtores mundiais, com destaque para o ABS.



### PRODUTOS QUÍMICOS

Principais distribuições e revendas autorizadas. Produção própria com qualidade assegurada. Importação direta.



### METAIS NÃO FERROSOS

Ligas de Alumínio, Zamac, Anti-ligas e Granalhas de Cobre sob moderno controle do processo de produção.



### ÂNODOS NÃO FERROSOS

Ânodos de Cobre, Estanho e Zinco. Distribuição Autorizada de Níquel Eletrolítico em Vários Formatos.



## DISTRIBUIÇÕES

hypocal



FOSBRASIL  
RETRAPASSANTE TRATADOS

QGN

QUÍMICA GERAL DO NORDESTE S.A.  
carbonor<sup>3</sup>

umicore

Pps  
PROCESSOS PRODUTOS & SERVIÇOS S.A.

carbocloro

Votorantim | Metais

**Alphaga**  
GALVANO QUÍMICA



Matriz: (11) 4646-1500 - Fax: (11) 4646-1560  
Filial Caxias do Sul: Tel./Fax: (54) 3224-3033  
Filial Curitiba/Sta. Catarina: Tel./Fax: (41) 3376-0096  
www.alphagalvano.com.br

# Divisão de Corrosão e Degradação - *DCOR*

*Dotada de três laboratórios altamente especializados, LACOR, LAH<sub>2</sub>S e LABIO, a DCOR do INT contribui para o desenvolvimento dos setores de Petróleo e Gás e Biocombustíveis*

Por Olga  
Baptista Ferraz

**A** DIVISÃO DE CORROSÃO E Degradação do Instituto Nacional de Tecnologia INT - DCOR conta com três laboratórios para execução de projetos de desenvolvimento tecnológico e serviços especializados:

- LABORATÓRIO DE CORROSÃO E PROTEÇÃO – **LACOR**
- LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> E CORROSIVIDADE – **LAH<sub>2</sub>S**
- Laboratório de Biocorrosão e Biodegradação – **LABIO**

O LAH<sub>2</sub>S e o LABIO foram criados a partir da necessidade de expansão por demanda induzida do setor de Óleo & Gás, em 1995 e 2002, respectivamente.

## LACOR

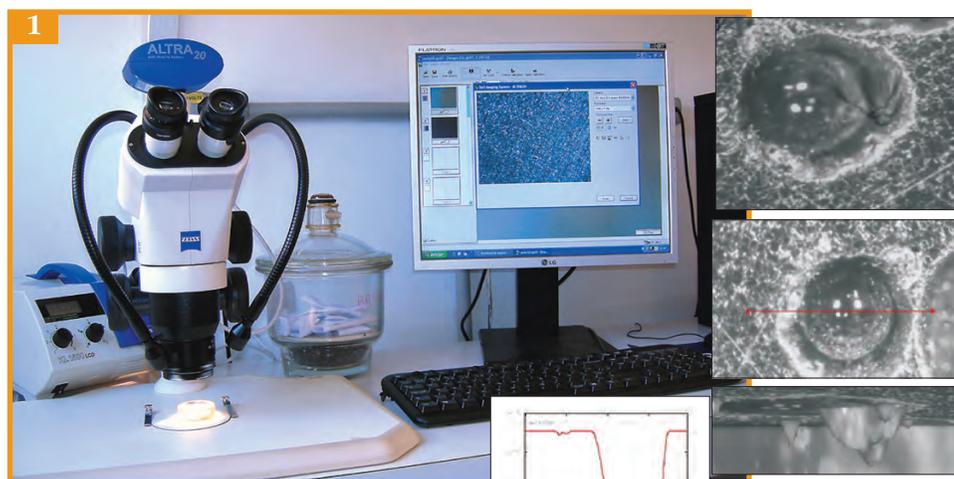
Criado no ano de 1980 para apoiar as ações da Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e Comércio no âmbito do Programa Nacional do Álcool. Até o início dos anos 90, teve sua atuação direcionada para o desenvolvimento

de pesquisas relacionadas aos fenômenos de corrosão então observados nos setores de produção, transporte e de utilização do álcool combustível. Avaliar a compatibilidade de materiais, caracterizar a corrosividade do álcool etílico hidratado combustível (AEHC), estabelecer as formas de controle da corrosão pelo álcool, e definir para o Departamento Nacional de Combustíveis os termos da especificação do AEHC hoje vigente foram as principais realizações da DCOR neste período.

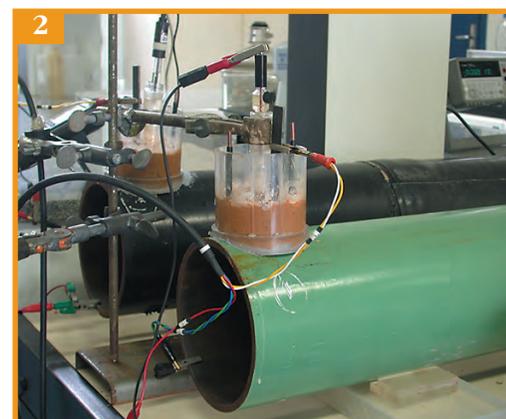
A partir de 1988, expandiu gradualmente as suas linhas de atuação procurando também atender às necessidades de pesquisa e de serviços dos demais segmentos do setor produtivo. Atualmente o LACOR dispõe de uma equipe extremamente capacitada de especialistas com doutorado e mestrado. Tendo em vista a crescente demanda desenvolve projetos de pesquisa e de aperfeiçoamento tecnológico em corrosão e proteção, além de ensaios normalizados, testes comparativos, avaliação de produtos e estudos de falhas por corrosão.

Cabe salientar que o LACOR é o primeiro e único laboratório de corrosão do país credenciado pelo INMETRO. Integra desde 1996 a Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE) coordenada pelo INMETRO, o que o credencia para executar um conjunto de ensaios de corrosão com materiais, produtos e revestimentos, em consonância com os requisitos estabelecidos pela Norma NBR/ISO/IEC 17025, adotada em vários países para o reconhecimento da capacitação de laboratórios junto aos organismos internacionais de credenciamento.

Com o recrudescimento das atividades em biocombustíveis no país, encontra-se nucleando um grupo de competência em estudos de corrosão e degradação de materiais em contato com biodiesel e misturas de biocombustíveis de nova geração. Projetos de desenvolvimento tecnológico vêm sendo conduzidos sob a coordenação do Dr. Eduardo Cavalcanti.



*Fig. 1 - LACOR: Microscopia ótica de alta definição para avaliação da morfologia da corrosão e ataque localizado*



*Fig. 2 - LACOR: Avaliação do descolamento catódico de revestimentos para dutos enterrados*

## LAH<sub>2</sub>S

Trata-se do único laboratório independente no país para a realização de estudos e homologação de produtos para uso em exploração e transporte de Óleo & Gás, na presença de H<sub>2</sub>S e CO<sub>2</sub>.

Implantado em 1995, estimulado pela PETROBRAS/CENPES/TMEC, realizou seus primeiros trabalhos sob a supervisão da FBTS no biênio 95-96 e, a seguir, passou a ofertar ensaios de forma independente. Assim, foi desenvolvida no período 96-2001 competência técnica em ensaios de hidrogenação e em testes de susceptibilidade à corrosão sob tensão pelo H<sub>2</sub>S, envolvendo um projeto e ensaios especializados. Os primeiros estudos foram voltados para a avaliação de aços expostos em ambientes contendo H<sub>2</sub>S e CO<sub>2</sub>, atendendo não só à PETROBRAS, como também empresas e fornecedores da área de petróleo no Brasil.

No período de 2001-2002, em função da crescente demanda de ensaios de corrosão associados, a solicitação mecânica investiu no equipamento de Baixa Taxa de Deformação (BTD).

A partir de demandas da PETROBRAS/CENPES/TMEC, em 2003, enfocando ensaios de corrosão associados à solicitação mecânica investiu no desenvolvimento de testes de corrosão-fadiga, visando obter taxas de propagação de trincas de aços empregados na área de exploração e produção de petróleo submetidos a H<sub>2</sub>S e CO<sub>2</sub>. Estes vêm sendo efetuados no Laboratório de Ensaio Mecânicos da Divisão de Ensaio Mecânicos, Metalografia e Dureza do INT – LAMEC/DEMP, sob coordenação do LAH<sub>2</sub>S/DCOR. Assim, o LAH<sub>2</sub>S vem atuando em projetos de avaliação da integridade de equipamentos em serviço com H<sub>2</sub>S e CO<sub>2</sub> e realizando ensaios que simulam as condições encontradas em fundos de poços de petróleo.

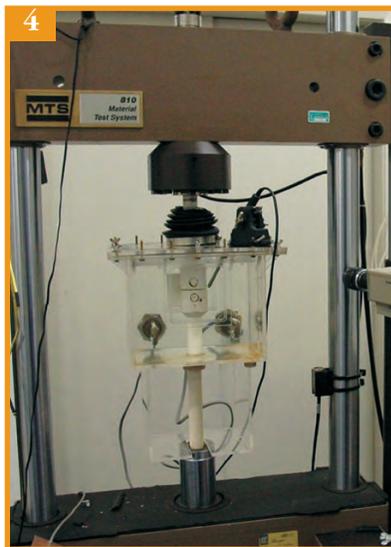


Fig. 4 - LAH<sub>2</sub>S/LAMEC: Ensaio de corrosão sob fadiga. Determinação da Taxa de Propagação de Trinca



Fig. 5 - LAH<sub>2</sub>S: Ensaio de determinação da tenacidade à fratura de aços especiais



Fig. 6 - LAH<sub>2</sub>S: Ensaio de corrosão sob tensão induzida por sulfetos



Fig. 3 - LACOR: Estudo da substituição de revestimentos à base do cromo hexavalente através da técnica de impedância eletroquímica

## LABIO

Em outubro de 2002, foram iniciadas atividades de biocorrosão e biodegradação na DCOR, tendo em vista a crescente demanda do setor de Óleo e Gás pelo estudo da corrosão associada a microrganismos. Os primeiros trabalhos desenvolvidos foram a partir de uma linha de pesquisa já em estudo na Divisão envolvendo a caracterização do pó preto – resíduo de corrosão em gasodutos. Complementarmente, foram efetuadas análises microbiológicas relacionadas com microrganismos causadores de biocorrosão nestes resíduos.

A partir de 2004, com a realização de concurso público e investimentos do INT na área de biocorrosão, houve a possibilidade de criação do LABIO. Desde então, através de prestação de serviços e projetos de pesquisa, o



*Fig. 7 - LABIO: Análises microbiológicas para detecção e quantificação de bactérias redutoras de sulfato (BRS)*

laboratório já expandiu de sua área física inicial para atender às demandas existentes e a outras em negociação.

O LABIO conta hoje com uma equipe de cinco técnicos. Foi montado respeitando as regras exigidas para o trabalho de pesquisa em laboratórios de microbiologia não esquecendo também os aspectos de segurança. Hoje em dia dispõe de infraestrutura de pessoal, equipamentos e material de consumo, tornando possível a realização de trabalhos de biocorrosão em águas industriais e nos setores de Óleo & Gás e de minérios.

Em parceria com a PETROBRAS, está sendo implementada dentro do LABIO uma área de biologia molecular, que através de técnicas elaboradas e modernos equipamentos apoiará os trabalhos em biocorrosão.

### Equipe

A DCOR é constituída de 8 tecnólogos e 17 bolsistas, liderados pela Dra. Olga Baptista Ferraz. Dentre estes, 7 são doutores e 3 são mestres. Os laboratórios

da divisão são chefiados por Dra. Denise Souza de Freitas – LA-COR, Eng<sup>a</sup> Sonia Maria Coelho de Souza – LAH<sub>2</sub>S e Dra. Márcia Teresa S. Lutterbach – LABIO.

### Infra-Estrutura

No último biênio, a DCOR/INT tem direcionado investimentos para microscopia ótica de alta definição informatizada, tais como microscopia eletrônica (MEV) e de força atômica (AFM) ingressando na era nanométrica, aumentando a capacidade de análise dos processos de corrosão em escala sub-micro. Financiamentos do MCT, FINEP e PETROBRAS viabilizarão nossa

atuação em novos campos como, por ex., nanotecnologia.

A DCOR conta com um conjunto de equipamentos específicos para estudos de processos de corrosão e proteção anticorrosiva, com destaque para:

- Câmaras de exposição à névoa salina, à umidade saturada, ao dióxido de enxofre e a raios ultra-violeta (UV), as quais simulam atmosferas naturais marinhas, rurais e industriais;
- “Loop” de testes para avaliação de peças do sistema de GNV para veículos nas etapas de baixa, média e alta pressões;
- Balanças analíticas de alta precisão para ensaios de perda de massa;
- Potenciostatos para execução de ensaios potenciostáticos, potenciodinâmicos e galvanostáticos de estudo de processos de corrosão;
- Analisadores de frequência para execução de ensaios de impedância eletroquímica;
- Microscópios e estereomicroscópios para determinação do tipo de corrosão, da densidade e profundidade de ataque localizado;
- Microscópio ótico para estudos de processos de biocorrosão.
- Espectrômetro de fluorescência de Raios-X para determinação de produtos de corrosão, revestimentos metálicos, etc.;
- Equipamentos para caracterização de revestimentos metálicos e tintas anticorrosivas;
- Espectrômetro para Análise de Íons para identificação de íons causadores da corrosão;
- Autoclaves para ensaios a altas temperaturas e altas pressões;
- Equipamentos para ensaios de corrosão associada a esforços mecânicos lineares e cíclicos;
- Anéis de teste “Proof Rings” para ensaios de corrosão sob tensão em presença de H<sub>2</sub>S e CO<sub>2</sub>;
- Capela de Fluxo Laminar;
- Contador Eletrônico de Colônias;
- Estufa de Cultura Bacteriológica;
- Estufa para Esterilização e Secagem;
- PCR Real Time Applied BIO System.

### Produção Técnica e Colaboradores

A divisão possui expressiva produção técnica e científica, com trabalhos publicados em revistas indexadas e em anais de congressos

nacionais e internacionais. Desenvolve projetos de pesquisa, serviços tecnológicos de alta especialização e executa ensaios credenciados para avaliação de produtos. Além disso, sua liderança técnica ministra cursos e palestras.

### Áreas de atuação

- Corrosão pelo H<sub>2</sub>S e CO<sub>2</sub> em poços de petróleo, plataformas, “risers”, dutos, etc.;
- Inibidores de corrosão para operações de acidificação e fluidos de completação;
- Inibidores de corrosão para exploração e produção de gás natural;
- Revestimentos metálicos e tintas anticorrosivas;
- Estudos de alternativas ao cromo hexavalente;
- Resíduos de dutos de gás natural;
- Biocombustíveis: corrosividade, compatibilidade, biodepósitos e estabilidade;
- Biocorrosão em águas industriais e nos setores de Óleo & Gás e de minérios;
- Técnicas eletroquímicas modernas para estudos de processos de permeação e de interface;
- Estudo da formação de enxofre elementar no transporte do gás natural;
- Desenvolvimento de sensores para a detecção da corrosão em dutos;
- Avaliação de sistemas alternativos de tratamento de água de refrigeração.

### Principais parceiros, clientes e financiadores

Entre seus principais parceiros e clientes, podemos citar: PETROBRAS (Unidades de Produção e CENPES); Transpetro, Samarco; CTDUT, Vallourec & Mannesmann do Brasil, UFRJ, PUC.

A infraestrutura para o desenvolvimento de projetos é financiada pelo MCT, FINEP, PETROBRAS, FAPERJ e CNPq.

#### *Olga Baptista Ferraz*

*PhD. - Chefe da Divisão de Corrosão*

*e Degradação - DCOR*

*Instituto Nacional de Tecnologia*

*Contato com a autora:*

*olgaferr@int.gov.br*

## A Qualidade dos Processos MR Plating agora com Certificação ISO 9001

O SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE CONQUISTADO PELA MR PLATING PROPORCIONARÁ AOS SEUS CLIENTES A EXCELÊNCIA EM PROCESSOS PARA GALVANOPLASTIA

### Pré-Tratamento

Desengraxante químicos, eletrolíticos à aspersion por ultrasom, sais ácidos para decapagem e inibidores

### Linha Protetiva

Zinco alcalino isento de cianetos, zinco-ácido e cianídricos, cromatizantes hexa-trivalentes, selantes e vernizes

### Linha Decorativa

Cobre alcalino, cobre ácido, níquel semi-brilhante, brilhante, banhos de cromo catalisados e linha completa para ABS

### Linha Funcional

Cromo duro, estanho e níquel químico

### Óleos e Fosfatos

Fosfato de zinco; fosfato de ferro; fosfato de manganês; refinadores de camada; neutralizadores; removedores de tinta; óleos protetivo deslocadores de água; óleos protetivo não deslocadores de água; pasta e óleos para deformação à frio.



MR Plating Comércio de Produtos Químicos Ltda.  
Rua Macedônia, 490 – Cumbica – Guarulhos – SP  
07223-000 – Tel.: (11) 6446-5081 – Fax: (11) 6446-5081  
www.mrplating.com.br – contato@mrplating.com.br

# Fosfatização de Metais *Ferrosos*

## Parte 6 - Mecanismos de Fosfatização

*Características dos revestimentos de pseudo-conversão*



Por Zebbour  
Panossian

### Mecanismos de Fosfatização

#### Revestimentos de pseudo-conversão

#### Composição básica dos banhos de fosfatização

Conforme visto anteriormente, o tempo para formação de camadas fosfatizadas a partir de uma solução de ácido fosfórico diluído é muito elevado, razão pela qual esta prática não é adotada comercialmente. Uma diminuição sensível do tempo necessário para a formação de camadas fosfatizadas é conseguida quando se adiciona à solução de ácido fosfórico um fosfato de ferro primário, o fosfato diácido ferroso (que é solúvel). Com esta adição, decorrido um tempo relativamente curto, já se nota sobre a peça de aço a formação de uma camada fosfatizada. Apesar de ser visível, a camada fosfatizada assim obtida apresenta baixo desempenho quando comparada ao desempenho das camadas fosfatizadas produzidas atualmente. Isto é atribuído ao fato da camada de fosfato ferroso, em contato com o ar, transformar-se em fosfato férrico, o que é acompanhado com modificações do parâmetro reticular, fato que determina a diminuição do poder de ancoramento e portanto do poder protetivo de camadas fosfatizadas oleadas ou engraxadas. Mesmo assim, as camadas de fosfato ferroso oleadas apresentam melhor desempenho do que o aço oleado (sem fosfatização). Melhores resultados são obtidos quando se adiciona ao ácido fosfórico um fos-

fato diácido de zinco e/ou manganês e/ou cálcio. Neste caso, formam-se fosfatos duplos de zinco e ferro ou de manganês e ferro ou fosfato de zinco neutro e fosfato de manganês neutro, sendo todos eles resistentes à oxidação pelo ar. Com a adição dos fosfatos diácidos de metais bivalentes, os revestimentos passam a ser classificados como revestimentos de pseudo-conversão. Os banhos de fosfatização ditos de **pseudo-conversão** são soluções ácidas diluídas, sendo os seus componentes presentes nas concentrações da ordem de algumas dezenas de gramas por litro (LORIN, 1974, p.4). O uso de soluções diluídas não é fundamentado por questões econômicas, mas sim, para facilitar a dissociação das substâncias presentes na solução. Os principais componentes de um banho de fosfatização são:

- **ácido fosfórico livre** cuja função é manter os fosfatos metálicos na forma de diácidos, que são os fosfatos solúveis. Na ausência do ácido livre, o fosfato diácido presente na solução transforma-se em fosfato monoácido e/ou neutro somente pela ação da temperatura (em banhos de fosfatização adotam-se temperaturas elevadas para acelerar o processo de formação da camada fosfatizada). Além disso, o ácido fosfórico livre tem a função de determinar o ataque inicial do metal sobre o qual será formada a camada de fosfatização;
- **fosfato diácido solúvel** de fórmula molecular geral **Me (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>** onde **Me** é um cátion metáli-

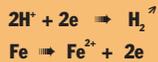
co bivalente, por exemplo, Fe<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> ou Ni<sup>2+</sup>, sendo o mais largamente utilizado o fosfato diácido de zinco, (lembrar que estes fosfatos são solúveis). A sua função é a redução do tempo de formação da camada fosfatizada;

- **aceleradores** ou oxidantes (por exemplo: nitratos, cloratos, nitritos, peróxido, ou, um oxidante orgânico), cuja função é acelerar as reações responsáveis pela formação da camada fosfatizada e oxidar os íons ferrosos provenientes do ataque do aço (no caso de se fosfatizar um metal ferroso). Com a oxidação, formam-se íons férricos que dão origem ao fosfato férrico neutro que, sendo este insolúvel, decanta constituindo a grande parte da lama gerada pelo processo de fosfatização.

No próximo item, a função de cada um destes componentes será discutida detalhadamente, sendo abordado o mecanismo de formação das camadas fosfatizadas. Para tanto, será considerado o sistema de fosfatização mais utilizado que é uma solução diluída de ácido fosfórico e fosfato diácido de zinco.

#### Mecanismo de fosfatização em solução diluída de ácido fosfórico contendo fosfato diácido de zinco

Quando se mergulha uma peça de aço em uma solução de ácido fosfórico contendo fosfato diácido de zinco, ocorre um ataque do ferro pela ação do ácido fosfórico, a saber:



Neste estágio, denominado **Primeiro Estágio**, conforme pode ser observado pelas reações, o ácido fosfórico comporta-se como o ácido clorídrico ou sulfúrico, ou seja, tem ação puramente corrosiva. A reação de corrosão do metal ocorre nas regiões anódicas, o que determina o enriquecimento desta região com íons de  $\text{Fe}^{2+}$ . A reação de redução do íon hidrogênio, e, portanto, a de formação do gás hidrogênio, ocorre nas regiões catódicas, o que determina o aumento do pH da solução nestas regiões. Este conceito é amplamente aceito pela maioria dos pesquisadores que estuda os mecanismos de fosfatização.

Já para o **Segundo Estágio** do processo de fosfatização, que é o início da formação da camada fosfatizada, existem vários mecanismos propostos, a saber (LORIN, 1974, p.42-49):

- nas regiões catódicas, devido à elevação local do pH, ocorre a formação dos primeiros núcleos da camada fosfatizada, com precipitação do fosfato de zinco neutro. Alguns estudos mostraram que é necessário elevar o pH até valores compreendidos entre 4 e 5 para o início da precipitação do fosfato insolúvel, outros indicam valores entre 5 e 6. Alguns autores contestam este mecanismo, alegando que nas condições operacionais dos banhos de fosfatização, principalmente os aplicados por aspersão, dificilmente chegar-se-ia a valores de pH tão elevados. Já outros autores afirmam que os banhos de fosfatização são formulados de tal maneira que uma pequena elevação de pH já seria suficiente para a precipitação do fosfato neutro (BIESTEK & WEBER, 1976, p.

128). A reação responsável pela precipitação do fosfato neutro seria:



- uma outra teoria afirma que a nucleação ocorre nas regiões anódicas, devido ao enriquecimento desta região com íons ferrosos, o que determina a precipitação do fosfato de ferro neutro. Segundo esta teoria, sobre o fosfato de ferro começa a se formar a camada do fosfato de zinco. Esta teoria é corroborada pelo fato de se encontrar sempre compostos de ferro na interface camada fosfatizada/substrato quando estas são analisadas;
- outros autores acreditam ainda que há formação de fosfato duplo de ferro e de zinco amorfo nos microanodos (devido ao enriquecimento desta região com os íons ferrosos) e a formação de fosfato de zinco neutro cristalino nos microcatodos (devido à elevação do pH desta região). As reações responsáveis seriam:

#### Microcatodos



#### Microanodos



- a outra teoria afirma que há primeiro a formação de uma fina camada de compostos (óxidos e fosfatos) de ferro II e de ferro III e sobre esta fina camada ocorre a nucleação e crescimento da camada fosfatizada. Esta teoria também é corroborada pelo fato anteriormente citado, que entre a camada fosfatizada e o substrato são detectados, por análise, compostos de ferro.

Alguns autores acreditam, ainda, que além dos fosfatos duplos e neutros, a camada fosfatizada pode conter íons complexos

principalmente de ferro III, tais como  $[(\text{Fe}(\text{PO}_4)_2)_3]^{3-}$  e  $[\text{Fe}(\text{PO}_4)_3]^{6-}$  (LORIN, 1974, p.15). Isto ocorre devido à oxidação do  $\text{Fe}^{2+}$  para  $\text{Fe}^{3+}$ , pela ação do oxigênio dissolvido na solução fosfatizante ou pela ação de algum oxidante proposadamente adicionado.

De uma maneira simplificada, pode-se dizer que a formação da camada fosfatizada ocorre da seguinte maneira:

- formação do fosfato de zinco neutro devido ao aumento do pH, de acordo com a reação:



- formação do fosfato duplo de zinco e de ferro devido ao aumento de íons ferrosos, de acordo com a seguinte reação:

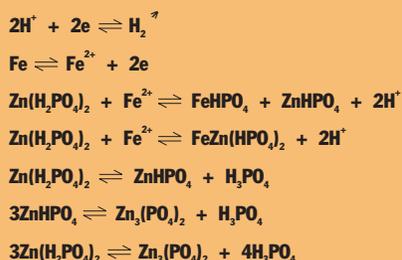


Convém citar que o equilíbrio estabelecido no seio do banho, que mantém os fosfatos primários solúveis, praticamente não é influenciado pelas reações acima citadas, visto que tais reações ocorrem na interface metal/banho.

A seguir, será visto como as constantes de equilíbrio das reações envolvidas influenciam na velocidade das reações do processo de fosfatização.

### Constantes de equilíbrio e fatores que influenciam na velocidade das reações de fosfatização

Durante a fosfatização ocorrem vários tipos de reações, de acordo com o item anterior. Para falar a respeito das constantes de equilíbrio, considere-se novamente um banho de fosfatização contendo ácido fosfórico diluído e fosfato diácido de zinco. Quando se mergulha uma peça de aço neste banho, as seguintes reações podem ocorrer na interface metal/banho:



Para efeito de simplificação, considere a última reação. Para esta, a constante de equilíbrio é dada por:

$$K = \frac{[\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2] \cdot [\text{H}_3\text{PO}_4]^4}{[\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]^3}$$

A constante K varia com a natureza do íon metálico do fosfato diácido e neutro, da temperatura e do pH do banho. Quanto maior é o valor de K, maior será a velocidade de formação dos fosfatos insolúveis constituintes da camada fosfatizada.

Os valores de K a uma temperatura de 98°C, para diferentes íons metálicos, são os seguintes (LORIN, 1974 p.34):

íon férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ )	$\Rightarrow K = 290$
íon de zinco ( $\text{Zn}^{2+}$ )	$\Rightarrow K = 0,71$
íon de manganês ( $\text{Mn}^{2+}$ )	$\Rightarrow K = 0,040$
íon ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ )	$\Rightarrow K = 0,0013$

Pelos valores de K pode-se concluir que:

- para a mesma concentração e temperatura, o fosfato do íon metálico com maior valor de K formar-se-á primeiro. Assim, dentre os quatro íons metálicos, o fosfato férrico formar-se-á primeiro, seguido, nesta ordem, pelo fosfato de zinco, fosfato de manganês e finalmente pelo fosfato de ferroso;
- a velocidade de formação de uma camada à base de fosfato de zinco é muitas vezes maior de que a de uma camada à base de fosfato de manganês ou a de fosfato ferroso;

- num banho contendo fosfato de zinco, a quantidade de ácido fosfórico livre é maior do que a de um banho de fosfato de manganês ou fosfato de ferro, e portanto, o pH dos banhos de fosfato de zinco é menor do que o pH de banhos de fosfato de manganês ou de ferro;
- quando se tem um fosfato diácido férrico num banho de fosfatização, este transforma-se rapidamente em fosfato férrico neutro, pois o valor de K é muito elevado (290). De fato, nos banhos de fosfatização, adicionam-se substâncias para oxidar os íons ferrosos ( $\text{Fe}^{2+}$ ) em férricos ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Com isto forma-se o fosfato férrico que, sendo insolúvel, precipita-se e forma a lama.

Os valores de K aumentam com a temperatura. No caso do fosfato de zinco, tem-se os seguintes valores:

K = 0,013	para	T = 25°C
K = 0,029	para	T = 37°C
K = 0,71	para	T = 98°C

Estes valores ilustram bem o fato de que a velocidade de formação das camadas fosfatizadas aumentam com o aumento da temperatura.

Como o objetivo é a formação da camada fosfatizada, é conveniente representar a equação da constante de equilíbrio em termos da concentração de fosfato de zinco neutro, a saber:

$$[\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2] = \frac{K [\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]^3}{[\text{H}_3\text{PO}_4]^4}$$

O denominador do segundo termo desta equação nada mais é do que a acidez livre<sup>1</sup> de um banho de fosfatização. Já o numerador pode ser escrito em termos da acidez total<sup>2</sup> da seguinte maneira:

$$[\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2] = \text{acidez total} - \text{acidez livre}$$

Posto isto, a relação anteriormente citada pode ser escrita da seguinte maneira:

$$[\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2] = K \frac{\text{acidez total} - \text{acidez livre}}{\text{acidez livre}}$$

Nos banhos de fosfatização, a acidez total é sempre muito maior do que a acidez livre. De modo que a equação apresentada pode ser escrita com aproximação da seguinte maneira:

$$[\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2] \cong K \frac{\text{acidez total}}{\text{acidez livre}}$$

A relação apresentada indica, de maneira simplificada, a quantidade de fosfato formada como sendo função da acidez total, acidez livre e da constante de equilíbrio da reação de formação de fosfato de zinco terciário. Por esta relação, pode-se concluir:

- quanto maior a relação entre a acidez total e a acidez livre, maior é a velocidade de formação da camada fosfatizada;
- a quantidade de fosfato depositada aumenta com o aumento da acidez total e diminui com o aumento da acidez livre. Para o caso da acidez livre, este fato está ilustrado na Figura 1.

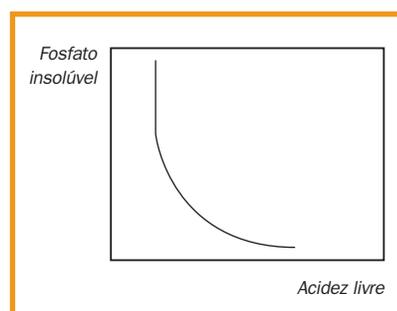


Fig 1 - Massa de camada fosfatizada e massa de ferro dissolvido em função da acidez livre durante a fosfatização de um aço em banho de fosfato de zinco acelerado com nitrito, a 60°C (RAUSCH, 1971)

Além disso, a expressão apresentada mostra claramente que, num processo de fosfatização, a relação entre a acidez total e a acidez livre é um parâmetro que pode ser utilizado para o controle do banho, o que de fato é feito na prática.

Convém lembrar que as considerações apresentadas foram formuladas tendo como base um banho simples contendo ácido fosfórico e um fosfato diácido de zinco. Os aceleradores adicionados aos banhos de fosfatização modificam esta situação (BIESTEK & WEBER, 1976, p.137). A velocidade de formação da camada fosfatizada não pode ser analisada, apenas, pela relação apresentada, sendo fortemente influenciada pelo tipo e concentração do acelerador utilizado. •

*Na próxima edição, serão abordados, mais profundamente, os efeitos provocados pela acidez total, acidez livre e pela relação acidez total/acidez livre, na formação das camadas de fosfato.*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIESTEK, T.; WEBER, J. 1976. *Electrolytic and chemical conversion coatings*. 1<sup>a</sup> ed. Wydawnictwa: Portecilles. 432p.
- LORIN, G. 1974. *Phosphating of metals*. Great-Britain: Finishing Publications. 222p.
- RAUSCH, Werner, 1990. *The phosphating of metals*. 1<sup>a</sup> ed. Great Britain: Redwood Press, 416p.

<sup>1</sup> Acidez livre refere-se a quantidade de íons H<sup>+</sup> dissociados presentes no banho fosfatizante.

<sup>2</sup> Acidez total refere-se a quantidade de íons H<sup>+</sup> dissociados e combinados [H<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> e H(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub><sup>-</sup>] presentes no banho fosfatizante.

### Zebbour Panossian

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

### Célia A. L. dos Santos

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

Contato com as autoras:

zep@ipt.br / clsantos@ipt.br

fax: (11) 3767-4036

Evento | ABRACO

# 9<sup>a</sup> COTEQ - Conferência Internacional sobre Tecnologia de Equipamentos



*Um dos mais renomados eventos para a indústria nacional.*

*A realização desse evento tem como objetivo principal promover a troca de idéias, somar experiência e ampliar negócios, através da presença de profissionais de liderança na integridade Estrutural de Equipamentos de Ensaio Não Destrutivos, Inspeção, Corrosão e Pintura.*

*A ABRACO tem um encontro marcado com você, de 12 a 15 de junho em Salvador, Bahia.*

Realização:



Mais informações através do nosso site: [www.abraco.org.br](http://www.abraco.org.br),  
pelo e-mail: [eventos@abraco.org.br](mailto:eventos@abraco.org.br) ou pelo tel.: (21) 2516-1962

# Embalagem *Homologada* Amplia a Segurança das Operações

*Autora revê portarias do INMETRO e resoluções da ANTT que regem os controles necessários para as embalagens utilizadas no transporte de produtos perigosos*



Por Glória  
Santiago Marques  
Benazzi

**R**ECENTEMENTE O INMETRO publicou Portaria nº 326 de 11/12/2006 (revoga a Portaria nº 10 de 24/01/2006) aprovando o RAC - Regulamento de Avaliação da Conformidade, para embalagens de até 400 Kg/450 L, estabelecendo que:

- As embalagens utilizadas no transporte terrestre de produtos perigosos deverão ser certificadas por Organismos de Certificação de Produtos (OCP) acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro, no prazo máximo de 12 (doze) meses, contados a partir de 25 de janeiro de 2006 (Art 3º).
- A comercialização do estoque remanescente de embalagens não certificadas, utilizadas no transporte terrestre de produtos perigosos, deverá ser feita em um prazo máximo de 06 (seis) meses, contados a partir de 26 de janeiro de 2007. Os produtos perigosos envasados até 25 de julho de 2007, em embalagens não certificadas, terão, como prazo máximo para transporte, a data de sua validade.
- Os envasadores de produtos perigosos deverão, a partir de 25 de janeiro de 2007, dar início à identificação das embalagens, utilizadas no transporte terrestre, com a data do envasamento e a validade do produto perigoso envasado.
- As embalagens aprovadas em processos de avaliação da conformidade, realizados por autoridades competentes nos modais marítimo e aéreo, fi-

cará legitimado o período de vigência dos seus certificados ou o prazo máximo de validade até 29 de fevereiro de 2008, considerando-se sempre o prazo que for menor. As prescrições deste artigo são válidas apenas para os certificados emitidos até 01 de março de 2006. Para os certificados emitidos após essa data, aplicar-se-á o disposto no artigo 3º desta Portaria.

Este RAC não é aplicável para produtos radioativos, gases (exceto aerossóis) e embalagens com massa líquida total superior a 400 Kg e/ou cujo volume exceda a 450 L e as embalagens refabricadas. Logo, este RAC se aplica às embalagens reconhecidas e reutilizadas

Foi publicado, na Resolução 1644/06 da Agência Nacional de Transporte Terrestre - ANTT (re-publicada em 29/12/06), que qualquer embalagem que, em função do material que a constitui, for capaz de ser reutilizada (ex: tambores metálicos, bombonas de plástico rígido), deve ser ensaiada e avaliada quanto à sua conformidade, pela autoridade competente, somente quando nova. O expedidor é responsável pela reutilização da embalagem e deve examinar se a mesma está livre de defeitos que possam comprometer sua capacidade de suportar os ensaios de desempenho antes de cada reutilização. Este tipo de embalagem só deve ser recarregada com conteúdo idêntico ou com produtos similares compatíveis ao utilizado inicialmente.

Foi publicada também a Portaria nº 250 de 16/10/2006, que aprova o RAC para embalagens de 450 L até 3.000 L - Contentores Intermediários para Granéis – IBC's com os seguintes prazos para entrar em vigor:

- 01 (um) ano para que as embalagens fabricadas a partir da data de publicação da Portaria sejam homologadas segundo a Resolução - ANTT 420/2004.
- 02 (dois) anos ou o prazo de validade do certificado de aprovação, aquele que for menor, para os modelos aprovados em outros modais de transporte. Para se enquadrar nesta condição, os modelos tem que possuir certificado emitido até 30/11/2006.
- Os usuários de contentores intermediários para graneis (IBC), utilizados no transporte terrestre de produtos perigosos, deverão, a cada 2 (dois) anos e 6 (seis) meses, realizar inspeção periódica junto a um Organismo de Inspeção Acreditado pelo Inmetro
- Todos os fabricantes e importadores de contentores intermediários para graneis (IBC), utilizados no transporte terrestre de produtos perigosos, deverão obter a autorização para uso do Selo de Identificação da Conformidade, no âmbito do Sistema Brasileiro da Avaliação da Conformidade - SBAC.

Todas as embalagens para transporte de produtos perigosos deverão atender a ensaios de desempenho descritos na Resolução ANTT 420/04.

- Os ensaios deverão ser executados em um Laboratório acreditado e acompanhados por um Organismo de Certificação de Produto - OCP que emitirá o Certificado de homologação com reconhecimento pelo Inmetro.

As embalagens devem ser construídas de maneira a se evitar qualquer perda de conteúdo quando preparadas para transporte, perda essa que pode ser causada nas condições normais de transportes, por vibração ou por mudança de temperatura, umidade ou pressão (resultante da altitude).

Os produtos perigosos deverão ser acondicionados em embalagens de boa qualidade, que sejam resistentes o suficiente para suportar os choques e carregamentos normalmente encontrados durante o transporte, incluindo o transbordo entre unidades de transportes e/ou entre os armazéns, bem como qualquer remoção de um palett ou sobreembalagem para um subsequente manuseio manual ou mecânico.

As Embalagens Simples e Compostas somente poderão ter sua certificação requerida pelo fabricante da embalagem, e as Embalagens Combinadas poderão ter sua certificação requerida ou pelo fabricante da embalagem ou pelo fabricante do produto a ser transportado (solicitante), que ficará com a responsabilidade pelo conjunto.

Após concluído todo o processo de Certificação das embalagens, além da aposição da marca da Organização das Nações Unidas - ONU, as embalagens deverão ter a Marca da Conformidade, conforme Portaria nº 73/06 do Inmetro.



### Exemplo de Codificação das Embalagens Homologadas

A Resolução 420/04 da ANTT cita que as expedições com origem ou destino aos portos ou aeroportos, que atendam às exigências estabelecidas pela Organização Marítima Internacional - OMI ou pela Organização Internacional de Aviação Civil - OACI serão aceitas para transporte terrestre. Com a publicação da Resolução 1644/06 da ANTT, foram incluídos dois itens, de modo facilitar o transporte de produtos embalados em outros países e homologados em outros modais, são eles:

- Produtos perigosos importados já embalados no exterior, cujas embalagens atendam às exigências estabelecidas pelo modal aéreo, marítimo ou terrestre, serão aceitos para o transporte terrestre no país (Inclusão 1.1.1.2.1).

- No transporte de produtos perigosos fabricados no país cuja distribuição envolva mais de uma modalidade de transporte, além da terrestre, será aceito, no transporte terrestre, o uso de embalagens certificadas pelo modal mais restritivo (Inclusão 1.1.1.2.2)

Está sendo reanalisado pela ANTT o item 1.1.1.2.2 de modo a não deixar dúvidas quanto ao transporte terrestre de produtos homologados em outro modal sem destino direto a um porto ou a um aeroporto

Com a publicação da nova Resolução 1644/06 da ANTT, foram alterados alguns itens da Resolução 420/04, principalmente no Capítulo 3. Disposições aplicáveis ao transporte de produtos perigosos fracionados em quantidades limitadas por:

- embalagem interna (Seção 3.4.2);
- unidade de transporte (Seção 3.4.3).
- comércio varejista (3.4.4.2)

Nessas condições, é possível dispensar expedições com quantidades limitadas de produtos perigosos do cumprimento de algumas exigências deste Regulamento.

Lembramos, ainda, que os resíduos classificados como perigosos pela Resolução 420/04, pela NBR 10004 ou pela Convenção da Basileia deverão ser transportados em embalagens homologadas, atendendo às exigências estabelecidas nas Portarias citadas anteriormente.

### Gloria Santiago Marques Benazzi

Engenheira Química pela UFRJ, atuou no INMETRO, sendo responsável pela fiscalização de veículos que transportam produtos perigosos entre 1991 e 1996, período em que foi responsável pela elaboração de regulamentos técnicos para o setor. É coordenadora da CE da ABNT/CB-16 de Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Contato com a autora: abnt.cb16@uol.com.br

# Conceitos sobre Pintura por *Eletrodeposição*

*Eletroforese catódica: um pouco de história e as conseqüências positivas de sua aplicação na indústria automobilística*



Por Nilo  
Martire Neto

A PINTURA INDUSTRIAL POR eletrodeposição teve um grande incremento de utilização na década de 80, quando as indústrias automobilísticas reuniram todos os esforços para reduzir os níveis de corrosão dos seus veículos, associando também a necessidade do aumento de produtividade nos sistemas de pintura de então. Com base nestas duas principais diretrizes, acabou-se por eleger o processo denominado Eletroforese Catódica como aquele que teria as maiores chances de atender a estes requisitos no que dizia respeito a um fundo anticorrosivo.

O sistema em si caracteriza-se por uma aplicação por imersão elétrica, de uma tinta diluída em água, pouco poluente, capaz de cobrir objetos complexos como as carrocerias monobloco, que, na época, já ganhavam as preferências dos “designers”. Recobriam-se todas as áreas internas e externas, cavidades, caixas ocas, colunas, etc., de uma forma uniforme através de um filme delgado de tinta anticorrosiva com boas propriedades de aparência e isenta de defeitos.

O processo foi de tal forma aceito que passados mais de 20 anos, acrescido de várias melhorias na tecnologia, praticamente os 63 milhões de veículos produzidos hoje pelo mundo estão sendo pintados com esta tinta. Somados a este “radical drive” em pintura de carrocerias, hoje praticamente todas as autopeças em aço, tais como rodas, longarinas, acentos, com-

ponentes do motor, entre outras, estão sendo protegidos por este fantástico filme de tinta epóxi-uretânica de baixíssima espessura, ao redor de 20 micra, a qual resiste a todos os testes de todas as normas automotivas editadas pelo mundo relacionado a um fundo anticorrosivo.

Não foi fácil para os pesquisadores desta tecnologia desenvolver produtos funcionais, pois o estudo envolveu áreas da ciência, como a Química de Polímeros, Físico-Química, Mecânica, Hidráulica e Eletricidade. Fornecedores de insumos, fabricantes de tintas, de equipamentos e clientes, alocaram enormes recursos para chegar, nos dias atuais, à unanimidade quanto à eficiência deste sistema fantástico de pintura industrial. Eu entendo que esta foi a maior conquista obtida em proteção anticorrosiva para bens de consumo, como é o caso dos autoveículos. Embalados pelo sucesso alcançado pela indústria automobilística, inúmeros outros segmentos beneficiaram-se desta tecnologia, no qual houvesse condições para o uso de uma tinta a estufa de alta resistência à corrosão, com baixo custo, com a vantagem adicional de uma cobertura uniforme em todo o objeto.

Como negócio de tintas, a Eletroforese é considerada pelos fabricantes de tintas como uma especialidade com produção próxima as 400 mil toneladas/ano, considerada pequena se comparada com o total de tintas comercializadas em todo o mundo.

Esta tecnologia tem uma incomparável capacidade de pintar grande número de peças em processos contínuos, cujo tempo de eletrodeposição fica abaixo dos três minutos, mesmo em se tratando de peças de geometria complexa, sendo invencível na comparação da relação de custo - benefício.

O filme de tinta apresenta alta qualidade e uniformidade, performance em processo constante, onde os banhos têm cerca de 80% de água e menos de 2% de solventes orgânicos, isentos de pigmentos tóxicos como o Cromo e o Chumbo e fáceis de serem controlados em linha.

As peças podem variar desde um pequeno veículo popular ou um cortador de gramas, até um gigante como uma máquina agrícola, por exemplo, obtendo-se igualmente filmes, extremamente homogêneos e isentos de defeitos como escorridos, micro furos, acúmulos, etc.

Basta, para isto, que o substrato seja condutivo e que permita submeter à cura em estufa ao redor dos 175°C. Há banhos de pintura espalhados pelo Brasil desde poucas centenas de litros até alguns automotivos, gigantescos, com cerca de 250 mil litros cada, sendo eles capazes de pintar mais de 1.000 carros por dia.

O processo exige, no entanto, que o substrato metálico esteja limpo, isento de oleosidades e poeira, além de ter um tratamento de conversão do tipo fosfatizado. Em alguns veículos ou peças automotivas, as partes são compostas por uma jun-

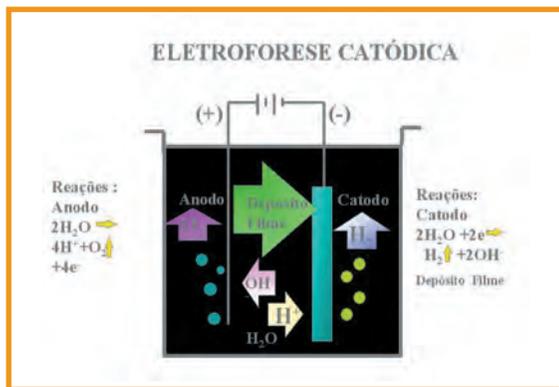
ção de diversos metais, como o aço carbono laminado a frio, galvanizado ou mesmo o alumínio, exigindo que o filme eletroforético, além de apresentar boa uniformidade em espessura e aparência entre estes diferentes substratos, tenha também ótimas propriedades em proteção contra a corrosão bimetálica.

Neste sistema de pintura a perda de tinta é mínima, devido ao uso de equipamentos de ultrafiltração os quais separam uma parte da água e componentes abaixo de 20 Angstroms contidos no banho de tinta, sendo que esta solução é depois utilizada nas lavagens subsequentes à eletrodeposição e antes da cura, retornando posteriormente à cuba principal. Forma-se, assim, um sistema fechado onde todo o excesso de tinta aderida mecanicamente sobre a peça e não eletrocoagulada, retorne ao banho, sem prejuízos de performance. Esta é uma das etapas que faz o custo por metro ser um dos menores, em se tratando de uma pintura industrial de alta performance. O processo permite também grande automação, reduzindo custos com energia e mão-de-obra. Quanto à instalação de pintura, hoje em dia o investimento está ao mesmo nível das demais utilizadas para tintas líquidas convencionais, ou à imersão, ou mesmo a pó.

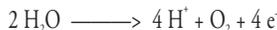
Quanto às características químicas do polímeros catódicos, estes possuem radicais positivos neutralizados por ácidos fracos do tipo acético ou láctico, transformando-o em um material emulsionável. Ao ser

submetido a uma diferença de potencial, haverá a dissociação iônica onde a miscela polimérica migra para um dos pólos, trocando carga e coagulando-se sobre a peça, expulsando posteriormente, por osmose, a água contida no filme ainda não curado. Na etapa final de polimerização térmica, os componentes da película irão proporcionar um filme liso de excelentes propriedades estéticas e protetivas.

Abaixo segue um diagrama representativo desta pintura:



Reações no Anodo:



Reações no Catodo:



Além dos polímeros epoxies, existem os acrílicos, ambos reticulados com poliisocianatos bloqueados que reagem a temperaturas entre 140 a 180°C pelo tempo de 30 minutos através de estufas aquecidas a óleo, gás ou eletricidade, com circulação de ar quente por convecção direta ou indireta. Enquanto o sistema Epóxi é mais utilizado como fundo anticorrosivo, o Acrílico, que perde neste quesito, tem maior uso como acabamento, pela boa retenção de cor e resistência aos raios solares. As mais recentes pesquisas nesta tecnologia conduzem para produtos de melhor performance anticorrosiva, prin-

cipalmente nas arestas, e melhoria de alastramento e enchimento do filme de tinta, proporcionando uma melhor aparência da peça tratada.

Os sistemas de retificação são construídos para gerar energia contínua de até 400 volts, fornecendo 1,058 ampéres/m<sup>2</sup>/minuto/micra de filme seco, na relação catodo: anodo de 4:1.

Abaixo, seguem algumas características de um Fundo Epóxi:

**Cores:** Preto ou Cinza ou coloridos exceto branco.

**Dados do Banho:**

Sólidos: 17,0 ± 2,0 %

pH (25°C): 6,0 ± 0,4

**Condições de deposição:**

Temperatura do banho (°C): 30 ± 3

Tempo de deposição (s): 180

Tensão (Volts): 200 - 380

Camada (um): 15 - 35

**Condições de Cura:**

15 min. 175 ± 5 °C.

**Pré - Tratamento do Substrato:**

Fosfatização com zinco tricatiónico.

Nosso objetivo principal foi rever alguns conceitos desta tecnologia que apresenta ainda um grande espaço para futuros desenvolvimentos, os quais eu tenho a convicção de que serão alcançados nos próximos anos, ampliando ainda mais a utilização deste processo em outras áreas da Pintura Industrial. •

**Nilo Martire Neto**

Engenheiro Químico com extensão em Administração de Negócios - MBA pela USP. Gerente Técnico da BASF S.A.

Contato com o autor:

e-mail: nilo.martire@uol.com.br

fax: (11) 4347-1258

# Ensaio Acelerados de Corrosão Atmosférica - Parte 2

Um breve resumo histórico do início até as últimas tendências mundiais



Por Carlos  
Alberto Maciel

## OUTROS EXEMPLOS TRADICIONAIS DE ENSAIOS CÍCLICOS:

### PROHESSION (ASTM G 85 - Standard Practice for Modified Salt Spray (Fog) Testing/Anexo 5).

Conhecido como PROHESSION, este ensaio foi desenvolvido por Harrisons and Timmons entre 1960 e 1970, e tem sido bem sucedido para correlação de intemperismo de tintas de manutenção industrial.

Consiste em ciclos de 1 hora de Névoa Salina a 24°C com 1 hora de secagem (*dry off*) a 35°C. A solução do eletrólito utilizada é mais diluída (0,05% NaCl), porém inclui outros eletrólitos (0,35% sulfato amônio).

À medida que se repetem os ciclos, a concentração dos eletrólitos nos corpos de prova aumenta, sujeitando a uma ação em diversas concentrações, e as peças ensaiadas alternam condições de umidade saturada e não saturada.

### INTEMPERISMO ACELERADO (D 5894 - Cyclic Salt Fog/UV).

Esta norma vem ao encontro de necessidades da indústria de tintas.

Fig. 1 – Exemplo de câmara intemperismo (envelhecimento) por ciclos de ultra violeta/condensação



A ação de radiações UV tem um papel importante em tintas, devido a estas provocarem modificações químicas que levam a propagar a corrosão com facilidade.

O ensaio consiste em ciclos com fases de uma semana conforme ASTM G 85, com outra semana conforme ASTM G 154 (Light and water exposure apparatus). O número de ciclos varia de 6 a 12, dependendo da resistência do material.

### CORROSÃO FILIFORME D 2803 - Standard Practice for Testing Filiform Corrosion Resistance.

Possui três tipos de ciclos. No procedimento “A” os corpos de prova são submetidos a névoa salina conforme ASTM B 117 de 4 a 24 horas. Após limpeza, são colocados em câmara de umidade não saturada 85% UR a 25°C. No procedimento “B” (baseado na ISO 4623) não há limpeza dos corpos de prova. O procedimento “C” é idêntico ao “A”, porém a câmara úmida é operada a 40°C.

### G 60 - Standard Test Method for conducting Cyclic Humidity Tests.

Consiste em submeter os corpos de prova a ciclos de umidade variável de 8 horas com imersão em solução a base de NaCl, CaCl<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

A variação cíclica de umidade é obtida por duas torres; uma delas de umidificação e a outra de secagem. Na torre de umidificação, o ar borbulha numa coluna de água cuja temperatura é controlada termotaticamente. A torre de secagem contém sulfato de cálcio anidro para retirada da umidade.

A maior desvantagem deste ensaio está nos casos em que é testado um componente composto de mais de um tipo de metal.

Após diversos ciclos, existe a contaminação da solução, provocando a corrosão galvânica que a peça não é submetida durante o ensaio.

### SAE J 1563 - Guidelines for Laboratory Cyclic Test.

Apresenta definições gerais de como programar e realizar testes cíclicos, bem como diversas relações bibliográficas. Dos testes estudados, inclui aqueles que conduziram a melhores resultados até o momento.

### PARTICULARES

Muitas empresas desenvolveram, a partir de pesquisas internas, ensaios próprios para atender suas necessidades específicas. Devido à importância destas empresas e a representatividade, muitos destes ensaios têm se propagado na indústria de sub-fornecedores.

Tabela de alguns exemplos de Ensaio Cíclicos particulares:

- |  |                      |
|--|----------------------|
| • GM 9540 P/GM 4465 P                        | • Volkswagen PV 1210 |
| • Renault D 17 2020/—B (ECC1) e D 17 1686/—D | • Peugeot D 23 1461  |
| • Nissan M 007 CCT 1/CCT 4                   | • Volvo STD 1027     |
|  | • BMW CCT            |

## Volkswagen PV 1210.

Combina Ciclos de Névoa Salina, Repouso e umidade saturada.

**TABELA - CICLO ENSAIO CONFORME PV 1210**

<i>Ciclo VW PV 1210</i>		
<i>Período</i>	<i>Evento</i>	<i>Descrição conforme</i>
4 horas	Névoa Salina	DIN 50021-SS
4 horas	Repouso (23 +/- % C)	DIN 50014
16 horas	Umidade Saturada	DIN 50017-KK

Os tempos de transição são considerados dentro do próprio período de cada evento.

## 7. Execução dos Ensaio

Procedimentos de ensaio podem ser manuais, nos quais o operador utiliza diversos aparelhos e realiza em tempos determinados a transferência dos corpos de prova entre as diferentes condições; ou automático, em que um mesmo equipamento é programado para automaticamente variar as condições internas.

A vantagem de automatizar o processo, está em reduzir o trabalho do operador (e os custos) e em evitar diferenças no resultado do ensaio devido ao modo de efetuar as transferências entre os aparelhos.

Conforme verificação das principais normas de ensaios, os ambientes mais comuns de serem utilizados em testes cíclicos são névoa salina, umidade saturada, secagem e condição ambiente ( $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ). Os tempos de cada fase variam de algumas horas a dias.

A fim de permitir abranger a possibilidade de um maior número de tipos de testes num mesmo equipamento, um modelo de equipamento cíclico automático, que seja programável pelo próprio operador, é mais útil.

## 8. Principais Cuidados em Testes Cíclicos

### Correta interpretação dos ambientes solicitados.

Como os testes cíclicos envolvem diferentes condições variáveis, é preciso verificar com segurança que o equipamento utilizado consiga reproduzir todas as condições solicitadas.

Por exemplo, muitos ensaios cíclicos solicitam um período em condições de repouso (laboratório). Estas condições são geralmente encontradas em países de clima temperado. No caso do Brasil, para atender este requisito, o equipamento deve possuir climatizador ou os corpos em teste devem permanecer em laboratório com temperatura e umidade controladas.



*Fig. 2 – Exemplos de câmaras de corrosão contínuas e cíclicas*

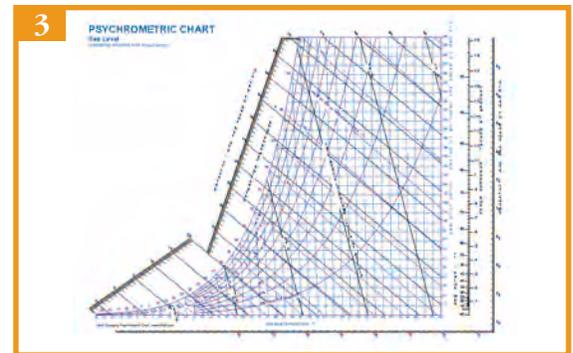
Outro ítem que causa confusão de interpretação é o da umidade relativa. Água em forma de névoa ou gotas (líquida) num ambiente, não é uma certeza de ambiente saturado (98% - 100% UR). Umidade relativa é uma medida da porcentagem da quantidade de vapor da água com relação ao máximo da saturação para aquela temperatura. O mais correto seria utilizar medidas de umidade absoluta.

### Tempos de Transição

O tempo de transição entre os ambientes indicados pelo ensaio, tanto para procedimentos manuais ou automáticos, pode ser um fator que cause divergência nos resultados.

Um sistema automático possui a vantagem de padronizar com exatidão os tempos de transição.

Muitas normas não especificam este tempo de transição sendo que, o que pode ser aceitável para ensaios cíclicos com longos períodos (de dias), pode não ser aceitável em casos em que os períodos são curtos (horas).



## 9. Conclusão

Deve-se salientar que os ensaios acelerados de corrosão e respectivos equipamentos utilizados não são “máquinas do tempo”, e que sempre é possível observar as condições de uso do produto para introduzir alterações no ensaio, a fim de reproduzir a performance do produto durante a vida útil (porém perde-se na normalização do ensaio).

*Fig. 3 – Exemplo de carta psicrométrica*

São inegáveis a importância e as vantagens conseguidas pela complementação dos ensaios tradicionais, entre eles o de névoa salina com os cíclicos.

Cada vez mais, através de novos ensaios de campo e desenvolvimentos em laboratórios, será possível publicar métodos de ensaios muito mais representativos que o de névoa salina neutra. Sua normalização será amplamente utilizada para comparar qualidade de componentes ou acabamentos com relação a corrosão atmosférica.

Também é conveniente observar que o ambiente terrestre está sujeito a alterações climatológicas, o que pode levar a futuramente ser necessário modificar alguns parâmetros do ensaio (entre eles podemos citar a chuva ácida, cuja potencialidade tem aumentado nos últimos anos).

### **Bibliografia:**

“ASTM Standardization News”.

ROBERT BABOIAN, “Corrosion Test and Standards- Application and Interpretation”, ASTM book, June 1995.

GARDNER S. HAYNES, “Cyclic Cabinet Corrosion Testing”, ASTM STP 1238, November 1995.

KETOLA, GROSSMAN, “Accelerated and Outdoor Durability Testing of Organic Materials”, ASTM STP 1202, June 1994.

“P 228 Automotive Corrosion and Prevention Conference Proceedings”, Dearborn, MI, December 1989.

“P 250 - 5 th Automotive Corrosion and Prevention Conference Proceedings”, October 1991. •

---

### **Carlos Alberto Maciel**

Engenheiro Químico – Escola Politécnica da Universidade São Paulo, Diretor - BASS Equipamentos Ltda – Brasil / Thermotron Ind, Inc. - U.S.A. Vice-Presidente da Câmara Setorial de Controle de Qualidade do CB 04 da ABNT.

Carlos@bass.com.br Fax: 11 4161 2176

# Corrosão & Proteção

## Ciência e Tecnologia em Corrosão

A Revista *Corrosão & Proteção* tem como objetivo difundir o estudo da corrosão e seus métodos de proteção e controle, as experiências bem-sucedidas e as principais novidades do setor. Apresentada em estilo moderno e linguagem acessível, cobre os diversos universos compreendidos pelo tema central, tais como:

- Corrosão
- Inibidores de Corrosão
- Pintura Industrial
- Proteção Catódica
- Revestimentos Anticorrosivos
- Tratamentos Galvânicos

### **Público-alvo**

- Técnicos especializados
- Área acadêmica e científica
- Entidades empresariais
- Formadores de opinião
- Entidades de classe
- Imprensa especializada
- Entidades governamentais

### **Circulação nacional**

### **Distribuição gratuita**

Uma excelente oportunidade para divulgar marcas, produtos e serviços.

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



Uma publicação da **ABRACO** -  
**Associação Brasileira de Corrosão**



# O Dízimo da Vida ou “A Urgência de Viver”

*Não temos um estoque inesgotável de tempo. É necessário fazer.*

*E fazê-lo agora, sem protelação*



Por José Adolfo  
Gazabin Simões

**A**GRADA-ME A DEFINIÇÃO de Ética dada por um amigo. Diz ele: “ser ético ou fazer com ética, é fazer o que deve ser feito, da maneira como deve ser feito, mesmo quando não há ninguém olhando”. Da simples definição, salta-me aos olhos o verbo fazer.

Nestes dias em que a mídia, principalmente a televisiva, resolveu divulgar os apelos da comunidade científica quanto aos resultados de pesquisas pertinentes às questões de meio ambiente, somos todos impelidos a pensar sobre o nosso particular “fazer”. Ainda que tenha dúvidas quanto aos motivos da mídia, afinal o tema tem a dose requerida de alarmismo e sensacionalismo, não podemos deixar de nos questionar sobre o quanto estamos, de fato, empenhados em minimizar o impacto de nossa existência sobre o tão combalido planeta Terra.

Se não com obras ou sugestões grandiosas e impactantes, mesmo sem a “gloriosa” divulgação da mídia, o que realmente fazemos – ou podemos fazer – em contribuição com o planeta? Em nossas casas ou em nossos ambientes de trabalho, fazemos a “nossa parte”, mesmo quando não há ninguém olhando? Aquela embalagem de plástico, que poderia ser reciclada, a separamos? Ou, por estarmos com pressa, acabamos por jogá-la no lixo comum – afinal, “as crianças” não estavam por perto... O óleo da fritura é reservado para descarte apropriado, ou simplesmente é jogado na pia, contribuindo, sem saber, com um pouquinho a mais de dificuldade no posterior tratamento da água?

Longe de arrogar-me o direito de julgar – afinal os questionamentos também valem para mim, pergunto se, de fato, estamos agindo com ética em todas as questões de nossas vidas? Uma justa medida seria contabilizar o quanto deixamos de fazer (ou deixamos para depois), daquilo que poderíamos fazer já.

Um texto que circula pela Internet, atribuído ao Rabino Henry Sobel, fala justamente sobre fazer: “...nesta hora de oração, talvez mais do que em qualquer outra, sentimos a urgência de viver. Tedy Kollek, o dinâmico prefeito de Jerusalém, propõe em sua autobiografia um 11º Manda-

**“10% em atitude.  
Este seria um  
bom começo  
para todo nós”**

*mento: ‘Não serás paciente’. A primeira vista, tal mandamento parece ir contra uma das virtudes mais valorizadas da humanidade, pois a paciência é uma virtude. No entanto, ao refletirmos sobre as palavras de Kollek, percebemos que elas contém uma grande sabedoria. A impaciência é necessária para remediar nossa tendência tão humana de protelar. Pois a verdade é que, em muitas áreas vitais de nossa existência, somos pacientes demais. Esperamos demais para fazer o que precisa ser feito, num mundo que nos dá um dia de cada vez, sem garantias do amanhã. Enquanto lamentamos que a vida é curta, agimos como se tivéssemos*

*à nossa disposição, um estoque inesgotável de tempo”.*

Considerando, então, a desagradável sensação de que não há muito mais tempo, é que os convidados para, definitivamente, assumirmos o papel que nos cabe e a responsabilidade por fazer algo, por mais simples que seja. Por exemplo, poderíamos nos comprometer em contribuir com 10%. Claro que não em dinheiro; digo em esforço e comprometimento, ou seja, em atitude. Algo como o “pagamento” de um dízimo ao planeta (ou seja, a nós mesmos): Nos empenhemos em consumir 10% menos; em economizar, no mínimo, 10% de água; 10% de energia elétrica; procuremos produzir 10% menos de lixo; reciclar 10% mais do que vimos fazendo; em andar de carro 10% menos ou andar à pé 10% mais; em imprimir 10% menos folhas em nossas impressoras. Enfim, nos empenhos em fazer um pouquinho mais por nossas vidas, pensando não individualmente, mas coletivamente.

Afinal, por mais catastróficas, alarmistas e sensacionalistas que sejam as previsões, não podemos nos esquecer que, sempre, a soma das partes é maior que o todo e, juntos, nossa capacidade de realização é infinita; ou, como diz outro amigo: “aquilo que fazemos juntos, fortalece a musculatura que nos mantém unidos”. Então, permaneçamos unidos e vivos, fazendo juntos. •

**José Adolfo Gazabin Simões**

Diretor do SINDISUPER e CentralSuper,  
Diretor da Galrei Galvanoplastia Industrial  
zegazaba@uol.com.br  
fax: (11) 4075-1888



Orlando Pavani Júnior

## É preciso parar de ensinar para voltar a *aprender*

*Um livre pensar sobre a atuação dos professores*

**N**UM MUNDO CADA VEZ MAIS DIFÍCIL DE SE PERPETUAR PROFISSIONALMENTE, principalmente sem dispor do uso contínuo da intelectualidade mais formal, ainda assistimos tantos brasileiros sem a formação acadêmica básica a serviço da competitividade organizacional mais elementar!

Quanto brasileiros, ainda cedo, priorizam o trabalho ao brincar, quanto mais ao estudar, motivados pela regra da vida, imposta pela natureza, da batalha de nos mantermos vivo. Tal conjuntura configura uma realidade irrefutável, no entanto, este artigo não quer privilegiar essa penumbra social, mas sim levantar uma outra questão que tenho vivido em minha atividade profissional: *a dos cidadãos que freqüentaram a escola, mas ainda continuam na marginalidade profissional!*

Seria uma questão de mediocridade pessoal?! Um desses maus alunos que não deram o máximo de si durante o período das aulas?! Um exemplo de falta de base acadêmica durante o ensino fundamental que o limitou ao aprendizado posterior nos cursos de nível médio e superior?! Seria aquele aluno “problema” que não gostava de estudar?! Um daqueles alunos que veio daquela “péssima” escola?!

Não! Estou absolutamente convencido de que não! Esses argumentos não são, de longe, a melhor justificativa para esses casos!

Tenho vivido e experienciado os três papéis do ambiente educacional, portanto, sou (e serei eterno) aluno, atuo também como professor universitário em cursos de graduação e pós-graduação, e ainda estou CEO de uma empresa de consultoria em gestão integrada especializada em gestão da transformação organizacional. Esta empresa tem atuado, dentre outras atividades, no segmento de treinamentos técnicos e motivacionais e, com freqüência, nossos conteúdos programáticos podem ser configurados como corretivos ao conteúdo programático da escola tradicional. O que ensinamos deveria ter sido ensinado nos bancos de escola, mas infelizmente não o foram!

Nossa atividade tem procurado conscientizar as entidades de ensino brasileiras na aplicabilidade das práticas de excelência em gestão, adotadas pelas empresas públicas e privadas, como por exemplo, a Certificação ISO 9000 para Escolas, a norma ISO 9001:2000 especialmente adaptada pela ABNT com aplicabilidade específica para entidades de ensino. Poucas são as escolas que já se certificaram, ou até se interessaram pelo assunto, por puro desconhecimento ou ignorância sobre essa possibilidade.

Essa experiência nos autoriza a interferir, razoavelmente, sobre a necessidade de outras alternativas para a problemática do profissional formado academicamente, mas ainda muito mal colocado no ambiente corporativo organizacional. Embora formado, estes profissionais não servem para muita coisa!

Talvez a causa fundamental do problema resida mesmo nos professores, quando insistem por culpar os alunos pelo seu mau desempenho sem observar um pouco mais seus próprios espelhos para constatar o péssimo desempenho como professores que, “acham”, representam!

Será que as aulas deles seriam assistidas, com prazer, por eles mesmos?!

Será que eles mesmos não seriam reprovados quando submetidos ao método de ensino atual? Será que eles, os professores, também não teriam nota “D” no ENEM

Será que seria legítimo que os professores definissem o conteúdo programático de suas disciplinas? Será que eles seriam capazes de incluir naquele conteúdo programático algo que não conhecessem, mas que, sabidamente, o mercado necessitasse?!

Será que o orgulho deles permitiria levá-los novamente aos bancos das escolas para reciclagem total de seus meios de ensino? Será que saber o conteúdo de sua disciplina é suficiente ou teriam também que saber ENSINAR o mesmo conteúdo?!

Será que a classe toda seria realmente “burra” quando, depois daquela aula de física clássica e chata, o professor aplica suas avaliações capciosas e manifesta que a maioria (cerca de 70%) de seus alunos sempre fica de exame?! Não caberia aqui uma reflexão do professor que privilegiasse o ato de gerar aprendizado ao aluno e não o mero ato de “arrostar” conhecimentos aos mesmos?!

Será que eles realmente fazem de tudo para contribuir com a vitória profissional daquele aluno?!

Será que este aluno é realmente o único culpado?!

Com certeza não! O professor e toda a mesmice universitária são os protagonistas da atual realidade. O aluno pode até ter sua culpa, mas é coadjuvante, e não protagonista da endemia! •

**Adm. M.Sc. Prof. Orlando Pavani Júnior**

Consultor Titulado CMC pelo IBCO/ICMCI - CRA 57.398

Diretor Executivo da Gauss Consultores Associados Ltda.

[www.gaussconsulting.com.br](http://www.gaussconsulting.com.br) – [www.olhodetigre.com.br](http://www.olhodetigre.com.br)

fone: (11) 4220-4950

## Empresas *associadas* à ABRACO

A ABRACO agradece às empresas associadas pelo apoio e colaboração às diversas iniciativas da entidade, que possibilitam o desenvolvimento de atividades culturais e de fomento comercial. A ABRACO espera estreitar ainda mais as parcerias com as empresas, para que os avanços tecnológicos e o estudo da corrosão sejam compartilhados com a comunidade técnico-empresarial do setor.

**ACQUABLAST TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES LTDA.**
[www.acquablast.com.br](http://www.acquablast.com.br)
**ADVANCE TINTAS E VERNIZES LTDA.**
[www.advancetintas.com.br](http://www.advancetintas.com.br)
**AKZO NOBEL LTDA - DIVISÃO COATINGS**
[www.international-pc.com/pc/](http://www.international-pc.com/pc/)
**ALCLARE REVEST. E PINTURAS LTDA.**
[www.alclare.com.br](http://www.alclare.com.br)
**BLASTING PINTURA INDUSTRIAL LTDA.**
[www.blastingpintura.com.br](http://www.blastingpintura.com.br)
**BUCKMAN LABORATÓRIOS LTDA.**
[www.buckman.com](http://www.buckman.com)
**CEPEL - CENTRO PESQ. ENERGIA ELÉTRICA**
[www.cepel.br](http://www.cepel.br)
**CIA. METROPOLITANO S. PAULO - METRÔ**
[www.metro.sp.gov.br](http://www.metro.sp.gov.br)
**COMÉRCIO E INDÚSTRIA REFIATE LTDA.**
[www.vpci.com.br](http://www.vpci.com.br)
**CONFAB TUBOS S/A**
[www.confab.com.br](http://www.confab.com.br)
**CORROCOAT SERVIÇOS LTDA.**
[www.corrocoat.com.br](http://www.corrocoat.com.br)
**CYRBE IND. RECONDICIONAMENTO ROLOS LTDA.**
[www.cyrbe.com.br](http://www.cyrbe.com.br)
**DECORPRINT IND. E COM. LTDA.**
[www.orvic.com.br](http://www.orvic.com.br)
**DEPRAN MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.**
[www.depran.com.br](http://www.depran.com.br)
**DETEN QUÍMICA S/A**
[www.deten.com.br](http://www.deten.com.br)
**DUAL-TECH DO BRASIL TECNOLOGIA LTDA.**
[jefbr2002@hotmail.com](mailto:jefbr2002@hotmail.com)
**DUTOS QUÍMICA LTDA.**
[www.dutosquimica.com.br](http://www.dutosquimica.com.br)
**EBAK EMP. BRAS. DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.**
[ebak@terra.com.br](mailto:ebak@terra.com.br)
**ELETRONORTE S/A**
[www.eln.gov.br](http://www.eln.gov.br)
**ELETRONUCLEAR S/A**
[www.eletronuclear.gov.br](http://www.eletronuclear.gov.br)
**ENGEDUTO ENG. E REPRESENTAÇÕES LTDA.**
[www.engedutoengenharia.com.br](http://www.engedutoengenharia.com.br)
**EQUILAM INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.**
[www.equilam.com.br](http://www.equilam.com.br)
**FCCATÓDICA PROTEÇÃO ANTICORROSIVA LTDA.**
[fccatodica@veloxmail.com.br](mailto:fccatodica@veloxmail.com.br)
**FIRST FISCHER CONSTRUÇÕES**
[firstfischer@wnetrj.com.br](mailto:firstfischer@wnetrj.com.br)
**FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A**
[www.furnas.com.br](http://www.furnas.com.br)
**G P NIQUEL DURO LTDA.**
[www.grupogp.com.br](http://www.grupogp.com.br)
**HENKEL LTDA.**
[www.henkel.com.br](http://www.henkel.com.br)
**IEC INSTALAÇÕES E ENGª DE CORROSÃO LTDA.**
[www.iecengenharia.com.br](http://www.iecengenharia.com.br)
**IMPÉRCIA ATACADISTA LTDA.**
[www.impercia.com.br](http://www.impercia.com.br)
**INT - INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA**
[www.int.gov.br](http://www.int.gov.br)
**INTECH ENGENHARIA LTDA.**
[www.intech-engenharia.com.br](http://www.intech-engenharia.com.br)
**KURITA DO BRASIL LTDA.**
[www.kurita.com.br](http://www.kurita.com.br)
**MAPS ENGENHARIA INDUSTRIAL LTDA.**
[www.mapsei.com.br](http://www.mapsei.com.br)
**METAL COATINGS BRASIL IND. E COM. LTDA.**
[www.dacromet.com.br](http://www.dacromet.com.br)
**MTT ASELCO AUTOMAÇÃO LTDA.**
[www.aselco.com.br](http://www.aselco.com.br)
**MULTIALLOY METAIS E LIGAS ESPECIAIS LTDA.**
[www.multialloy.com.br](http://www.multialloy.com.br)
**NTI ZERUST INIBIDORES DE CORROSÃO VCI LTDA.**
[www.zerust.com.br](http://www.zerust.com.br)
**NALCO BRASIL LTDA.**
[www.nalco.com.br](http://www.nalco.com.br)
**NORDESTE PINTURAS E REVESTIMENTOS LTDA.**
[www.nrnordeste.com.br](http://www.nrnordeste.com.br)
**PERFOTEX IND. DE RECOB. DE SUPERF. LTDA.**
[www.perfortex.com.br](http://www.perfortex.com.br)
**PETROBRAS S/A - CENPES**
[www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br)
**PETROBRAS TRANSPORTES S/A - TRANSPETRO**
[www.transpetro.com.br](http://www.transpetro.com.br)
**PETROQUÍMICA UNIÃO S/A**
[www.pqu.com.br](http://www.pqu.com.br)
**QUALITY WELDING CONS., CQ, SERV. E TREINAM.**
[www.qualitywelding.com.br](http://www.qualitywelding.com.br)
**QUÍMICA INDUSTRIAL UNIÃO LTDA.**
[www.tintasjumbo.com.br](http://www.tintasjumbo.com.br)
**RENNER HERMANN S/A**
[www.rennermm.com.br](http://www.rennermm.com.br)
**RUST ENGENHARIA LTDA.**
[www.rust.com.br](http://www.rust.com.br)
**SACOR SIDEROTÉCNICA S/A**
[www.sacor.com.br](http://www.sacor.com.br)
**SHERWIN WILLIAMS DO BRASIL - DIV. SUMARÉ**
[www.sherwinwilliams.com.br](http://www.sherwinwilliams.com.br)
**SOCOTHERM BRASIL**
[www.socotherm.com.br](http://www.socotherm.com.br)
**SOFT METAIS LTDA.**
[www.softmetais.com.br](http://www.softmetais.com.br)
**TBG - TRANSP. BRAS. GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL**
[www.tbg.com.br](http://www.tbg.com.br)
**TEC-HIDRO IND. COM. E SERVIÇOS LTDA.**
[tec-hidro@tec-hidro.com.br](mailto:tec-hidro@tec-hidro.com.br)
**TRIEX - SISTEMAS, COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA.**
[www.triexsis.com.br](http://www.triexsis.com.br)
**ULTRAJATO ANTICORROSÃO E PINT. INDUSTRIAIS**
[www.ultrajato.com.br](http://www.ultrajato.com.br)
**UNICONTROL INTERNATIONAL LTDA.**
[www.unicontrol.ind.br](http://www.unicontrol.ind.br)
**VERTICAL SERVICE CONSTRUÇÕES LTDA.**
[verticalservice@verticalservice.com.br](mailto:verticalservice@verticalservice.com.br)
**VOTORANTIM METAIS ZINCO S.A.**
[www.votorantim-metais.com.br](http://www.votorantim-metais.com.br)
**WEG INDÚSTRIAS S/A - QUÍMICA**
[www.weg.com.br](http://www.weg.com.br)
**W.O. ANTICORROSÃO E CONSTRUÇÕES LTDA.**
[www.woanticorrosao.com.br](http://www.woanticorrosao.com.br)