

# Corrosão & Proteção

 **ABRACO**  
Associação Brasileira de Corrosão  
ISSN 0100-1485

Ciência e Tecnologia em Corrosão

  
**APORTE**  
EDITORIAL

Ano 5  
Nº 23  
Set/Out 2008

## **ENTREVISTA**

*Laerce Nunes,  
atual vice-presidente  
da ABRACO*

**TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE**

# **INVESTIMENTOS MOBILIZAM O SETOR**



Foto: Agência  
PETROBRAS  
de Notícias

6

## Entrevista

*Professor Laerce Nunes volta à presidência da ABRACO*

*Laerce Nunes*

8

## Matéria de Capa

*Investimentos mobilizam o setor*

14

## ABRACO Informa

17

## Notícias do Mercado

19

## Treinamento & Desenvolvimento

*Orlando Pavani Júnior*

34

## Opinião

*A importância da inovação*

*Flávio Ortuño*

## Artigo Técnico

20

*Fosfatização de Metais Ferrosos  
Parte 15 - Alívio de tensões  
e desengraxe*

*Por Zebbour Panossian  
e Célia A. L. dos Santos*

24

*Plano de Gerenciamento  
de Integridade de Dutos  
contra Corrosão – Parte 2*  
*Por Alysson Helton Santos Bueno  
e José A. C. Ponciano*

31

*Noções Básicas sobre Processo  
de Anodização do Alumínio  
e suas Ligas - Parte 10*  
*Por Adeal Antônio Meneghesso*



A revista **Corrosão & Proteção** é uma publicação oficial da ABRACO – Associação Brasileira de Corrosão, fundada em 17 de outubro de 1968, e tem como objetivo congrega toda a comunidade técnico-empresarial do setor, difundir o estudo da corrosão e seus métodos de proteção. ISSN 0100-1485

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

### Diretoria

#### 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

#### Gerente Administrativo/Financeiro

Walter Marques da Silva

### Diretoria Técnica

Eng. Aldo Cordeiro Dutra

Dr. Eduardo Homem de S. Cavalcanti - INT  
Jeferson da Silva - AKZO NOBEL  
Dra. Olga Baptista Ferraz - INT  
Dra. Zebbour Panossian - IPT

### Conselho Editorial

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

### Redação e Publicidade

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



### Diretores

João Conte - Denise B. Ribeiro Conte

### Editor

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

### Repórteres

Henrique A. Dias e Carlos Sbarai

### Projeto Gráfico/Edição

Intacta Design - info@intactadesign.com

### Gráfica

Van Moorsel

*Esta edição será distribuída em novembro  
de 2008.*

*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.*

## 40 anos de *atividades* ininterruptas

**Q**UANDO UM GRUPO DE VISIONÁRIOS SE REUNIU PARA FUNDAR A ABRACO, EM 18 DE OUTUBRO DE 1968, certamente não imaginava que aquela semente frutificaria por 40 anos ininterruptos no compartilhamento do estudo da corrosão e de seus métodos de controle e de prevenção, contribuindo decisivamente para que o país ganhasse destaque e relevância internacional no debate técnico sobre o tema.

Em uma sala do Hotel Glória, no Rio de Janeiro, durante a realização do V Seminário do Instituto Brasileiro de Petróleo – IBP, Aldo Cordeiro Dutra, Aldo Maestrelli e o General Iremar de Figueiredo Ferreira Pinto redigiram a ata de fundação da ABRACO, iniciativa apoiada por outros associados fundadores, estudiosos e especialistas em corrosão.

A alta demanda por mão-de-obra especializada por parte da PETROBRAS fez da empresa uma parceira e patrocinadora das iniciativas da associação na realização de congressos, seminários e cursos nos mais diversos centros tecnológicos do território nacional. Essa é talvez uma das parcerias mais duradouras da história da indústria nacional, sempre com resultados muito positivos para a instituição, para a empresa e para o desenvolvimento do país.

A partir dessa parceria estratégica, a ABRACO ampliou horizontes para a disseminação do conhecimento na área da corrosão. A entidade, por exemplo, mantém convênio de cooperação mútua com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e é reconhecida como o único Foro Nacional de Normalização, para apoio técnico e administrativo/financeiro da secretaria Técnica do Comitê brasileiro de Corrosão – ABNT / CB-43, sendo a ABRACO responsável pela Secretaria Técnica do Comitê.

Foram vários eventos nacionais e internacionais nesses 40 anos da associação, com destaque para o LATINCORR, INTERCOR e principalmente o 7º Congresso Internacional de Corrosão, realizado em 1978, na cidade do Rio de Janeiro, sob os auspícios do ICC – International Corrosion Council. A ABRACO ainda organizou 23 Congressos, 30 Seminários e quatro Workshops. Foram 118 Cursos de Qualificação formando cerca de 3100 profissionais.

Ainda na área de treinamento, em 2007, foi firmado contrato de prestação de serviços entre a ABRACO e a ABEMI – Associação Brasileira de Engenharia Industrial para a Qualificação e Certificação de profissionais no âmbito do convênio firmado entre a ABEMI e a PETROBRAS, que visa a implantação e execução do Plano Nacional de Qualificação Profissional (PNQP) do PROMINP – Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás. Finalmente, é importante citar que a ABRACO está em fase de acreditação junto ao INMETRO para se tornar um Organismo de Certificação de Pessoal (OPC) na modalidade de Inspetor de Pintura Industrial.

**Novas parcerias** – A retomada da **Revista Corrosão & Proteção**, em parceria com a Aporte Editorial, contribuiu para ampliar a difusão em nível nacional, da divulgação dos principais avanços tecnológicos, das novidades e das atividades da ABRACO, com o objetivo de congregar a comunidade técnico-empresarial do setor.

Como as ações do presente devem antever o futuro, outras parcerias estão sendo firmadas, como a unificação do Banco de Dados sobre o histórico do desempenho de materiais de engenharia empregados nos diferentes setores produtivos e de infra-estrutura (veja mais na página 14). Este foi apenas o resumo de longos capítulos de uma história escrita por notáveis colaboradores, e que continuará sendo protagonizada por ações vitoriosas dos que trabalham para disseminar e compartilhar conhecimentos.

A edição apresenta ainda outros assuntos relevantes que certamente contribuirão para a atualização técnica dos leitores.

Boa Leitura!

*Os Editores*

*A ABRACO acredita que as ações do presente devem antever o futuro e, por isso, sempre está aberta a novas parcerias que colaborem para disseminar o conhecimento*



Laerce Nunes

## Professor Laerce Nunes *volta* à presidência da ABRACO

*Presidente da Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO) no biênio 1999/2000, Nunes retorna ao cargo com a missão de manter a curva de crescimento que a entidade vem atingindo ao longo dos últimos anos*

*Por Henrique Dias*

**C**om um panorama totalmente diferente do encontrado em sua primeira gestão à frente da ABRACO, o engenheiro Laerce de Paula Nunes reassume a presidência no próximo dia 1º de janeiro de 2009, em substituição a Pedro Paulo Barbosa Leite, procurando não só dar continuidade ao trabalho que vem sendo feito, mas também com o objetivo de consolidar a imagem da associação junto ao mercado. “Há dez anos, quando me tornei presidente pela primeira vez, a ABRACO vivia um momento financeiro muito difícil, e veio se recuperando ao longo da última década, sobretudo com o crescimento da indústria brasileira de petróleo, gás natural e biocombustíveis”, conta.

Para o biênio 2009/2010, Laerce planeja formar uma diretoria com nomes consagrados do mercado nacional da proteção anticorrosiva, unindo forças para melhorar ainda mais o funcionamento da associação durante a sua segunda gestão. No entanto, ele ainda não sabe quem será seu vice-presidente, que pelo estatuto da ABRACO torna-se presidente no biênio seguinte. “Todos os associados vão receber no início de novembro, pelo correio, a cédula de votação. No final do mês saberemos quem será o novo

vice-presidente”, explica.

Um dos projetos que será desenvolvido pela ABRACO, em parceria com a COPPE/ UFRJ, durante o próximo mandato do Professor Laerce, será a criação de um banco de dados sobre o histórico do desempenho de materiais no Brasil (ver ABRACO Informa na página 14), cuja finalidade será reunir em um só lugar o maior número de informações possíveis sobre os diversos processos de corrosão existentes. “Esse banco de dados vai ser uma ferramenta excelente para quem trabalha com corrosão e vai trazer um grande benefício para a nossa comunidade, principalmente no que diz respeito à realidade brasileira”, ressalta.

Engenheiro metalurgista com especialização em engenharia de equipamentos, Laerce Nunes fez parte do quadro da PETROBRAS de fevereiro de 1967 a junho de 1995. Nesse período trabalhou na inspeção de equipamentos e projetos, e na especificação de sistemas de proteção anticorrosiva. Também atuou como professor, coordenador e gerente da área de treinamento da estatal brasileira. A partir de julho de 1995, Nunes atuou como consultor na área de corrosão em diversas empresas de todo o país, e, atualmente, é gerente de projetos da Instalações e Engenharia de

Corrosão Ltda. (IEC). Para falar sobre sua volta à presidência da ABRACO, os desafios que virão com a descoberta da camada do pré-sal e seus três livros publicados, entre outros assuntos, Laerce Nunes recebeu a **Revista Corrosão & Proteção** na sede da IEC, no Rio de Janeiro.

### **Como o senhor avalia o trabalho feito por seu antecessor, Pedro Paulo Barbosa Leite?**

**Nunes** – *Em primeiro lugar, eu gostaria de avaliar não apenas o trabalho dele, mas o que vem sendo feito por todos os outros ex-presidentes, que contribuíram muito para o crescimento da ABRACO, principalmente, na última década. Falando especificamente sobre o Pedro Leite, ele atuou de forma bem transparente, procurando consolidar alguns aspectos importantes como, por exemplo, a transformação da associação em uma entidade certificadora.*

### **O senhor volta à presidência da ABRACO após dez anos. Quais foram as principais mudanças ocorridas na associação desde então?**

**Nunes** – *Quando eu assumi a presidência pela primeira vez, no biênio 1999/2000, a associação passava por uma situação muito difícil, posso afirmar que estava à beira da falência. Então, a grande*

*mudança ocorrida na última década foi o ressurgimento da ABRACO, como organização e em termos financeiros. Nesse período, ela veio consolidando sua posição no mercado, impulsionada pelo crescimento do setor de petróleo e derivados.*

**Qual será o principal desafio da sua segunda gestão?**

**Nunes** – *Será manter a associação nessa curva de crescimento, garantindo a ela recursos permanentes, ou seja, equilibrando as despesas com as receitas fixas para que não tenhamos quaisquer dificuldades no futuro.*

**Na opinião do senhor, que benefícios a parceria entre a ABRACO e a COPPE/UFRJ na criação de um banco de dados de desempenho de materiais pode trazer para a comunidade científica?**

**Nunes** – *Esse banco de dados vai possibilitar a criação de uma ferramenta excelente para quem trabalha com corrosão, trazendo um grande benefício para a comunidade em termos de informação sobre a realidade brasileira, uma vez que existem iniciativas dessa natureza, mas com dados sobre o desempenho de materiais em outros países. No Brasil ainda não tínhamos nada parecido.*

**Como os profissionais que atuam na área de proteção anticorrosiva devem se preparar para as demandas que virão com a descoberta da camada do pré-sal?**

**Nunes** – *Eu vejo essa descoberta da camada do pré-sal como uma grande oportunidade de crescimento para a nossa entidade, uma vez que o contingente de pessoal qualificado e preparado para esse novo desafio tecnológico tem de aumentar consideravelmente. Estamos diante de uma nova era no Brasil e a ABRACO, evidente-*



*mente, não pode deixar de participar dela através dos cursos e do debate de idéias.*

**O senhor já publicou três livros que enfocam o combate à corrosão. Com que frequência eles são atualizados?**

**Nunes** – *Eu procuro mantê-los sempre atualizados, de acordo com as mudanças e as descobertas tec-*

**Nunes** – *No momento, eu venho pensando em um outro projeto que seria um livro sobre fundamentos de metalurgia aplicados ao conhecimento da corrosão. Será um trabalho interessante, porque existe uma interface muito importante entre o desempenho dos materiais do ponto de vista metalúrgico e o desempenho dos mesmos no que diz respeito à corrosão.*

*“ Com a descoberta da camada de pré-sal, estamos diante de uma nova era no Brasil e a ABRACO não pode deixar de participar dela através de cursos e do debate de idéias ”*

*nológicas que se sucedem, tanto é que o livro “Proteção Catódica Técnica de Combate à Corrosão” já está na 4ª edição e o intitulado “Pintura Industrial na Proteção Anticorrosiva” possui três edições publicadas. O livro mais recente denominado “Fundamentos de Resistência à Corrosão” teve sua primeira edição lançada há pouco mais de um ano.*

**Além desses livros, o senhor tem algum outro projeto em vista?**

**Que mensagem o senhor gostaria de deixar para os associados da ABRACO?**

**Nunes** – *Para essa nova gestão, a minha expectativa é formar uma equipe com profissionais consagrados da área de proteção anticorrosiva, fazendo com que a associação dê um salto de qualidade ainda maior nos próximos dois anos.*

**Mais informações sobre a ABRACO no site [www.abraco.org.br](http://www.abraco.org.br).**



## Investimentos *mobilizam* o setor

*Apesar das incertezas devido à crise financeira mundial, a indústria de processos químicos para tratamento de superfície deve continuar aquecida e trabalhando a pleno vapor*

*Por Carlos Sbarai*

**A** globalização não passará imune à maior crise que esta geração de empresários vivencia, com a desestabilização da economia mundial, desencadeada pelos problemas de crédito nos Estados Unidos. Certamente esse cenário comprometerá os índices de crescimento projetados, baseados na evolução econômica dos últimos anos que faziam crer que a economia ficaria por um longo tempo navegando em “céu de brigadeiro”. A favor do Brasil conta um sistema bancário confiável, a descentralização das exportações, altas reservas monetárias, além de outros indicadores relevantes. Hoje, o Brasil encontra-se fortalecido e menos dependente.

Previsões catastróficas, pessimismo exacerbado e futurologia à parte, a indústria de processos químicos para tratamento

de superfície deve ficar bem aquecida nos próximos três anos, é o que espera o vice-presidente da Centralsuper e diretor da Termotron Eletrodeposição, Marco Antonio de Paiva Vital. “O anúncio de que PETROBRAS precisará nos próximos 10 anos de 200 navios e 38 sondas exploratórias, trarão muitos benefícios para a indústria de tratamento de superfície. A projeção é de investimentos superiores a R\$ 2 trilhões na economia brasileira até 2017 puxados pela produção da estatal”.

Vital acredita que essa notícia causará um grande impacto no mercado doméstico. “O mercado está esperando um grande impulso, pelo menos no que diz respeito à geração de serviços na produção de equipamentos, principalmente para as empresas que atuam no segmento de tratamento de superfície. No prazo de 24 a 36 meses, esperamos um crescimento de 40% na prestação de serviços nesse setor. Além disso, esse pode ser considerado um número que dá para mudar a história, pois há muito tempo que não acontecia um fato dessa magnitude”, revela Vital. O vice-presidente da Centralsuper acredita ainda que esse investimento não entrará como apoio estrutural direto. Parte deve ir para a formação de mão-de-obra, uma vez que as últimas descobertas de reservas ultrapassaram as expectativas.

Já o vice-presidente do Sindicato da Indústria de Proteção, Tratamento e Transformação de Superfície do Estado de São Paulo (Sindisuper) e diretor da Wadyclor, Marco Antonio Barbieri, que também é vice-presidente da Associação Brasileira de Tratamento de Superfície (ABTS), prefere não fazer previsões sobre o quanto deve crescer o setor de tratamento de superfície após o anúncio desses investimentos. Dados recentes da ABTS apontam para um crescimento



no setor de 15% em relação ao ano passado, isso sem considerar os investimentos anunciados pelo governo federal.

Barbieri destaca que as empresas nacionais estão bem preparadas e aproveitaram para investir em tecnologia, adequando-se aos padrões internacionais. “A cobrança rigorosa da legislação ambiental e de saúde no trabalho exigiu investimentos consideráveis das prestadoras de serviços de galvanoplastia no Brasil. Além disso, houve uma pressão por parte dos clientes com relação ao atendimento de normas técnicas mais rigorosas e principalmente preços”, destaca.

A questão dos preços é também levantada por Paiva Vital. Segundo ele, no âmbito global existem basicamente dois tipos de tratadores de superfície, os qualificados, que estão dentro do padrão de qualidade internacional, ou seja, preparados para colocar seu produto em qualquer país industrializado, e os demais. Dentro dos qualificados, a pressão é preço. Se compararmos com a Alemanha, por exemplo, no segmento automotivo na base de tratamento superficial qualificado, a produção alemã está 12 vezes maior do que a nossa, ou seja, os níveis de produção impactam diretamente no preço.

Qualquer tipo de modificação na tecnologia aplicada ao tratamento de superfícies demora mais para ser utilizada no Brasil do que nos Estados Unidos e Europa, principalmente. Uma das novidades é o protocolo que foi assinado para a extinção do cromo hexavalente nos acabamentos. O grande esforço da indústria de tratamento de superfície está sendo superar a falta do cromo hexavalente com o cromo trivalente, oferecendo os mesmos parâmetros de resistência e de aspecto.



## A questão ambiental é prioritária

Na visão da diretora operacional da Anion MacDermid, Flaviana V. Zanini Agnelli, o mercado doméstico atualmente está bem preparado para atender as necessidades da indústria petrolífera. “No caso da Anion MacDermid, iniciamos recentemente a fabricação no Brasil de produtos para a utilização *offshore*. A linha dispõe, dentre outros produtos, de fluidos hidráulicos, com características anticorrosivas, auxiliares na perfuração para obtenção do petróleo”. Segundo Flaviana, os processos são formados por camadas sem complexantes, como zinco alcalino sem cianeto e zinco-ligas, passivadores trivalentes de alta proteção à corrosão, selantes e *top coats*.

O produto tem apresentado alta eficiência, fácil manuseio e operação, alto rendimento, superior proteção à corrosão e peças com excelente acabamento. “Tanto é que respeitam as principais normas nacionais e internacionais, com produtos sem complexantes e isentos de cromo hexavalente, tornando-os facilmente tratáveis em linhas básicas de tratamentos de efluentes. Atualmente, estamos desenvolvendo processos à base de compostos de cromo trivalente e de nanotecnologia”, destaca Flaviana.

Segundo Rui Simas, diretor da Associação Paranaense de Empresa de Tratamento de Superfície – APETS e sócio da TSM Tratamento Superficial em Metais, no caso das pequenas empresas prestadoras de serviços, a principal dificuldade consiste em acompanhar as mudanças tecnológicas de processo e a gestão de resíduo sólido. “As empresas prestadoras de serviço paranaenses que, nos últimos anos, praticaram os ditos ‘preços competitivos’, via de regra hoje não têm fôlego financeiro para melhorias de processos e equipamentos, mudanças de formulações como zinco liga e cromo trivalente. Atualmente estima-se uma perda de 30 a 40% dos serviços no Paraná para as empresas localizadas em São Paulo e em Santa Catarina, cujas instalações se adequaram às especificações de novos processos. A gestão do resíduo sólido, gerado na ETE (lodo galvânico), ainda é um impasse nas pequenas empresas, infelizmente muitas não consideram ou não conseguem repassar estes custos na formação do preço de venda”.

Entretanto, Rui Simas destaca que felizmente a questão de tratamento de efluentes é uma etapa cumprida. Em pesquisa recente constatou-se que todas as empresas associadas da APETS tratam de alguma maneira seus efluentes. Os órgãos de controle ambiental na renovação das licenças de operação têm cobrado o monitoramento das ETEs por laboratórios credenciados. “Técnicamente os fornecedores de processos também oferecem apoio, mas para a associação esta é uma questão delicada, pois os fornecedores de processo têm uma preocupação legítima que é a colocação de suas formulações, para o qual dão todo apoio possível, infelizmente este apoio nem sempre se estende para a parte ambiental”.

Aos poucos a preocupação com os problemas ambientais ganha

espaço. Por exemplo, boletins técnicos dos produtos novos já apresentam os cuidados necessários com o manuseio e tratamento de efluentes. A necessidade é mercadológica: os grandes fornecedores têm evitado as empresas com baixa evolução tecnológica e/ou com problemas ambientais. Se a empresa vende, por exemplo, uma formulação para utilização em uma solução cianídrica ou de cromo hexavalente, deve ter a preocupação com o que vai ser feito com esta solução e seus efluentes. Segundo informações da APETS, já foi encontrada uma pequena instalação artesanal desativada, com soluções cianídricas, localizada dentro de uma garagem em um condomínio residencial.

A criação da APETS é decorrente de um trabalho desenvolvido dentro da FIEPR – Federação das Indústrias do Estado do Paraná para o desenvolvimento do setor de tratamento de superfície na parte técnica e ambiental, demanda sempre expressada pelos profissionais do setor. O ponto de partida foi a melhoria dos conhecimentos técnicos através de palestras, seminários, cursos e feiras. A APETS apresenta números significativos, que refletem o esforço da entidade na capacitação e atualização dos empresários e profissionais da área. Da fundação até dezembro de 2007, a entidade já organizou 68 reuniões técnicas, 170 palestras, 224 cursos, além de diversas participações em feiras e congressos nacionais e internacionais. Em 2007, a média de participante nos Eventos da APETS (palestras e cursos) foi de 80 pessoas.

#### **Processos galvânicos de maior interesse da PETROBRAS**

Segundo Anna Ramus Moreira, profissional do Laboratório de

Corrosão e Proteção Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, o trabalho desenvolvido pelo LCP/IPT para a PETROBRAS é o projeto Níquel químico para proteção contra corrosão em águas profundas e substitutos do cádmio em fixadores utilizados em *off-shore*. “O revestimento de cádmio é muito usado para proteger o substrato de aço carbono de fixadores (parafusos/porcas) contra corrosão. No entanto, devido ao fato deste ser tóxico, existe a necessidade, em curto prazo, de substituí-lo. Sendo assim, o objetivo principal deste projeto é a identificação de revestimentos que possam substituir o revestimento de cádmio, de instalações onde possa ocorrer corrosão atmosférica, com desempenho equivalente ou ainda com vantagens”, esclarece.

# GEOMET®

## REVESTIMENTOS ANTICORROSIVOS DE ALTA PERFORMANCE

- PRODUTOS EM BASE AQUOSA
- ISENTOS DE CRÔMIO E METAIS NOCIVOS
- BAIXA ESPESSURA DE CAMADA
- ALTÍSSIMA RESISTÊNCIA À CORROSÃO
- AUSÊNCIA TOTAL DE FRAGILIZAÇÃO POR HIDROGÊNIO
- COEFICIENTE DE ATRITO CONTROLADO
- OPÇÃO DE ACABAMENTO NA COR PRETA
- APLICAÇÃO EM PARAFUSOS, PORCAS, MOLAS, ESTAMPADOS, DISCOS DE FREIO, CONJUNTOS MONTADOS, ETC.
- MUNDIALMENTE DISPONÍVEL E ESPECIFICADO EM NORMAS AUTOMOTIVAS



**METAL COATINGS  
BRASIL**

Liderança Mundial em Revestimentos Organometálicos

Em busca de alternativas para esta substituição, a pesquisadora informa que foram realizados diferentes ensaios (acelerado de corrosão com pulverização de névoa de água do mar sintética; compatibilidade galvânica em relação a materiais estruturais; exposição natural associada à pulverização de solução salina; exposição natural associada ao aquecimento e à pulverização de solução salina; exposição natural associada à aplicação de torque e à pulverização de solução salina) e estudos de doze revestimentos (de cádmio eletrodepositado com cromatização amarela – referência; composto por óxidos metálicos, cromo hexavalente, flocos de alumínio e de zinco e selante inorgânico em base aquosa; constituído por duas camadas, sendo a primeira um compósito cerâmico/metálico contendo partículas metálicas e a segunda uma camada orgânica – organometálico; de liga zinco-cobalto – 0,5% Co – eletrodepositado com selante preto; de liga zinco-ferro – 2% Fe – eletrodepositado com cromatização preta; de liga zinco-ferro-cobalto – 1,5% Fe e 0,4% Co – eletrodepositado com passivador trivalente azul e selante; organometálico composto por “Delta prokt KL 100” + “Delta prokt VL411 GZ”; de liga níquel-cobalto-boro – 52% Ni – 46% Co – 2% B; composto por óxidos metálicos, flocos de alumínio e de zinco e selante inorgânico em base aquosa; organometálico composto por tinta rica em alumínio e

zinco; organometálico composto por fundo rico em zinco inorgânico e acabamento em epóxi pigmentado com alumínio; e, finalmente, de liga zinco-níquel – 12% Ni – com selante).

O bacharel em química e mestre em engenharia de materiais e pesquisador do Laboratório de Corrosão e Proteção do IPT, Cristiano Cardoso, comenta que, desde 2002, o LCP tem desenvolvido um projeto para verificação da resistência à corrosão do revestimento de níquel químico (*electroless nickel*) aplicado em componentes que ficam submersos em água do mar. “Na primeira fase do projeto, verificaram-se os principais parâmetros do processo que influenciam a obtenção do revestimento de excelente desempenho. Na segunda fase, aperfeiçoaram-se os parâmetros de obtenção apontados na primeira fase e atualizou-se a Especificação Técnica da PETROBRAS para aplicação do revestimento de níquel químico. O desenvolvimento deste projeto contou com o apoio de pesquisadores do CENPES/PETROBRAS e das principais empresas aplicadoras do níquel químico”, explicou Cardoso.

A partir dos banhos de níquel químico obtém-se a deposição dos íons de níquel sem a necessidade de aplicação de corrente elétrica externa como nos processos de eletrodeposição usuais. Nestes banhos, existem condições termodinâmicas favoráveis à deposição autocatódica do níquel, tais como: pH, temperatura e agentes químicos complexantes, tamponantes e estabilizantes, além do agente redutor que fornece os elétrons necessários à deposição. Devido à ausência de corrente elétrica externa e a sua ação autocatódica, o níquel químico apresenta bastante versatilidade, pois todas as partes de uma peça que forem molhadas pelo banho serão revestidas mesmo se a peça tiver geometria complexa e furos passantes ou não-passantes.

Segundo Cardoso, desta forma, o revestimento apresenta excelente penetração e uniformidade macroscópica, não apresentando o “efeito de pontas” que é bastante evidente em alguns processos de deposição eletrolítica. “Existem inúmeros revestimentos de níquel químico, os quais diferem principalmente quanto à quantidade e ao tipo de átomo ou átomos, ou até mesmo de compostos co-depositados. O níquel químico utilizado pela PETROBRAS para proteção contra corrosão é o revestimento constituído pela liga Ni-P, no qual há co-deposição de mais que 10% em massa de átomos de fósforo devido ao agente redutor empregado (hipofosfito de sódio). Os conectores das linhas flexíveis da PETROBRAS são os principais componentes revestidos externamente com o níquel químico alto fósforo”.

Contudo, estes componentes, depois de revestidos com níquel químico, são submetidos ao tratamento térmico de interdifusão (temperatura acima de 600°C), o qual con-



fere ao revestimento boas propriedades mecânicas como, por exemplo, alta dureza, boa resistência ao desgaste e excelente resistência à corrosão (proteção por barreira). “O níquel químico é um revestimento nobre em relação aos substratos ferrosos em meio cloretado, portanto é fundamental a ausência de defeitos como trincas e poros passantes para que este tenha bom desempenho. Contudo, mesmo que haja defeito no revestimento, os conectores estão sujeitos à ação da proteção catódica do próprio sistema das linhas flexíveis da PETROBRAS”, explica Cardoso.

O pesquisador do IPT destaca ainda que muitos pesquisadores estudam poli-ligas de níquel químico, principalmente com o Ni-P e Ni-B. Estes tipos de revestimentos são encontrados com vários co-depósitos como o Teflon, o carbetto de silício, o tungstênio e o diamante. No Laboratório de Corrosão e Proteção do IPT, tem sido estudado o efeito da adição de cobre ao revestimento de níquel químico (Ni-Cu-P). “A deposição de níquel químico está sujeita a todos os cuidados inerentes aos processos de deposição por eletrodeposição de revestimentos metálicos. Há alguns anos, utilizavam-se aditivos de chumbo (bom estabilizador do banho e redutor do efeito maléfico do sulfeto para o revestimento) e aditivos de cádmio (bom abrillantador). Atualmente, já existem formulações de banhos sem estes aditivos e com excelente desempenho”.

## Os desafios do níquel

Francisco de Jesus Martins, gerente geral comercial da Votorantim Metais Níquel, o níquel, empregado na fabricação de aços inoxidáveis e em ligas que têm alto poder de resistência à corrosão e à abrasão, tem sofrido particular volatilidade nos últimos meses no mercado de *commodities*. “Depois de alcançar máximas históricas em 2007, enfrentando uma forte especulação devido à escassez do produto, que provocou forte desequilíbrio entre oferta e demanda, retornou a patamares mais realistas em 2008. Atualmente, com a crise financeira no mercado mundial, acompanhando outras *commodities*, o preço do níquel tem apresentado níveis inferiores aos custos de produção. Essa situação não deve perdurar, pois existe a necessidade de que a produção seja remunerada e com isso equilibrar os fatores de oferta e demanda”.

No médio prazo, as estimativas de mercado mostram que o preço

deverá se manter entre US\$ 20.000 e US\$ 25.000 por tonelada, o que sustenta a continuidade da produção e incentiva o consumo, segundo informações da Votorantim Metais. Em 2007, foram produzidos 1,429 ktpa e consumidos 1,383 ktpa, mas de acordo com a Brook Hunt (empresa especialista em estudos analíticos para metais não-ferrosos), o consumo passará a 1.944 ktpa em 2012, apresentando um crescimento médio de 6,5% por ano.

Com relação a custos, Martins cita que a exemplo de outros metais não-ferrosos, o níquel sofreu forte incremento no custo de produção motivado pelo aumento dos insumos de produção como energia elétrica e óleo combustível e peças para reposição (MRO) e equipamentos. “Um fator adicional para o aumento dos custos é necessidade de se utilizar novos processos produtivos que permitam aproveitar minérios com teores mais baixos de níquel. Um exemplo desse novo processo produtivo é a HPAL (Lixiviação Ácida Sobre Pressão), uma tecnologia que demandará investimentos muito superiores aos usuais, com aumento significativo nos custos”.

# BLASTING

## PINTURA INDUSTRIAL LTDA

Empresa referência em jateamento, hidrojateamento e pintura industrial, com atuação nacional no mercado onshore e offshore.

Certificada nas normas ISO 9001 e OHSAS 18001, busca certificação nas normas ISO 14001 e SA 8000 para conclusão do seu sistema de Gestão Integrada.

Qualidade – Profissionais motivados e capacitados – Responsabilidade social e ambiental



## Banco de dados sobre o histórico de desempenho de materiais

Uma parceria estabelecida entre a COPPE (Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Pesquisas e Engenharia) e a ABRACO terá como objetivo criar um banco de dados contendo informações sobre o histórico do desempenho de materiais de engenharia empregados nos diferentes setores produtivos e de infra-estrutura geral no Brasil. As informações coletadas possibilitarão estruturar uma base de conhecimento sobre a adequação ao uso desses materiais, especialmente no que se refere aos diferentes processos de corrosão que podem ocorrer em variadas condições de serviço. Com isso, introduz-se um novo paradigma ao se definir qualidade tendo como base a experiência acumulada por operadores e usuários.

“A principal tarefa desse inovador banco de dados será transformar informações em conhecimento. O ponto de partida será um vasto conjunto de informações acumuladas, as quais, uma vez compiladas, configuram um histórico de desempenho de grande importância. Essas informações já existem, estando, porém, dispersas e registradas sob diferentes formatos”, afirma o professor da COPPE/UFRJ José Antônio Ponciano.

A concepção geral do projeto prevê a elaboração de dois eixos principais que direcionem o acesso ao sistema: o primeiro orientado pela definição do material e o segundo, pela forma de corrosão predominante, ficando a critério do usuário a definição sobre sua melhor opção de entrada. As classificações dos materiais atende-



*José Antônio Ponciano, professor da COPPE/UFRJ*

rão às normas técnicas em vigência e o ambiente de interação supervisionada será a Internet, com possibilidade de interações múltiplas e individuais entre os participantes.

“Pretende-se com esse sistema apoiar profissionais de áreas tecnológicas que são chamados a tomar decisões em diferentes níveis – projeto, seleção de materiais, operação, inspeção, manutenção e reparo – em que a corrosão se apresente como fator determinante da qualidade de desempenho e confiabilidade. Aproveito a oportunidade para convidar profissionais e entidades de vários setores, como refino, revestimentos, etc, para nos ajudarem na formatação desse banco de dados”, finaliza Ponciano.

## Congresso Latincoat e Adhesives Latinamerica 2008

Um dos eventos mais esperados do ano para os setores de tintas, revestimentos, tintas gráficas, impermeabilizantes, adesivos, colas e selantes, o Latincoat e Adhesives Latin América 2008 ocorreu entre 23 e 25 de setembro, no Expo Center Norte, em São Paulo. A sustentabilidade, visando a sobrevivência dos segmentos de insumos para tintas e adesivos, foi um dos principais assuntos abordados nas 36 palestras que foram ministradas durante o evento, que contou com a participação de 550 congressistas e de profissionais renomados do Brasil e do exterior. Além da Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO), participaram como principais expositores do Latincoat e Adhesives Latin América 2008, a PETROBRAS (Soluções Químicas), a Ipiranga (Química) e a Henkel.



## ABRACO promove seminário em comemoração aos seus 40 anos

Em comemoração ao seu quadragésimo aniversário, a Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO) promoveu, no dia 17 de outubro, no Guanabara Palace Hotel, no Rio de Janeiro, o seminário “A Evolução da Corrosão no Brasil e os Meios de Combate e Prevenção”. Em seu discurso, o atual presidente da entidade, o engenheiro Pedro Paulo Barbosa Leite, fez questão de agradecer a todos aqueles que contribuíram com o crescimento da associação ao longo de sua existência.

“Ao completar 40 anos de intensa atividade, acompanhando o surgimento de novas tecnologias, a ABRACO tem se empenhado através desses anos em aprimorar cada vez mais suas atividades. Ao terminar meu mandato, justamente no ano em que se comemora essa data histórica, quero registrar meus mais sinceros agradecimentos a todos que colaboraram com a minha gestão. Todos que passaram pela presidência dessa

casa, devem ter sentido o mesmo orgulho que eu sinto hoje, deixando ao meu sucessor um legado que foi tão bem administrado ao longo de 40 anos”, disse Leite.

Além do atual presidente da ABRACO, a programação do seminário contou com a participação dos seguintes palestrantes: Aldo Dutra (INMETRO), Joaquim Pereira Quintela (PETROBRAS), Jorge Viegas (MAEST Consultoria), Fernando Manier (UFF), Luiz Paulo Gomes (IEC), Stephan Wolynech (EPUSP), Guilber Dumans de Souza (PROMINP) e Laerce de Paula Nunes (próximo presidente da associação).

Foram homenageados durante o evento os cinco sócio-fundadores da ABRACO que permanecem no quadro social da instituição até hoje. São eles: Aldo Cordeiro Dutra, Ruth Oliveira Viana, Volkmar D. Ett, Maria Carolina Marques da Silva e Iduvirges Lourdes da Silva.



*Da esq. para a dir.: Pedro Paulo Barbosa Leite, presidente da ABRACO, Zebbour Panossian, diretora da ABRACO, e Laerce Nunes, vice-presidente da ABRACO*

## PINTURAS E REVESTIMENTOS ANTICORROSIVOS

- Especializada na preparação de superfície através de jato abrasivo para aço carbono e aço inoxidável, pintura industrial, pintura anticorrosiva e revestimentos especiais.
- Atende as normas técnicas nacionais e internacionais.
- Elabora procedimentos técnicos de execução e inspeção.
- Assistência e consultoria técnica.
- Infra-estrutura adequada e pessoal qualificado que permitem atender com dinamismo e qualidade. Equipe comandada por executivos com ampla experiência profissional e acadêmica que buscam continuamente novas tecnologias.
- Mais de 30 anos de atividade.



**Grupo ALCLARE:**



**Sede Administrativa:**

Praça Dr. Sampaio Vidal, 265 – Conjuntos: 105/106  
CEP 03346-060 – Vila Formosa – São Paulo – SP  
Fones: (11) 3807-4222 / 3807-8222 / 3807-9222

**Sede Industrial:**

Rua da Servidão, 213  
CEP: 07176-000 – Nova Bonsucesso – Guarulhos – SP  
Fone: (11) 2436-1387

## ABRACO presente na Santos Offshore

Com o objetivo de divulgar institucionalmente as ações da entidade, principalmente quanto aos cursos técnicos desenvolvidos no Rio de Janeiro e São Paulo, em parceria com o IPT, a ABRACO esteve presente na Santos *Offshore*, organizada entre os dias 21 e 24 de outubro, no Mendes *Convention Center*, em Santos.

Dentre as palestras técnicas, destaque para a ministrada por Laerce Nunes, vice-presidente da ABRACO, que apresentou o tema "A corrosão e sua importância na área *offshore*".

Apesar do atual cenário e incertezas econômicas em todo o mundo, o evento foi um sucesso, com visitação recorde – mais de 15 mil pessoas – e cerca de 220 expositores nacio-



nais e internacionais. A maior feira de petróleo e gás do Estado de São Paulo, dirigida também às áreas de Petroquímica, Química, Siderurgia e Meio Ambiente gerou cerca de R\$ 200 milhões em negócios, segundo dados dos organizadores.

Para José Luiz Marcusso, gerente da Unidade da Bacia de Santos da PETROBRAS, patrocinadora máster do evento, o resultado foi extremamente positivo. "A feira recebeu o dobro de expositores, com presença impressionante de público". Segundo Marcusso, esses fatores reafirmam a crescente relevância da Baixada Santista para o setor do petróleo. "Há um ano havia muitas promessas, hoje os projetos estão em fase de implantação e operação".

Outro destaque ficou pela Rodada de Negócios promovida pelo Sebrae-SP e Prominp – Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural – que possibilitou 170 encontros realizados entre empresas fornecedoras de produtos e serviços e dez empresas-âncoras, que já atuam nas cadeias de petróleo e gás com contratos com a PETROBRAS. A estimativa das empresas-âncoras indica que a rodada tenha atingido uma marca de R\$ 21,5 milhões em prospecção de novos negócios a médio e longo prazos.

Além da Rodada de Negócios, foram realizados também o SENAF – Seminário Nacional de Fornecedores, encontros promovidos pelos expositores do evento; e o Canal Fornecedor da PETROBRAS, com palestras e esclarecimentos onde empresário puderam se cadastrar para serem fornecedores da estatal.

*Mais informações:*

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



**Leica**

**VENDAS E ASSISTÊNCIA TÉCNICA**

Representante Leica para todo o Brasil

**EQUIPAMENTOS PARA ÁREAS:**

- Ciências de Materiais
- Microscopia Ótica
- Geologia
- Metrologia
- Controle de Qualidade



**Tel: (11) 5188-0000 – Fax: (11) 5188-0006**

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

[ckltda@ckltda.com.br](mailto:ckltda@ckltda.com.br)

**R. Cap. Otávio Machado, 618 – São Paulo – SP**

## Quattor adota sistema de manutenção de pintura

O processo de controle para a manutenção de pintura e corrosão nas plantas industriais brasileiras ainda é pouco utilizado, resultando em prejuízos para as empresas que vão desde as perdas devido às paradas não programadas de unidade industriais até problemas que envolvem o meio ambiente.

O elevado gasto com a manutenção da corrosão de pintura é indicador que apenas soluções paliativas para o problema não bastam. "Trata-se de uma questão de integridade, tanto das instalações, quanto das pessoas e do meio ambiente", comenta Marcelo Hamsi, diretor da M.Hamsi, empresa de engenharia e consultoria que desenvolveu o PGPI, sistema informatizado de gestão de manutenção de pintura.

Preocupada com esta realidade, a Quattor, segunda maior produtora de resinas termoplásticas do Brasil, está prestes a concluir o primeiro ciclo do projeto de manutenção de pintura de uma de suas plantas fluminenses, localizada em Duque de Caxias, Rio de Janeiro.

A indústria, que foi inaugurada em 1992, estava tentando encontrar um processo que assegurasse uma melhor gestão dos recursos para a pintura de suas instalações. "Trabalhávamos com uma prestadora de serviços que seguia um plano de trabalho, mas seus mecanismos de gestão e controle de aplicação eram deficientes. Caso houvesse, por exemplo, um

problema por parte do aplicador ou por parte do fabricante, nós teríamos que arcar com os custos. Os controles existentes para os trabalhos de pintura industrial eram insuficientes", comenta Paulo Escote, coordenador de manutenção da unidade de polipropileno de Duque de Caxias da Quattor.

Após analisar diferentes propostas, a M. Hamsi escolhida para executar uma gestão especializada e completa para as necessidades de uma indústria de grande porte, o que consumirá um investimento total de R\$ 1,5 milhão, em um projeto previsto para três anos, que será concluído ao longo de 2008.

A prática aplicada envolveu a realização de um inventário para todas as áreas pintadas da planta, que foi dividida numa estrutura analítica detalhada de acordo com o aspecto de cada departamento, que envolve áreas de processos, de tancagens, arquitetônicas, de utilidades e *pipe-racks*. A M.Hamsi identificou o estado da corrosão de cada subdivisão, classificou por níveis e planejou a sua eliminação.

No caso da unidade de Duque de Caxias, das 39 subdivisões especificadas no sistema, apenas 20% necessitavam de manutenção imediata, porém em nenhuma delas houve troca de itens, apenas a pintura estava afetada. Atualmente, todas as áreas com alto nível de corrosão já foram sanadas.



*Trabalho sendo realizado na Quattor*

## ABENDE implementa certificação em análise de vibrações

A Associação Brasileira de Ensaios Não-Destrutivos e Inspeção (ABENDE) acaba de implementar um sistema de certificação de pessoal em Análise de Vibrações, para atender toda a indústria e, principalmente, os setores de Petróleo e Gás. Reconhecida nacionalmente como entidade voltada à difusão dos Ensaios Não-Destrutivos (END), a associação se baseou na norma ISO 18.436-2 para desenvolver o sistema em questão. Todo o trabalho foi realizado pelo Sistema Nacional de Qualificação e Certificação de Pessoal em END (SNQC/END), da ABENDE, reconhecido pelo Inmetro e que já atendeu pelo menos 10 mil pessoas em 19 anos de existência.

“A demanda por capacitação na área é muito grande, e diversos profissionais nos têm questionado sobre o andamento do processo da ABENDE, considerada uma instituição de grande importância nessa área”, afirma o coordenador do Comitê de Análise de Vibrações, Rogério Tacques.

Como o próprio nome já diz, a Análise de Vibrações é muito utilizada para inspecionar equipamentos que vibram. Trata-se de uma ferramenta aliada do chamado monitoramento de condições, focado na aplicação de técnicas por profissionais capacitados para avaliar e diagnosticar comportamentos em risco de falhas com máquinas ainda em operação. Nas áreas de Exploração, Produção e Abastecimento, Trans-

porte e Gás & Energia da PETROBRAS, por exemplo, a Análise de Vibrações é a principal técnica usada no monitoramento de equipamentos rotativos. O técnico de inspeção de equipamentos e instalações pleno do Centro de Pesquisas da PETROBRAS (CENPES), Marcelo Valois, explica que as máquinas avaliadas vão desde bombas hidráulicas de pequeno porte até grandes turbinas a gás e a vapor. “Para equipamentos críticos, como turbogeradores e turbocompressores, a inspeção é feita de forma contínua (online); para outros equipamentos, a periodicidade de monitoramento é definida pela experiência da equipe de manutenção preditiva de cada unidade.”

## Válvulas: industriais, segurança e controle

Artur Cardozo Mathias acaba de lançar o livro “Válvulas: Industriais, Segurança e Controle” que apresenta o funcionamento, a aplicação e o dimensionamento dos diferentes tipos de válvulas, os materiais de construção, os fenôme-

nos operacionais, as normas e padrões utilizados, além de diversas tabelas técnicas, equações e gráficos relacionados à aplicação, dimensionamento e seleção.

Para os profissionais envolvidos com válvulas industriais, seja operando, projetando um pro-

cesso, instalando, fazendo manutenção ou especificação e compra, o autor oferece neste livro 20 anos de experiência em manutenção, seleção e especificação de válvulas.

**Preço de Venda:** R\$ 154,00  
**e-mail:** info@artliber.com.br.

## Reichhold no congresso da ABTCP

A cidade de Mogi Mirim – SP – foi palco para a participação da Reichhold como empresa palestrante do “7º Seminário de Manutenção de Papel e Celulose”, realizado pela ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Papel e Celulose. Com o trabalho “Novo método para prever a vida funcional da barreira de corrosão de compósitos na indústria de papel e

celulose”, proferido por Antonio Carvalho Filho, gerente de Aplicações para Ambientes Agressivos, a Reichhold atingiu a pontuação máxima na avaliação de performance da Comissão Técnica da Associação, sendo convidado a repetir sua apresentação na 41ª Exposição Internacional de Celulose e Papel da ABTCP, que aconteceu em São Paulo, entre os dias 13 e 16 de outubro.

Conhecendo as necessidades dos engenheiros e da indústria de papel e celulose, o palestrante abordou a vida funcional dos compósitos neste segmento, descrevendo um novo método quantitativo, de sua autoria, para fazer a previsão do intervalo das paradas para manutenção e também para dimensionar a espessura da barreira de corrosão dos compósitos.

# As competências *comportamentais* como latente pendência das pessoas

*Como estabelecer os requisitos de competência comportamental/atitudinal e metas para que exista um acompanhamento para o desenvolvimento contínuo do profissional?*

A gestão das competências de forma tradicional e eminentemente intelectual enfatiza o que um profissional candidato deve ter como requisito mínimo para ocupar um cargo e/ou função. O ato de mensurar a eficiência, a eficácia e a efetividade dos profissionais com base na forma em que executam suas atividades e fazem suas **entregas** costuma basear-se em indicadores que mensuram a sua performance relacionada a metas e objetivos.

O que atualmente se discute como práticas inovadoras e refinadas da Gestão por Pessoas é a inteligência comportamental e atitudinal. Ou seja, outro tipo de inteligência responsável pelo sucesso dos profissionais e que não é tão simples de mensurar devido à subjetividade ainda presente nas avaliações clássicas. Diversas ferramentas são incorporadas para medir e relatar ao profissional os pontos de melhoria comportamental para que o relacionamento seja algo que, no mínimo, não influencie negativamente em seu ambiente de trabalho e, por isso, em seus resultados.

A confiança disseminada pela liderança com as intenções das avaliações de comportamento precisa ser transparente para que juntos consigam atingir suas metas. Mas que metas? Como determinar metas e requisitos comportamentais? Será que o descumprimento de algumas regras pode ser um indicador de comportamento? Ou isso está relacionado à “não conformidade”? Demonstrar simpatia, cordialidade, interesse, integridade, segurança, flexibilidade, confiança deveria ser fundamental?

Como estabelecer os requisitos de competência comportamental / atitudinal e metas para que exista um acompanhamento para o desenvolvimento contínuo do profissional?

Para alinhar o raciocínio, falar de comportamento e/ou de atitude não é somente algo que transcende ao simples ato de não cumprir o determinado. Mas sim, de algo desconhecido que impede o ser humano de, conscientemente, ser competente diante das regras, dos conflitos internos, externos e das iniciativas. A conduta pode estar relacionada à cultura, criação, motivação e automotivação.

Com base no trabalho de Howard Gardner e depois, mais especificamente, do trabalho de Robert Cooper em seu livro “A Inteligência Emocional nas Empresas”, interpretamos que a inteligência emocional pode funcionar fora do domínio da mera análise psicológica e das teorias filosóficas. Pode ser compreendida e alterada, de fato, se estudarmos o atual estágio do conhecimento neurológico básico, da exploração da mente e da aplicação prática da resignificação e da recontextualização neurolingüística.

Tornar conhecido e mensurável, pelo menos em algum grau, o quociente emocional dos profissionais baseado em suas próprias respostas é algo que incentiva reflexões. A novidade é como Robert Cooper metodologicamente criou o Teste EQ-MAP, que desenvolve um mapa do quociente emocional do indivíduo “calculando” a sua inteligência emocional. As organizações que utilizam ou pretendem aplicar essa ferramenta (o teste EQ-MAP), alinhada aos seus valores e estratégias, podem obter resultados relacionados ao autodesenvolvimento dos seus profissionais de forma muito satisfatória.

Para construir o Mapa do Quociente Emocional (QE), 258 questões são respondidas e tabuladas, resultando num gráfico individual com 20 escalas subdivididas em quatro níveis cada, com cinco seções para atingir três objetivos: aumentar a eficácia sob pressão, construir relacionamentos seguros e criar um futuro estimulando as inovações.

A diferença destas 20 escalas é que o gráfico do profissional foi concebido por suas próprias considerações, facilitando um diálogo mais focado (entre avaliador e avaliado) com o propósito de tornar as deficiências emocionais das pessoas mais conhecidas. Se as metas não são atingidas, um processo de *coach* ou algum treinamento motivacional de “alto impacto” pode ser recomendado e, como produto final, o próprio comportamento deixa de ser questionado para ser justificado.

Conclui-se que o QE é responsável pela eficiência e eficácia do QI (Quociente de Inteligência) e de sua eventual produtividade. Medir, monitorar, desenvolver e cuidar com carinho do resultado do nosso QE pode ser a melhor forma de começar a pensar em responder a uma questão que iniciou os estudos relacionados ao comportamento nas organizações: “Como um profissional altamente capacitado, bem-sucedido e que preenche todos os requisitos do mercado pode fracassar?”



Por Orlando Pavani Júnior

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

Consultor Titulado CMC pelo IBCO/ICMCI e Diretor Exec. da Gauss Consultores Assoc. Ltda.  
pavani@gaussconsulting.com.br

# Fosfatização de Metais *Ferrosos*

## Parte 15 – Alívio de tensões e desengraxe

Neste artigo, o foco será o alívio de tensões e o desengraxe das peças antes do processo de fosfatização



Por Zebbour  
Panossian



Por Célia A. L.  
dos Santos

O tratamento de alívio de tensões é realizado para evitar que produtos em processo de fosfatização sofram trincamento ou ruptura devido à incorporação de hidrogênio. De fato, durante o processo de fosfatização são vários os estágios que apresentam grande potencial de causar a penetração de hidrogênio atômico para o interior das peças, citando-se a decapagem e a fosfatização propriamente dita. Assim se o nível de tensões de tração residuais for muito elevado, o trincamento, devido à incorporação de hidrogênio atômico, poderá ocorrer durante o processo de fosfatização.

A necessidade de um tratamento térmico de alívio de tensões é governada pela história metalúrgica do item a ser fosfatizado. Por exemplo, se um produto foi recozido, normalizado ou foi submetido a um tratamento térmico de revenimento (neste caso após uma têmpera) dispensa-se este tratamento. No entanto, se o item a ser fosfatizado foi submetido a um tratamento térmico de têmpera sem revenimento, ou se foi submetido a trabalho de conformação, e portanto apresentar tensões residuais de tração, o alívio de tensões faz-se necessário para evitar problemas de corrosão sob tensão ou danificação por hidrogênio ou falhas por fadiga durante o processo de fosfatização.

Recomenda-se que o tratamento de alívio de tensões seja efetuado após a limpeza adequada da superfície do item considerado.

As condições de temperatura e tempo do tratamento de alívio de tensões dependerá também da história metalúrgica do item a ser fosfatizado. As normas ISO 9717 (1990) e BS 3189 (1991) recomendam:

- **para aços submetidos à conformação severa:** manter os produtos a serem fosfatizados durante 30 minutos à máxima temperatura que o material pode ser aquecido sem afetar a resistência do material;
- **para aços com limite de resistência entre 1000 N/mm<sup>2</sup> e 1400 N/mm<sup>2</sup> e que foram submetidos à deformação após o revenimento:** manter o item a temperatura entre 130°C e 230°C por, no mínimo, 1 h ou manter a uma temperatura ligeiramente inferior a de revenimento durante 5 min a 30 min. Se o item a ser fosfatizado foi submetido a um tratamento de indução de tensões de compressão superficial (por exemplo martelamento com esferas *shot peening*), a temperatura durante o tratamento de alívio de tensões não pode ultrapassar 130°C;
- **para aços com limite de resistência superior a 1400 N/mm<sup>2</sup> não-submetidos a nenhum tratamento de indução de tensão de compressão superficial:** o tratamento padrão consiste em aquecer o item à máxima temperatura possível. O limite da temperatura é governado pelas modificações estruturais e de propriedades mecânicas do item. Por exemplo, esta temperatura não pode ser superior à de revenimento e nem à de envelhecimento. Esta temperatura deve ser, ainda, abaixo de qualquer temperatura que possa causar algum tipo de fragilização do material. No entanto, esta temperatura nunca pode ser inferior a 200°C. O tempo de tratamento dependerá da temperatura adotada, não podendo ser inferior a:
  - ▶ 18 h se a temperatura for de 200°C;
  - ▶ 6 h se a temperatura for 250°C;
  - ▶ 2 h se a temperatura for de 300°C;
  - ▶ 1 h se a temperatura for maior ou igual a 400°C;
- **para aços com limite de resistência superior a 1400 N/mm<sup>2</sup> associado a algum tipo de tratamento mecânico de indução de tensão de compressão superficial:** é recomendável que o tratamento térmico de alívio de tensões seja efetuado antes de tratamento mecânico de indução de tensão de compressão superficial. Em caso da necessidade de se efetuar primeiramente o tratamento mecânico por toda a superfície do item, dispensa-se o tratamento térmico de alívio de tensão. No entanto, se o tratamento mecânico for efetuado apenas em parte da superfície do item considerado, pode-se efetuar o tratamento de alívio de tensão posterior ao tratamento mecânico, devendo neste caso

adotar uma temperatura na faixa de 200°C a 230°C.

Cabe lembrar que, além da história metalúrgica do produto a ser fosfatizado, a necessidade de um tratamento de alívio de tensões também é função de outros parâmetros, a saber (MENKE, 1991):

- da severidade da decapagem. Se a decapagem for realizada em ácidos diluídos e o tempo de decapagem for muito curto, a incorporação de hidrogênio é minimizada podendo não se tornar necessário um tratamento de alívio de tensões;
- tipo de banho de fosfatização utilizado: banhos com acidez livre baixa e curtos tempos de fosfatização diminuem a probabilidade de incorporação de hidrogênio atômico.

## Desengraxamento

O desengraxamento é o processo que consiste em remover da superfície metálica materiais estranhos indesejáveis, tais como óleos, graxas. A presença de filmes de óleos ou graxas inibe a formação de camadas fosfatizadas ou determina a obtenção de camadas não-uniformes. No entanto, se a espessura deste filme for muito baixa, a influência não será negativa visto que este filme é removido logo na fase inicial do processo de fosfatização (RAUSCH, 1990, p.82). É um fato conhecido que a presença de um finíssimo filme orgânico proveniente, por exemplo, de resíduos de óleo mineral ou benzeno, determina a obtenção de camadas fosfatizadas de cristais finos (RAUSCH, 1990, p.84).

O estágio de desengraxamento deve necessariamente preceder o da decapagem, pois qualquer resíduo de óleo presente na superfície do metal estará sobre óxidos ou carepas. De fato, se a superfície metálica estiver diretamente em contato com algum ti-

po de óleo ou graxa, sua superfície estará isolada do meio, não podendo ocorrer a formação de qualquer produto de corrosão. Assim, se algum tipo de óleo ou graxa estiver presente na superfície de um metal, este estará em contato direto com o metal ou estará sobre algum produto de corrosão.

Basicamente dois tipos de desengraxantes são utilizados na indústria de tratamento de superfície:

- solventes orgânicos;
- desengraxantes alcalinos.

A escolha entre estes dois tipos deve levar em consideração o tipo de óleos ou graxas existente na superfície do item a ser processado. Atualmente, a grande maioria dos metais utilizados na indústria é coberta por um filme de óleo para conferir proteção contra corrosão durante armazenamento e transporte. Outro tipo de óleo que pode estar presente nas superfícies dos metais são os lubrificantes utilizados para corte ou conformação.

Alguns tipos de óleos ou graxas são facilmente removíveis outros não. Geralmente, os óleos ou graxas de origem animal ou vegetal são de mais fácil remoção, e um desengraxamento com solventes orgânicos pode ser aplicado com sucesso. Os óleos minerais, os sintéticos, especialmente os oxidados ou queimados, os sabões de metais pesados, os produtos utilizados em polimento, os compostos contendo silicões são de mais difícil remoção (ALTMAYER, 1999), podendo requerer o uso de desengraxantes alcalinos fortes. Deve-se evitar a utilização de pastas de polimento à base de compostos insaturados. Durante o polimento, o aumento da temperatura (devido ao calor gerado) pode determinar a oxidação destes compostos transformando-os em compostos de difícil remoção (METALS HANDBOOK, 1987, p.439).

Pigmentos presentes em alguns tipos de óleos podem também trazer problemas como é o caso da adição de talco em óleos de estampagem: desengraxantes comuns podem retirar o óleo, mas não o talco. Experiências mostraram que aumentando a concentração dos desengraxantes e diminuindo a temperatura (abaixo de 71°C) é possível a remoção do óleo e do talco (METALS HANDBOOK, 1987, p.439). Este é um exemplo que inclusive contraria o seguinte conceito: quanto mais concentrado e maior a temperatura maior é a eficiência de um desengraxante alcalino.

## Desengraxantes alcalinos

Sem dúvida nenhuma, os desengraxantes alcalinos são mais utilizados nas plantas de fosfatização, devido ao menor custo, maior eficiência e condições mais adequadas no que se refere à segurança de trabalho (os solventes apresentam o problema de emissão material orgânico volátil na atmosfera).

Um desengraxante alcalino típico pode conter na sua formulação os seguintes compostos (FREEMAN, 1988, p. 44):

- um composto de caráter alcalino, como por exemplo hidróxido de sódio ou carbonato de sódio;
- compostos como silicatos e fosfatos;
- um agente dispersante, um agente surfactante e um emulsionante;
- sequestrantes de íons metálicos que inclusive podem sequestrar íons de cálcio ou magnésio para diminuir a dureza da água;
- tamponantes como por exemplo boratos;
- um agente refinador de grão de fosfato. Este agente vai influenciar na granulometria da camada fosfatizada.

Os desengraxantes alcalinos

podem ser utilizados por imersão ou aspersão, e tradicionalmente são utilizados a temperaturas entre 45°C a 60°C. A formulação dos desengraxantes varia muito sendo dependente dos seguintes fatores:

- do grau de sujidade da superfície dos itens a serem processado. Superfícies metálicas muito contaminadas requerem desengraxantes mais fortes (mais alcalinos, portanto com maiores valores de pH);
- do método de aplicação, se imersão ou aspersão. Por exemplo, um desengraxante que será aplicado por aspersão tem normalmente menor quantidade de surfactantes ou o surfactante utilizado é do tipo que forma menor quantidade de espuma;
- da temperatura de aplicação. Atualmente, existem várias formulações que permitem o uso de desengraxantes alcalinos a temperaturas mais baixas (25°C a 40°C). O uso de temperaturas mais baixas foi possível devido ao desenvolvimento de novos tipos de surfactantes.

Devido ao baixo custo dos desengraxantes alcalinos, normalmente estes são descartados quando ficam saturados com óleos ou graxas. No entanto, é possível a remoção das partículas de óleos ou graxas por ultrafiltração contínua. Se esta prática for adotada e se o desengraxante for submetido à análise periódica seguida de reforço, é possível utilizar os desengraxantes por períodos muito longos.

Conforme será visto mais adiante, o uso de desengraxantes alcalinos determina a obtenção de camadas com cristais de fosfatos grosseiros, sendo isto mais pronunciado quanto mais alcalino for o desengraxante (maior pH). Por outro lado, a eficiência de um desengraxante é tanto maior quanto mais alcalino.

Muitas vezes, necessita-se de uma limpeza eficiente e camadas fosfatizadas com cristais finos. Nestas condições, deve-se lançar mão dos refinadores de grão. Estes refinadores, que, para os banhos à base de fosfato de zinco, são normalmente compostos de titânio, por exemplo, fosfato coloidal de titânio (WOODS & SPRING, 1979), podem ser utilizados como aditivos de desengraxantes alcalinos, compensando o efeito prejudicial da elevada alcalinidade dos desengraxantes. Outra opção é o uso de uma solução especialmente formulada contendo os tais compostos de titânio num estágio imediatamente anterior ao banho de fosfatização.

Os desengraxantes que contêm os compostos de titânio citados são denominados desengraxantes ativados ou desengraxantes titanados (*activated cleaner* ou *titanated cleaner*). Os mecanismos de ação dos compostos de titânio não são muito bem estabelecidos: acredita-se que as partículas coloidais de titânio são adsorvidas na superfície do metal em processo de fosfatização constituindo em sítios ativos onde são nucleados os cristais de fosfato.

Os desengraxantes ativados apresentam limitações, a saber (WOODS & SPRING, 1979):

- os compostos de titânio tendem a se decompor quando o pH do desengraxante estiver fora da faixa compreendida entre 8 e 10. Assim, deve-se escolher um desengraxante adequado que seja eficiente nesta faixa de pH;
- os compostos adsorvidos podem ser lixiviados durante as lavagens feitas após o desengraxamento.

### Solventes orgânicos

A limpeza com solventes é a maneira mais simples de desengraxamento. Ela pode ser reali-

zada por imersão, por aspersão, fase vapor ou simplesmente manualmente por esfregamento com panos embebidos com o solvente. Apesar desta versatilidade, seu uso tem sido cada vez **menos frequente** devido às seguintes razões:

- o uso de solventes orgânicos tem sofrido restrições através de leis que restringem o uso de produtos que possam **emanar compostos voláteis agressivos ao meio ambiente e à saúde do homem**. A grande maioria dos solventes orgânicos são tóxicos ou narcóticos;
- o uso de solventes orgânicos trazem também riscos de incêndio ou de explosão, pois eles, por si só, são inflamáveis. Pelas razões expostas, os solventes orgânicos são mais utilizados em grandes instalações industriais, automáticas ou semi-automáticas, nas quais medidas de segurança contra incêndio ou explosões são tomadas e o operador não entra em contato com os gases emanados pelos solventes. Os solventes orgânicos mais utilizados são (FREEMAN, 1988, p.45, WOLYNEC, WEXLER e FENLIL, 1992, p.31-43):

- **solventes à base de hidrocarbonetos clorados (como percloroetileno, tricloroetileno e o 1,1,1, tricloroetano) a quente:** para executar a limpeza com solventes clorados a quente é necessário recorrer-se a equipamentos especiais que permitem o reaproveitamento do solvente utilizado por destilação. Estes equipamentos são necessariamente munidos de dispositivos que evitam a emissão destes solventes na atmosfera, uma vez que são altamente tóxicos. O desengraxamento pode ser feito por imersão, por aspersão ou fase vapor. Podem-se adotar ciclos, tais como dupla imersão seguida de fase vapor,

**TABELA 1 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS TRÊS TIPOS DE SOLVENTES MAIS UTILIZADOS**

Tipo de solvente	Vantagens	Desvantagens
Solventes à base de hidrocarbonetos clorados (como percloroetileno, tricloroetileno e o 1,1,1, tricloroetano) a quente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• limpeza eficiente;</li> <li>• solvente é recuperável, portanto apresenta pouco problema de efluente;</li> <li>• não oferece riscos de incêndio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo de investimento inicial alto para garantir a segurança do trabalhador;</li> <li>• pode ocorrer decomposição do solvente e liberação de ácido clorídrico e fosgênio;</li> <li>• não elimina resíduos de suor humano.</li> </ul>
Solventes à base de petróleo (como querosene) ou hidrocarbonetos clorados (percloroetileno, tricloroetileno e o 1,1,1, tricloroetano) a frio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• equipamento simples;</li> <li>• não necessita de aquecimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alguns tipos de solventes apresentam riscos de incêndio;</li> <li>• como a segurança do trabalhador depende do uso de equipamentos de segurança individuais, é necessário treinamento dos trabalhadores e controle rigoroso;</li> <li>• não elimina resíduos de suor humano.</li> </ul>
Solventes emulsionáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• equipamento simples;</li> <li>• não necessita de aquecimento;</li> <li>• elimina sais solúveis e suor devido à lavagem com água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• os solventes utilizados são inflamáveis;</li> <li>• problemas com efluentes.</li> </ul>

para aumentar a eficiência da limpeza;

- **solventes à base de petróleo (como querosene) ou hidrocarbonetos clorados (percloroetileno, tricloroetileno e o 1,1,1, tricloroetano) a frio:** podem ser aplicados por imersão, por aspersão, por esfregamento com estopas ou panos embebidos com solvente limpo ou por escovamento com escovas de cerdas macias embebidas com solvente;
- **solventes emulsionáveis:** o desengraxamento com solventes emulsionáveis é feita com solventes aos quais são adicionados agentes emulsificantes. O solvente mais utilizado para este tipo de limpeza é o querosene. A limpeza é feita em dois estágios: primeiro é feito o contato da superfície metálica com a emulsão e, em seguida, lava-se a superfície metálica com água. No primeiro estágio, a sujeira não é retirada da superfície metálica, isto ocorre durante a lavagem com água. A aplicação da emulsão pode ser feita por imersão, por

aspersão, por esfregamento com estopas ou panos embebidos com solvente limpo ou por escovamento com escovas de cerdas macias embebidas com solvente. A eficiência da limpeza é altamente dependente da lavagem final com água.

A tabela 1 apresenta as vantagens e as desvantagens de cada tipo de solvente mencionado.

Na próxima edição, as etapas de decapagem e tratamento mecânico das superfícies para a remoção dos produtos de corrosão serão abordadas.

### Referências bibliográficas

ALTMAYER, F. 1999. *Training “Colombo”, Part III - Soil removal Plating and Surface Finishing*. v.86, n.5, p. 106-108, May.

FREEMAN, D. B. 1988. *Phosphating and metal pre-treatment*. 1st ed. New York : Industrial Press, 229p.

BS 3189 : 1991; ISO 9717; 1990. *Method for specifying phosphate conversion coatings for metals*. London: British Standards Institution, 1990, 15p.

METALS Handbook. 1987. 9 ed. Metals Park : ASM, 17v. v.5 : surface cleaning, finishing and coating.

p.439.

MENKE, Joseph T. 1991. *Phosphate coating specifications – a comparison*. Metal Finishing. v.89, n.10, p.23-27, Oct.

RAUSCH, W. 1990. *The phosphating of metals*. 1st.ed. Great Britain : Redwood Press, 416p.

WOODS, K.; SPRING, S. 1979. *Zinc Phosphating*. Metal Finishing. v.77, n.4, p. 56-60, Apr.

### 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

# Plano de Gerenciamento de Integridade de Dutos contra Corrosão – Parte 2

*O conhecimento dos mecanismos de corrosão possíveis de ocorrer em dutos é o primeiro passo para garantir que o gerenciamento de integridade contra corrosão seja eficiente.*



Por Alysson Helton Santos Bueno



Por José A. C. Ponciano

As falhas relacionadas a danos pelo hidrogênio também podem ser enquadradas na categoria *Environmentally Assisted Cracking*. Contudo, é importante considerar que as falhas relacionadas por danos pelo hidrogênio não podem ser analisadas da mesma forma que se avalia as falhas por CST. Cada mecanismo ocorre de uma forma específica e diferente, ou seja, parâmetros importantes que são imprescindíveis para um mecanismo podem não ter nenhuma influência sobre o outro.

A figura 6 apresenta a árvore de falhas proposta para o modo de falha danos pelo hidrogênio em dutos. Esta ameaça pode causar dois tipos de falhas. A primeira, descolamento catódico do revestimento, é considerada um evento condicional e sua ocorrência está associada a locais ao longo do duto com falhas no revestimento e imposição de potenciais *off* excessivamente catódicos (FREITAS e NEWMAM, 2004). O outro modo de falha é o trincamento do metal. Este evento básico é gerado por outro

evento condicional chamado fragilização pelo hidrogênio, que pode ser externo (PARKINS, 1994, BUENO, 2004, ASM Metals Handbook, 2003, National Energy Board, 1996 etc.) e interno (ASM Metals Handbook, 2003). Esta ameaça de falha é considerada um evento condicional porque sua ocorrência está vinculada a diferentes eventos subsequentes.

Os mecanismos de descolamento catódico e trincamento externo ocorrem devido à mesma causa, ou seja, um sistema de

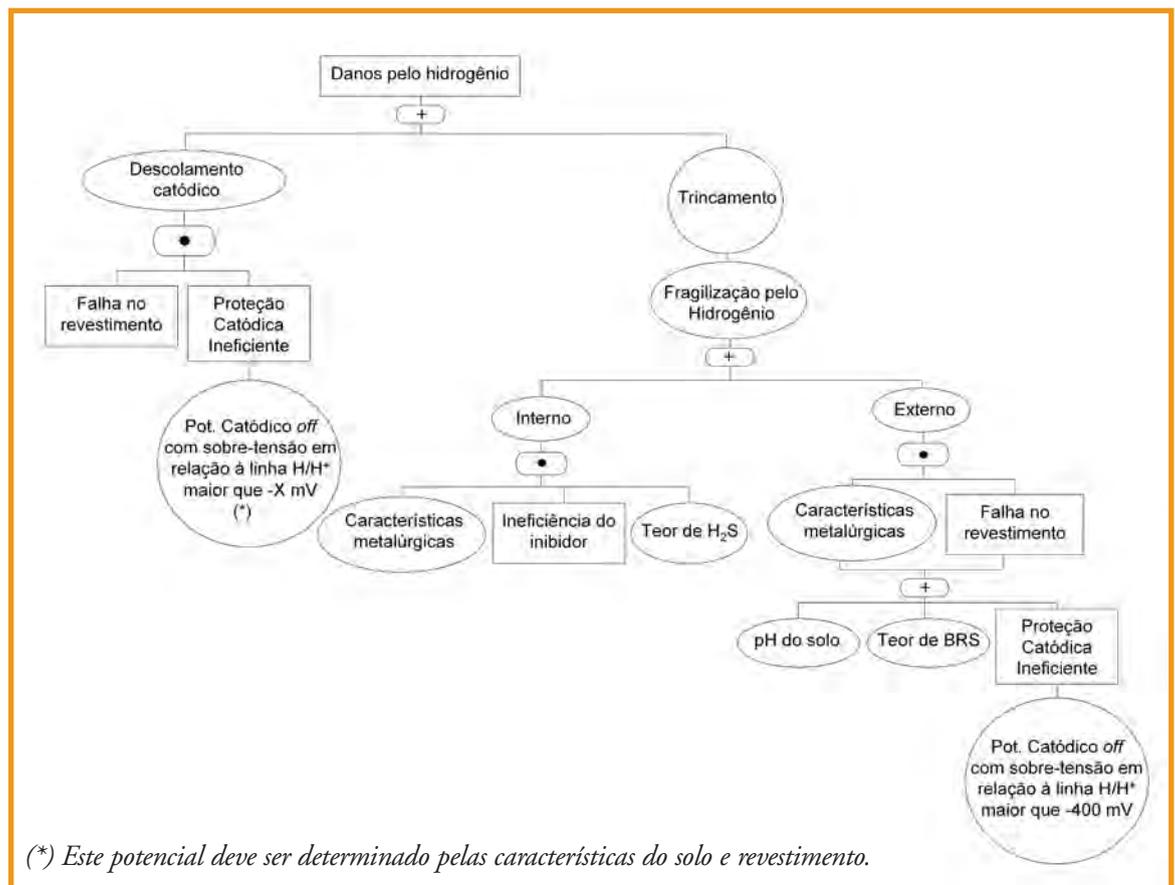


Figura 6: Árvore de falha para o mecanismo de danos pelo hidrogênio em dutos.

proteção catódica que esteja imprimindo potenciais *off* excessivamente catódicos no duto. Critérios propostos pela norma ISO 15589-1 (ISO 15589-1) referentes ao sistema de proteção catódica são discutidos e reformulados por Bueno (BUENO, 2007). Segundo Pourbaix (POURBAIX, 1963), quando o aço está protegido da corrosão também está abaixo da linha de equilíbrio  $H/H^+$ , nestas condições a redução do hidrogênio se torna termodinamicamente espontânea.

Quando o sistema de proteção catódica está atuando em um duto, devido ao potencial catódico *off* aplicado, ocorrerá espontaneamente a redução do hidrogênio na superfície do metal onde se tem falhas no revestimento. Neste caso, ocasionando a alcalinização do solo que está em contato com a superfície do metal. Isto explica o pH do solo medido *in situ* na interface duto/solo que apresenta geralmente um valor acima de 9,0 (BUENO, 2007).

Este aumento de  $OH^-$  é decorrente dos  $H^+$  presentes na interface metal/solução que se reduzem para gás hidrogênio ( $H_2$ ) e parte para hidrogênio atômico adsorvido ( $H_0$ -ADS). Neste caso, é este hidrogênio atômico adsorvido que causa os danos pelo hidrogênio no duto. É importante considerar que todo duto que está sob um sistema de proteção catódica, poderá sofrer efeitos de danos pelo hidrogênio dependendo do potencial catódico *off* imposto (ASM Metals Handbook, 2003).

Embora os mecanismos de descolamento catódico e trincamento externo ocorram devido à imposição do sistema de proteção catódica. Cada mecanismo apresenta certas particularidades no seu desenvolvimento. Sendo assim, a análise de cada mecanismo deve ser feita separadamente.

O mecanismo de trincamento externo, causado pelo efeito de fragilização pelo hidrogênio (FH), não é considerado como ameaça de falha pelo código ASME B31.8S (ASME B31.8S – 2001). O código considera como ameaça ao trincamento somente o efeito de CST. Contudo, é importante ressaltar que os resultados obtidos por Bueno (BUENO, 2007) mostram que o efeito do trincamento por fragilização pelo hidrogênio pode ser mais agressivo e danoso para o metal, se comparados com o efeito do trincamento causado por CST.

O mecanismo de fragilização pelo hidrogênio na superfície externa do duto é considerado um evento condicional (figura 6). Neste caso, sua incidência é inicialmente dependente da ocorrência de dois eventos. Primeiramente deve-se ocorrer a quebra do revestimento, que é considerado um evento falha. Bueno (BUENO, 2007) relata que as características metalúrgicas seriam um evento condicional, uma vez que influenciam na suscetibilidade à FH.

Após a ocorrência da quebra do revestimento, o processo de redução do íon  $H^+$  na superfície do metal poderá ser função de três eventos (figura 6). Dois eventos são condicionais ao tipo de solo onde o duto está enterrado, sendo o pH do solo e teor de Bactérias Redutoras de Sulfato. O terceiro evento é considerado um evento falha porque ocorre devido à falha na imposição dos potenciais catódicos *off*, ou seja, na imposição de potenciais *off* excessivamente catódicos. Os resultados apresentados por Bueno constatarão que este é o principal evento que causa a redução do íon  $H^+$  na superfície do metal.

Antes de ocorrer o processo de trincamento induzido pelo hidrogênio é necessário que ocorra

a difusão deste hidrogênio atômico para o interior do metal. Bueno (BUENO, 2007) comprovou em ensaios de permeação pelo hidrogênio que os aços da classe API 5L X60 e X80 são suscetíveis à permeação pelo hidrogênio quando submetidos à polarização catódica. Ambos os metais apresentaram um fluxo máximo de permeação de hidrogênio com a imposição do potencial de 700 mV abaixo do potencial de corrosão. Contudo, foi verificado que a 300 mV abaixo do potencial de corrosão, ambos os aços já apresentaram densidades de corrente de permeação consideráveis.

Nestas condições, considerando que o efeito da resistividade é suprimido no extrato aquoso do solo. Pode-se inferir que a sobre-tensão de -406 mV entre o potencial catódico *off* e a linha  $H/H^+$  do diagrama de Pourbaix já é suficiente para causar permeação pelo hidrogênio nos locais onde haja falhas e porosidades no revestimento.

A norma ISO 15589-1 (ISO 15589-1, 2003), referente à proteção catódica, relata que o potencial catódico máximo aplicado em duto deve ser -1200 mV ( $Cu/CuSO_4$ ). Porém, a norma não define se esse potencial é *on* ou *off*. Contudo, este potencial é relacionado somente a falhas de descolamento do revestimento, não se mencionando a permeação pelo hidrogênio no aço. Porém, como descrito no parágrafo anterior, 300 mV abaixo do potencial de corrosão já foi suficiente para causar difusão do hidrogênio no metal. Neste caso, um projeto de sistema de proteção catódica também deve considerar este mecanismo.

É importante considerar que locais do duto que estão próximos dos retificadores podem estar submetidos a potenciais *on* extremamente catódicos, ou seja,

muito mais negativo que -1200 mV (Cu/CuSO<sub>4</sub>). Trabalhos técnicos realizados pela equipe da COPPE (PONCIANO e BUENO 2006) comprovam que, próximos dos retificadores, os potenciais catódicos *on* podem atingir -14 V (Cu/CuSO<sub>4</sub>).

Gabeta et. al. (GABETA et. al, 2001) relatam em seu trabalho que tensões impostas dentro do regime elástico do material juntamente com um meio com hidrogênio já são capazes de causar trincamento. Este trincamento dentro do regime elástico foi comprovado por Bueno (BUENO, 2007), referente aos ensaios com carga constante. Nestes ensaios, o aço API X60 apresentou relaxação da tensão aplicada após a imposição do potencial de 300 mV abaixo do potencial de corrosão. Esta relaxação da tensão ocorreu devido ao trincamento provocado pelo efeito da fragilização pelo hidrogênio.

Com base nas análises destes resultados, fica claro que os aços aqui avaliados podem ser suscetíveis à fragilização pelo hidrogênio quando exigidos dentro do regime elástico, que são as condições usuais a que os dutos estão submetidos. Neste caso, pode-se inferir que se uma seção de um duto estiver submetida a tensões em torno de 90% do limite de escoamento, e se nestes pontos o potencial catódico *off* estiver com sobre-tensão com a linha H/H<sup>+</sup> maior que -400 mV, estes pontos podem ser suscetíveis ao trincamento por fragilização pelo hidrogênio.

Nestas condições, o mecanismo de fragilização pelo hidrogênio externo é caracterizado pela ocorrência de trincamento devido à exposição a um meio hidrogenante, podendo ocorrer sob tensões impostas abaixo do limite de escoamento do aço. O trincamento será dependente da quantidade de hidrogênio adsor-

vido na superfície externa do aço, da tensão imposta ou tensão residual, do tratamento térmico e da microestrutura.

Parkins (PARKINS et. al., 1994) relata, por meio de ensaios experimentais, que a incidência de CST em dutos ocorre através de dois mecanismos, CST em pH neutro e CST em pH alcalino. Vários autores (SOUZA, 2002, National Energy Board, 1996, etc.) avaliam falhas reais de trincamento em dutos considerando as características destes mecanismos, o que pode ser uma avaliação imprecisa, pois os autores avaliam somente o potencial de proteção catódica atual na falha, e não o perfil de proteção catódica ao longo do tempo. O potencial poderia estar acima da linha de imunidade, provavelmente devido a uma falha no SPC. Contudo, este potencial pode ter passado por períodos longos sob imposição de um potencial *off* excessivamente catódico, o que poderia causar um acúmulo de hidrogênio dentro do metal.

O mecanismo de descolamento catódico é considerado um evento condicional, ou seja, sua ocorrência está condicionada à imposição de potenciais excessivamente catódicos e locais com falhas e porosidade no revestimento ao longo do duto, ambos considerados evento falha.

Freitas e Newmam (FREITAS e NEWMAM, 2004) relatam que o mecanismo de descolamento catódico ocorre devido ao efeito da redução do oxigênio e do hidrogênio na superfície do metal. Neste caso, devido a essa redução ocorre a formação de hidroxila, ocasionando a alcalinização da superfície metal/solo e o descolamento catódico.

O mecanismo de trincamento interno é descrito por (THOMAS et al., 2002). A sua ocorrência está relacionada com a tensão imposta e com os teores de H<sub>2</sub>S presentes no fluido transporta-

do. O autor relata que o H<sub>2</sub>S funciona como um agente catalisador, ou seja, o H<sub>2</sub>S presente na solução se dissocia, o ânion HS<sup>-</sup> age como um envenenador catalítico da reação de recombinação dos átomos de hidrogênio. Deste modo, o hidrogênio atômico não sofre recombinação e, conseqüentemente, não se forma o gás hidrogênio (H<sub>2</sub>), favorecendo assim o aumento da concentração de hidrogênio atômico adsorvido na superfície do metal.

Outro tipo de trincamento que os aços podem estar submetidos é o trincamento de fadiga sob corrosão. Clifford et. al (CLIFFORD et. al, 2006) relatam que o trincamento por este mecanismo ocorre devido ao efeito combinado de tensões cíclicas e um meio corrosivo. Os mesmos fatores mecânicos que controlam a fadiga também controlam a fadiga por corrosão, ou seja, as tensões cíclicas podem ser originadas por flutuações de pressão sendo mais intensa próximos aos compressores, bem como por variações na temperatura. Contudo, neste trabalho não foram avaliadas as condições de carregamento dinâmico, que causam fadiga sob corrosão.

### **Corrosão bacteriológica**

O efeito da corrosão bacteriológica em geral é acoplado aos índices de avaliação de corrosividade de solos (MAGALHÃES, 2002), chamado de índice de Trabaneli modificado. Contudo, a análise da corrosão bacteriológica deve ser conduzida com critérios, ou seja, os locais ao longo do duto que forem detectados solos com altos teores de bactérias devem ser monitorados com maior precaução.

Este tipo de corrosão está relacionado com as bactérias presentes no solo e é resultado da ação de microorganismos dos ciclos do ferro e enxofre. Nestes

grupos, merecem destaques as bactérias redutoras de sulfato (BRS) que, sob condições anaeróbicas, atuam reduzindo o sulfato a  $H_2S$ , o que propicia a fragilização pelo hidrogênio e formação do produto de corrosão característico como  $FeS$  (sulfeto de ferro). Outras bactérias que merecem atenção são as bactérias oxidantes de enxofre e ferro, que oxidam compostos reduzidos de enxofre a ácido sulfúrico, o que abaixa o pH do solo, agindo diretamente sobre o metal do duto.

### Análise final

É importante considerar que os mecanismos de corrosão descritos podem atuar de forma conjunta ou isolada, dependendo das condições específicas encontradas no local da falha. A ação conjunta de vários mecanismos se torna mais danosa que a ação de um único mecanismo.

Embora possa ocorrer a ação de diferentes mecanismos conjuntamente, cada um atua de forma diferente no duto, apresentando fatores e características específicas para sua ocorrência. Portanto, é necessário que a avaliação de integridade contra corrosão em dutos seja feita levando em consideração também o mecanismo que gerou a falha, e não somente o formato da área corroída, como avaliado pelo código ASME (ASME B31.8S – 2001). Assim sendo, os pontos de perda de massa no duto devem ser avaliados pela curva de resistência (ASME B31.G, 1991) juntamente com o mecanismo que o causou. Desta forma, será possível detectar os pontos ao longo do duto que são suscetíveis a cada mecanismo de degradação. É importante destacar que a curva de resistência não avalia falhas do tipo trinca. Estas falhas devem ser avaliadas através de mecânica da fratura (ASM Metals Hand-

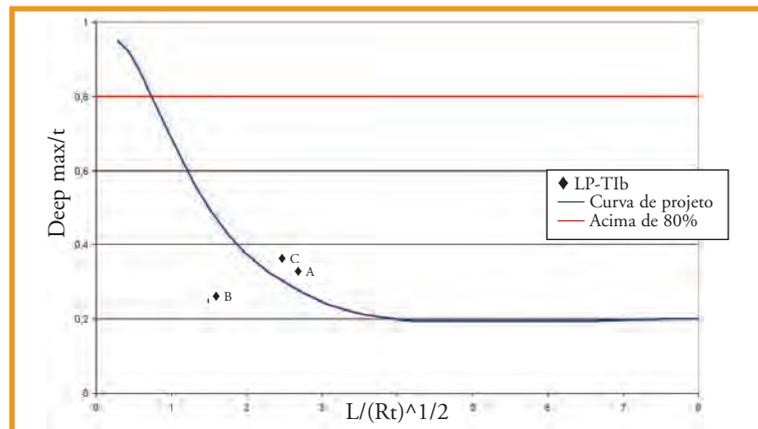


Fig. 7: Curva de resistência de dados de inspeção por PIG instrumentado.

book, 2003). São requeridos também recursos especiais de inspeção para detecção destes tipos de falha.

Com base na descrição dos mecanismos de corrosão descritos anteriormente. Se o operador do duto avaliar as falhas juntamente com o mecanismo que a gerou, ele terá informações necessárias para priorizar os pontos mais críticos. Veja o exemplo. Considere a curva de resistência apresentada na figura 7. Esta curva foi obtida em trabalhos técnicos (BUENO, 2007).

Ambos os defeitos A, B e C devem ser reparados, porém os três só poderão ser reparados separadamente e em tempos diferentes. Neste caso, o operador deve definir qual dos defeitos deva ser reparado primeiramente. Se ele não avaliou o mecanismo que causou estas falhas, ele não saberá qual delas é mais crítica à segurança e integridade do duto. Sendo assim, não terá parâmetros para priorizar o serviço de manutenção. No entanto, se avaliarmos o mecanismo de degradação que causou estas falhas, será possível priorizar a ação de manutenção.

Com base nestes conceitos apresentados, Bueno (BUENO, 2007) propõe uma metodologia que abrange e combate de forma concisa todos estes mecanismos de degradação, bem como defi-

ne ao longo do duto os locais mais suscetíveis a cada mecanismo de corrosão. Na segunda parte da metodologia, o autor apresenta uma seqüência lógica de análises de dados de inspeção e manutenção.

Nesta etapa é apresentada uma metodologia para análise integrada de dados de inspeção em dutos. O objetivo desta metodologia é apresentar uma forma lógica e integrada de avaliar os dados de inspeção e proteção contra corrosão. Desta forma, será possível garantir a integridade estrutural do duto contra possíveis ameaças de falha por processos corrosivos.

Esta metodologia de análise utiliza como base os mecanismos de falha por corrosão, descritos neste trabalho, bem como análises das técnicas de proteção contra corrosão, sendo elas sistema de proteção catódica e revestimento, bem como nas técnicas de inspeção DCVG e PIG instrumentados. A integridade do duto contra as ameaças de corrosão deve ser monitorada em rotinas de inspeção, que devem monitorar a integridade do revestimento, a eficácia do sistema de proteção catódica e detectar perdas de massa ocorrida pelo processo de corrosão.

As avaliações da integridade do revestimento podem ser feitas por diversas técnicas. Nesta me-

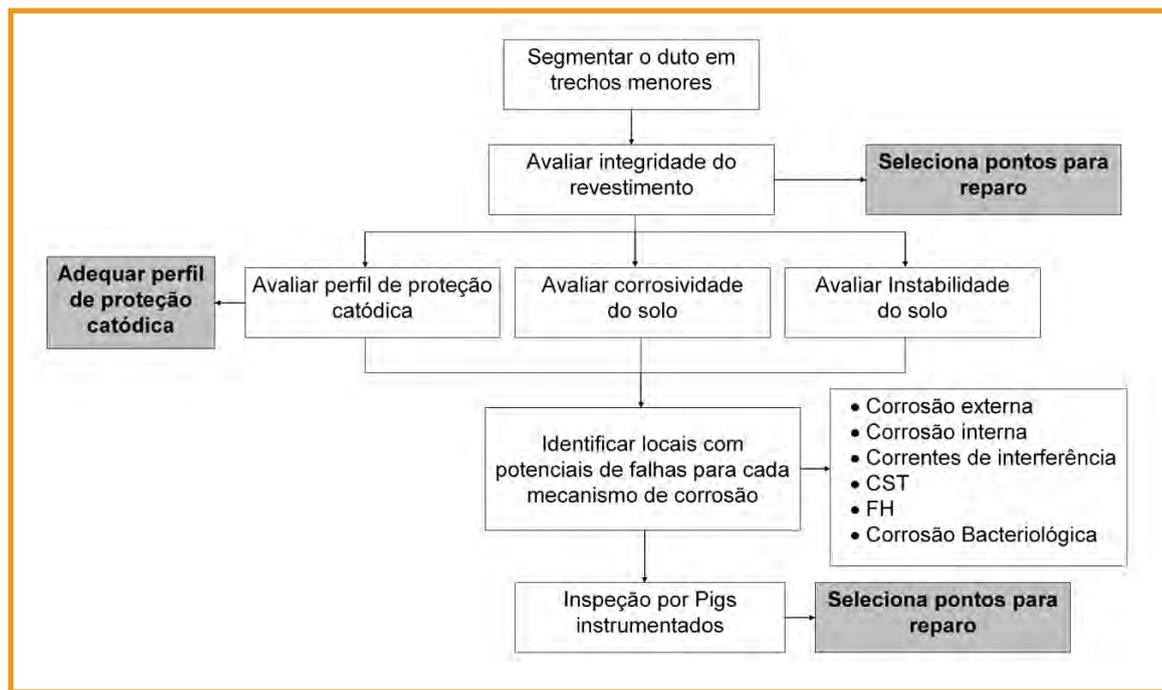


Figura 8: Fluxograma da metodologia de avaliação de integridade em relação a processos de corrosão em dutos.

todologia foi adotada como referência a técnica DCVG. Pode-se escolher qualquer técnica para inspecionar o revestimento, desde que se garanta a detecção de todos os defeitos relevantes presentes no revestimento.

A inspeção da perda de massa no duto deve ser feita através de corridas de *pigs* instrumentados. Contudo, é importante lembrar que cada tipo de defeito necessita de um *pig* específico para sua detecção.

Estas técnicas de inspeção já são amplamente aplicadas por operadores de dutos. Contudo, um aspecto relevante é definir como estes dados de inspeção e manutenção devam ser avaliados. Em muitos casos as equipes de manutenção e inspeção de dutos analisam os dados de cada tipo de inspeção de forma individual, ou seja, não relacionam as falhas ocorridas com os mecanismos de corrosão que as geraram. Nestas condições, a equipe de inspeção e manutenção fica restrita em realizar serviços de reabilitação do revestimento, adequação do sistema de prote-

ção catódica e substituição dos trechos corroídos. Quando as avaliações são conduzidas desta forma, não é possível detectar as causas das falhas tanto no revestimento quanto na perda de massa do duto, uma vez que não é possível detectar qual mecanismo que causou a falha e adotar uma abordagem preventiva no que se refere às ações de manutenção.

A metodologia apresentada por Bueno (BUENO, 2007) tem como objetivo definir um procedimento simples para avaliar dados de inspeção. Com base nos conhecimentos dos mecanismos de corrosão, será possível identificar o mecanismo que causou a falha, bem como prever os locais ao longo do duto mais suscetíveis à ocorrência de cada tipo de falha ocasionada por processos de corrosão. Desta forma, como cada mecanismo de falha apresenta características específicas para sua ocorrência, a equipe de inspeção será capaz de executar uma rotina de inspeção e manutenção otimizada e direcionada para cada trecho do

duto, uma vez que terá conhecimento dos trechos mais críticos ao longo do duto em relação a cada mecanismo de falha. O operador será capaz de prever e executar a manutenção apropriada para esta ameaça de falha. Desta forma, o operador começará a trabalhar com uma manutenção em caráter mais preditivo.

Antes de iniciar o processo de avaliação de integridade, o operador deve fazer análises preliminares do duto.

- **Caracterização do aço utilizado no duto** – Esta etapa é importante para verificar se o aço está em conformidade com a norma API 5L (API 5L, 2000), verificar sua composição química, bem como analisar as inclusões presentes no metal. (item 5.2.1).
- **Avaliar a corrosividade dos solos ao longo do duto.**
- **Monitorar a instabilidade do solo** – Detectar pontos críticos de tensionamento ao longo do duto, estes dados serão essenciais para detectar locais suscetíveis ao mecanismo de corrosão sob tensão.

• **Avaliar possíveis fontes de correntes de interferência.**

Após as análises anteriores, o operador deve iniciar o processo de análise integrada dos dados de inspeção. A figura 8 apresenta o fluxograma do processo para análise integrada.

A metodologia de análise é baseada na execução de quatro passos em seqüência, que são os seguintes:

**Passo 1** – Avaliar a integridade do revestimento;

**Passo 2** – Otimizar o sistema de proteção catódica;

**Passo 3** – Definir ao longo do duto os locais críticos para a incidência de cada mecanismo de degradação por corrosão;

**Passo 4** – Verificar resultados de inspeção por PIGs instrumentados.

A descrição completa e detalhada desta metodologia de análise integrada de dados de inspeção é proposta pelo autor na tese de doutorado (BUENO, 2007), onde é apresentado um plano completo para gerenciamento da integridade estrutural de dutos contra corrosão.

## Conclusões

1. Através do trabalho foi possível desenvolver diversas árvores de falha para cada mecanismo de corrosão que pode afetar um duto. Estas descrições servirão de base para se entender como cada mecanismo está atuando sobre a estrutura. As diferentes árvores de falha concebidas permitem definir os mecanismos de geração de defeitos detectados na terceira fase de execução da análise integrada. Com isto é possível atuar de forma preditiva eliminando-se as causas que levaram a incidência de um dano por corrosão ou evitar a sua propagação.

2. A metodologia proposta (BUENO, 2007) permite analisar de forma lógica e integrada as informações de sistemas de proteção contra corrosão e dados de inspeção e manutenção. A primeira etapa preconiza a avaliação de integridade do revestimento, a ser realizada na fase de início de operação do sistema. A segunda etapa consiste na otimização do sistema de proteção catódica. Para isso, são propostos conceitos com relação aos critérios de proteção catódica baseados nos resultados de experimentos realizados e de informações coletadas na literatura. A terceira e última etapa engloba a análise de dados de inspeção para detecção de defeitos no metal. Esta metodologia aplicada continuamente permitirá consolidar bancos de dados mais consistentes.

## Referências bibliográficas

API PUBL 1156 1997-11-00, 1999, "Effects of smooth and rock dents on liquid petroleum pipelines (fase II), first edition.

ASM Metals Handbook, 2003, "Corrosion: Fundamentals, Testing and Protection", in: Metals Handbook, v.13, ASM International.

Bueno, A. H. S., CASTRO, B. B., PONCIANO, J. A. C. G., 2004 "Laboratory evaluation of soil stress corrosion cracking and hydrogen embrittlement of API grade steels", in: International pipeline conference 2004, Canada, Calgary, N° IPC04-0284, outubro.

Bueno, A. H. S., 2007, "Avaliação integrada de mecanismos de falha por corrosão em dutos", tese de Dsc, COPPE/UFRJ, Brasil, agosto.

Carter, C., Kenny, J.P., 2002 "Cost effective pipeline risk based inspection", in: www.safan.com, technology overcoming problems, dezembro.

Clifford et. al, 2006, "Interpretation external corrosion on underground

pipelines", in: IPC – International Pipeline Conference 2006, Paper n°: 10176, Calgary, Canada.

Dey, P. K., 2001 "A Risk-based model for inspection and maintenance of cross-country petroleum pipeline", Journal of quality in maintenance engineering, v. 7, No. 1, pp. 25-41.

Dey, P. K., Ogunlana, S. O. and Naksuksakul, S., 2004, "Risk-based maintenance model for offshore oil and gas pipelines: a case study", Journal of quality in maintenance engineering, v. 10, No. 3, pp. 169-183.

Documento ASME B31.8S-2001, 2001, "Managing system integrity of gas pipelines". ASME Code For Pressure Piping, B31. ASME – The American Society of Mechanical Engineers, New York.

Documento ASME B31G-1991, 1991, "Manual for determining the remaining strength of corroded pipelines – A supplement to ASME B31 code for pressure piping", ASME – The American Society of Mechanical Engineers, New York.

Freitas, D. S., Newmam, R. C., 2004, "Estudo interfacial do descolamento catódico em revestimentos orgânicos através de medidas eletroquímicas", in: 24° Conbrascorr 2004, n° 076\_04, Rio de Janeiro.

Gabeta, G., et al., 2001, "Strain rate induced stress corrosion cracking in buried pipelines". British Corrosion Journal, v. 36, n. 1.

Lafraia, J. R. B., 2001, "Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade". Rio de Janeiro, Editora Qualitymark, Petrobrás.

Lewandowski, D., 2002, "Gas pipelines corrosion data analysis and related topics", Master thesis, Delft University of Technology, The Netherlands.

Magalhães, F. C. M., Baptista, W., Penna, M. O., et al., 2002, "Critérios para Avaliação da Corrosividade de Solos por Bactérias Redutoras de Sulfato", In: 6° COTEQ, Salvador BH.

Mckay J. S., Biagiotti S. F., Hendren, E. S., 2003 "The challenges of

implementing the internal corrosion direct assessment method”, in: Proceedings of the Corrosion 2003, paper n° 03185.

- Minxu, L., Xinwei, Z., Jinheng and L, Zhenquan, B., 2003, “In-service oil and gas pipeline safety assessment practice and progress in China”, in: Proceedings of the Corrosion 2003, paper n° 03152.
- NACE Standard RP0775-99, 1999 “Standard recommended practice – Preparation, Installation, Analysis, and interpretation of corrosion coupons in oilfield operations”, Nace – The National Association of Corrosion Engineers, Texas.
- National Energy Board, report of the inquiry, 1996, “Stress Corrosion Cracking on Canadian Oil Gas Pipelines”.

Norma ISO 15589-1, 2003, “Petroleum and natural gas industries – Cathodic protection of pipelines transportation system”, Part: 1, On-land pipelines, Published in Switzerland.

- Parkins, R. N., Blanchard, W. K. and Delanty, B. S., 1994 “Transgranular Stress Corrosion Cracking of High-Pressure Pipelines in Contact With Solutions of Near Neutral pH”. Corrosion, v. 50, n. 5, pp. 394 – 408, Maio.
- Pezzi, M., Carvalho, J.F. A. A, Gloven, M., 2004, “Challenges in the development of a risk management system for natural gas and hazardous liquid pipelines”, In: International Pipeline Conference 2004, Calgary, Canada N° IPC04-0411, outubro.

Thomas, S. M. J. J., Prager, L.H., Voermans, C. V. M., et al., 2002, “Deterministic pipeline integrity assessment to optimize corrosion control and reduce cost”, in: Proceedings of the Corrosion 2002, paper n° 02075.

**Alysson Helton Santos Bueno**

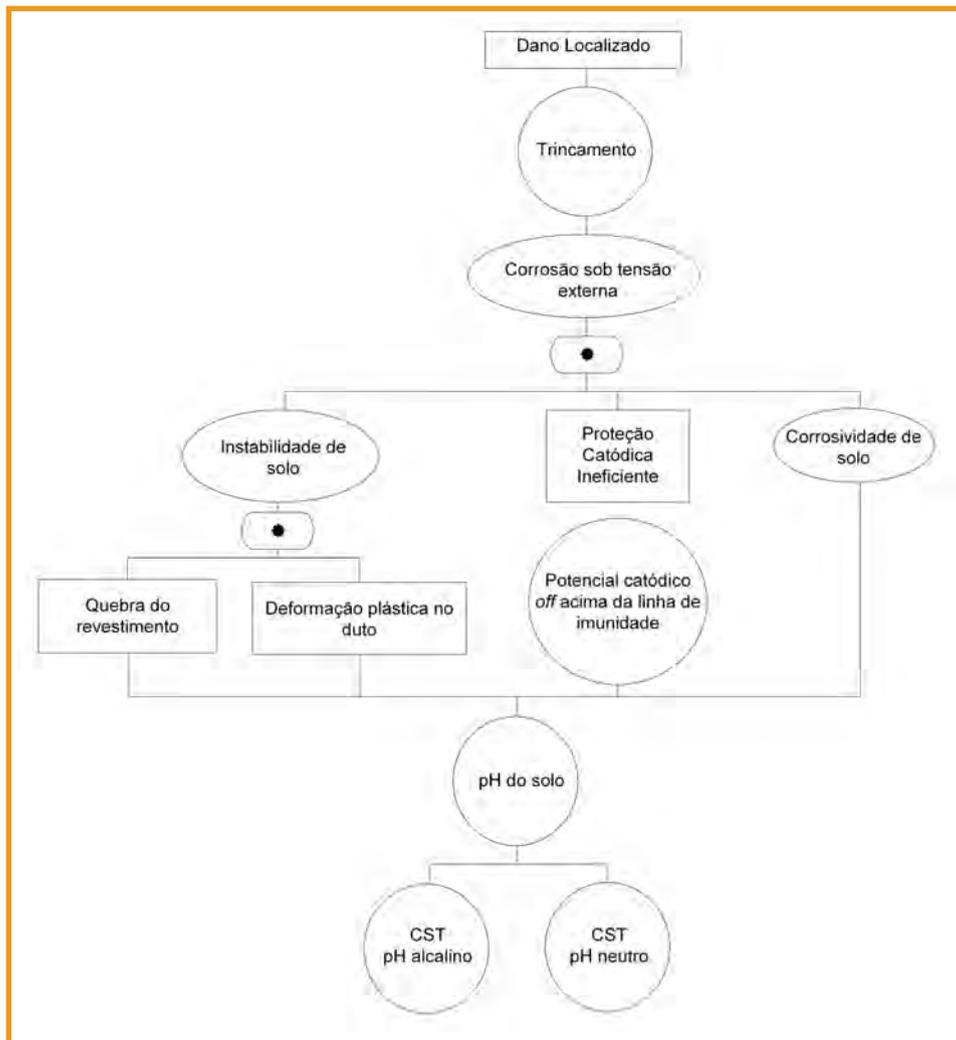
Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela UFRJ. Pesquisador/Formulador pela International Paint/Akzo Nobel. e-mail:

alysson.bueno@internationalpaint.com

**José A. C. Ponciano**

Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela UFRJ. Professor Associado da UFRJ.

e-mail: ponciano@metalmat.ufjf.br



Este artigo foi apresentado por Alysson Helton Santos Bueno como trabalho oral no Intercorr 2008.

**Errata**

Na primeira parte deste artigo, publicada na edição n° 22, a figura 6 aparece no lugar da figura 5. Por favor, considere a figura ao lado como sendo a figura 5.

Figura 5: Árvore de falha para o mecanismo de corrosão sob tensão externa em dutos.

# Noções Básicas sobre Processo de Anodização do Alumínio e suas Ligas – Parte 10

9ª Etapa – Controle de Qualidade

Esta parte do artigo irá tratar dos ensaios para avaliação da qualidade e da conformidade das camadas anódicas.

## Introdução

A avaliação é definida através das normas da ABNT, conforme segue.

## Anodização para fins arquitetônicos

A NBR 12609 – Alumínio e Suas Ligas Tratamento de Superfície – Anodização para fins Arquitetônicos – Requisitos, fixa os requisitos mínimos de qualidade e os ensaios de conformidade das camadas anódicas para aplicações arquitetônicas. Os principais requisitos são apresentados a seguir.

## Classes de Camadas Anódicas

Em função da agressividade do meio devem ser adotadas classes de espessura de camadas

anódicas, conforme tabela 1, sendo que para anodização colorida eletrolítica deve-se usar espessura de camada anódica da classe A13, por exigência do processo, e para anodização colorida por corantes orgânicos, deve-se usar a da classe A18.

## Ensaio de conformidade

A determinação da conformidade dos produtos anodizados para aplicações arquitetônicas deve seguir as seguintes normas:

NBR 8967 – Terminologia

NBR 8968 – Classificação

NBR 9243 – Determinação da Qualidade de Selagem da Anodização pelo Método de Perda de Massa

NBR 12610 – Determinação da espessura de ca-

mas não condutoras pelo Método de Corrente Parasita (*Eddy Current*)

NBR 12611 – Determinação da espessura de camadas anódicas pelo Método de Microscopia Ótica

NBR 12612 – Determinação da resistência das camadas anódicas colorida (solidez à luz) ao intemperismo acelerado (UV)

NBR 12613 – Determinação da Qualidade de Selagem da Anodização pelo Método de Absorção de Corantes

## Proteção e Manutenção

- Devido à propriedade anfótera do óxido de alumínio formado durante a anodização, deve-se evitar seu contato com produtos alcalinos, tais como, argamassa, cimento, massa de reboco e resíduos aquosos desses materiais, e com produtos ácidos, por exemplo, ácido clorídrico (muriático).
- A fim de evitar esse contato, as peças devem ser protegidas temporariamente com produtos adequados, que são removidos após eliminadas as causas que poderiam vir a



Por Adeval Antônio Meneghesso

Colaborador: João Inácio Graccioli (Surface Finishing - CBA)

**TABELA 1 – CLASSE DE ESPESSURA DE CAMADAS ANÓDICAS PARA APLICAÇÕES EXTERIORES/INTERIORES**

Classe	Espessura de Camada Anódica (µm)	Ambiente Típico	Nível de Agressividade	Frequência de Limpeza (meses)
A13	11 a 15	Rural/Urbano	Média/Baixa	18
A18	16 a 20	Litorâneo	Alta	12
A23	21 a 25	Industrial/Marítimo	Excessiva	6

### Notas:

- Os números 13, 18 e 23, que sucedem a letra “A” identificam o valor médio da camada, em micrometros,
- Em ambientes urbanos com alto nível de poluição ambiental a frequência de limpeza deve ser feita com intervalos de 12 meses.
- Ambiente marítimo abrange tão somente os prédios frontais ao mar e sujeitos a nevoa salina. áreas marítima mais internas são consideradas litorâneas.



*Anodização aplicada para uso em ambiente externo e para fins arquitetônicos e decorativos*

danificar a anodização.  
 c. Para conservação e limpeza das peças anodizadas, deve ser aplicado detergente neutro com esponja macia; não se deve usar ferramentas e materiais tais como; facas, palhas de aço, etc., ou qualquer meio mecânico que possa vir a danificar a camada anódica.

**Exemplos de produtos anodizados para aplicações arquitetônicas**

Os produtos fabricados em alumínio e suas ligas, que se destinam à confecção de janelas e acessórios, portas, e acessórios, venezianas, batentes, lambris, fachadas, *brise-soleil* divisórias, forros, boxes para banheiros e acessórios, rodapés, canaletas, eletrodutos e acessórios, calhas, telhas, portões, gradis, telas mosquiteira, corrimãos, balaustradas, arremates, de revestimentos, arremates de azulejos/alvenaria, trilhos de cortina etc., são considerados produtos anodizados para aplicações arquitetônicas.

**Anodização para Fins Técnicos – Anodização Dura**

A NBR 14231 – Alumínio e Suas Ligas Tratamento de Superfície – Anodização para fins técnicos – Anodização Dura, fixa os requisitos mínimos de qualidade e os ensaios de conformidade das camadas anódicas para fins técnicos e devem seguir as seguintes normas:

NBR 8967 – Terminologia

NBR 8968 – Classificação

NBR 9243 – Determinação da Qualidade de Selagem da Anodização pelo Método de Perda de Massa

NBR 12610 – Determinação da espessura de camadas não condutoras pelo Método de Corrente Parasita (*Eddy Current*)

NBR 12611 – Determinação da espessura de camadas anódicas pelo Método de Microscopia Ótica

NBR 12612 – Determinação da resistência da camadas anódicas colorida (solidez à luz) ao intemperismo acelerado (UV)

NBR 12613 – Determinação da Qualidade de Selagem da Ano-

dização pelo Método de Absorção de Corantes

NBR 14128 – Determinação da Resistência à Abrasão da camada anódica da Anodização para fins técnicos (dura) – Método de Taber

NBR 14155 – Determinação da Microdureza da camada anódica da anodização para fins técnicos (dura).

**Anodização para Bens de Consumo**

A norma NBR 14232 – Alumínio e Suas Ligas Tratamento de Superfície – Anodização para Bens de Consumo – fixa os requisitos mínimos de qualidade e os ensaios de conformidade das camadas anódicas decorativas e protetoras para aplicações em produtos que se destinam a bens de consumo.

**TABELA 2 – CLASSE DE ESPESSURA DE CAMADAS ANÓDICAS PARA BENS DE CONSUMO**

Classe	Espessura de Camada Anódica (µm)	Aplicação
A6	5 a 7	Interior
A13	11 a 15	Exterior

**Notas:**

- Os números 6 e 13, que sucedem a letra “A”, identificam o valor médio da camada, em micrometros.
- Para anodização colorida eletrolítica ou por corantes, as espessuras das camadas anódicas devem seguir as necessidades do processo, obedecendo-se as mesmas exigências da tabela 2.

Os principais requisitos são:

### Classes de Camadas Anódicas

A espessura das camadas anódicas deve obedecer aos critérios que estão estabelecidos na tabela 2.

### Ensaio de Conformidade

A determinação da conformidade dos produtos anodizados para aplicações arquitetônicas deve seguir as seguintes normas:

NBR 8094 – Material metálico revestido e não revestido – Corrosão por exposição à névoa salina.

NBR 8967 – Terminologia

NBR 8968 – Classificação

NBR 9243 – Determinação da Qualidade de Selagem da Anodização pelo Método de Perda de Massa

NBR 12610 – Determinação da espessura de camadas não condutoras pelo Método de Corrente Parasita (*Eddy Current*)

NBR 12611 – Determinação da espessura de camadas anódicas pelo Método de Microscopia Ótica

NBR 12612 – Determinação da resistência da camadas anódicas colorida (solidez

à luz) ao intemperismo acelerado (UV)

NBR 12613 – Determinação da Qualidade de Selagem da Anodização pelo Método de Absorção de Corantes

**Eng. Adeval Antônio Meneghesso**  
Diretor superintendente da Italtectno do Brasil – Contato com o autor:  
adeval.meneghesso@italtecnico.com.br  
Fax.: (11) 3825-7022



**Em 2009, a COTEQ comemorará a sua 10<sup>a</sup> edição, e volta à Bahia para prestigiar os 30 anos do Pólo Industrial de Camaçari!! Comemore conosco!!**

### Principais Temas:

#### Corrosão

- Corrosão e Proteção
- Revestimento e Pintura Industrial
- Corrosão pelo Alcool e Biodiesel

#### Ensaio Não Destrutivos

- Aplicação dos END
- Sistemas Especializados para END e para a Garantia da Qualidade
- Formação, Treinamento e Qualificação

#### Inspeção

- RBI - Inspeção Baseada em Risco
- Confiabilidade de Inspeção

#### Avaliação de Integridade

- Inspeção e Avaliação Estrutural de Tubulações e Dutos
- Avaliação de Integridade: Casos, Critérios e Procedimentos
- Análise de Falhas

#### Análise Experimental de Tensões

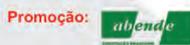
- Análise Teórica, Numérica e Experimental de Tensões
- Técnicas para Determinação de Deslocamento, Deformação e Tensões

#### Tubulações e Vasos de Pressão

- Estruturas
- Termohidráulica

Conheça outros temas do evento pelo site:

<http://www.abende.org.br/10coteq.html>



Patrocínio ouro:



**Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos  
12 a 15 de maio de 2009 • Bahia Othon Palace**

#### O objetivo:

A COTEQ é um encontro que abriga os mais importantes eventos da indústria nacional e é realizado em parceria entre a ABENDE, ABRACO e IBP. Tem como principal objetivo promover a troca de conhecimentos, somar experiências e ampliar negócios aos técnicos, engenheiros e pesquisadores participantes do evento.

#### Inscreva-se!

**Valores promocionais até 12 de dezembro de 2008.**

#### Uma excelente oportunidade:

**Patrocine** o evento, participe da 6<sup>ª</sup> ExpoEQUIP - Exposição de Tecnologia de Equipamentos para Corrosão & Pintura, END e Inspeção de Equipamentos. De 13 a 15 de maio.

**Não perca essa grande oportunidade de fazer ótimos negócios.**



Flávio Ortuño

## A importância da *inovação*

*A inovação é uma competência que pode ser desenvolvida em qualquer tipo de empresa de qualquer segmento. Contudo ela deve ser explícita para todos os stakeholders e estar alinhada com os objetivos de longo prazo da empresa*

**S**e pensarmos nas empresas, que se sobressaem mesmo em épocas de crise, veremos que a inovação é prioridade para a sua maioria. São poucas as que conseguem se superar ou superar as crises e simplesmente sobreviver.

A importância da inovação é percebida como essencial para a sobrevivência num cenário cada vez mais competitivo, entretanto poucas empresas exercem algum tipo de iniciativa para colocá-la em prática.

Existem duas causas para que isto não ocorra com tanta frequência: a visão ultrapassada sobre inovação e o desconhecimento de ferramentas que ajudam a “alavancar” a inovação dentro das empresas. Para muitos, a inovação está restrita a empresas que lidam exclusivamente com alta tecnologia com investimentos vultuosos em pesquisa e desenvolvimento.

A inovação, porém, tem um aspecto mais amplo, isto é, pode vir por meio do desenvolvimento de novos clientes, de novos mercados, da gestão de parcerias estratégicas, de novos modelos de negócios, enfim, inovação é uma forma de gerar novo valor se diferenciando de seus concorrentes. Neste sentido, uma empresa pode ser extremamente inovadora, sem que venda um produto tecnologicamente superior ao do seu concorrente.

Uma característica fundamental da inovação é que ela seja geradora de valor para todos os *stakeholders*: para os clientes, que compram a melhor marca; para os parceiros estratégicos, com os quais se compartilham os riscos e os retornos; para os investidores que têm uma empresa capaz de resistir a crises e gerar um alto retorno; e para os funcionários.

Já para a segunda causa temos dois grupos. O primeiro promove o alinhamento das estratégias da empresa com as de inovação. Auxilia na otimização do portfólio de projetos, alinhando-os com a estratégia de crescimento da empresa, ajustando-os ao risco inerente em cada um e direcionando efetivamente os recursos para os projetos que realmente gerem vantagem competitiva e, conseqüentemente, aumento nos resultados a serem alcançados. Trabalha também na identificação e na gestão de parceiros estratégicos com os quais existe o compartilhamento de riscos e resultados.

O segundo grupo é composto por ferramentas que promovem a operacionalização da inovação na empresa, como a identificação de barreiras culturais que impedem o desenvolvimento de um ambiente propício à inovação e de métricas que propiciem o seu gerenciamento; a promoção e a captura de *insights* provenientes de consumidores e colaboradores de todos os níveis hierárquicos de uma forma estruturada suportada pela tecnologia de informação; pela gestão efetiva e eficiente do *pipeline* de projetos podendo-se acelerar ou desacelerar a implantação de um projeto conforme as necessidades estratégicas da empresa.

A inovação não está restrita somente a empresas de alta tecnologia. É uma competência que pode ser desenvolvida em qualquer tipo de empresa de qualquer segmento, pois existe uma abordagem sistêmica que auxilia as empresas a operacionalizá-la. Entretanto, uma condição é essencial para que a inovação se torne uma fonte sustentável de geração de valor. Deve ser explícita para todos os *stakeholders* e estar alinhada com os objetivos de longo prazo da empresa.

Cabe aqui uma pergunta, o que sua empresa está fazendo com relação à inovação para que ela não sucumba na próxima crise?

---

### Flávio Ortuño

Gerente de projetos da Turnpoint e especialista em Gestão da Inovação e Negócios Internacionais, com experiência em Marketing e Estratégia

**Contato:** [linkturnpoint@linkportal.com.br](mailto:linkturnpoint@linkportal.com.br) / [www.turnpoint.com.br](http://www.turnpoint.com.br)

# Empresas associadas à ABRACO

**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)

**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)

**CIKEL LOGÍSTICA E SERVIÇOS LTDA.**

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

**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)

**DUROTEC INDUSTRIAL LTDA.**

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

**DUTOS QUÍMICA LTDA.**

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

**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)

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

[www.gaiatecsistemas.com.br](http://www.gaiatecsistemas.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 ENG<sup>a</sup> DE CORROSÃO LTDA.**

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

**IMPÉRCIA ATACADISTA LTDA.**

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

**INSTITUTO PRESBITERIANO MACKENZIE**

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

**MAX PINTURAS E REVESTIMENTOS LTDA.**

[maxpint@terra.com.br](mailto:maxpint@terra.com.br)

**METAL COATINGS BRASIL IND. E COM. LTDA.**

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

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

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

**MUSTANG PLURON QUÍMICA LTDA.**

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

**NOVA COATING TECNOLOGIA, COM. SERV. LTDA.**

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

**OPTEC TECNOLOGIA LTDA.**

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

**PERFORTEX 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)

**PPL MANUTENÇÃO E SERVIÇOS LTDA.**

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

**PROMAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.**

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

**Q&B SERVIÇOS LTDA.**

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

**RENNER HERMANN S/A**

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

**REVEX METALIZAÇÃO LTDA.**

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

**SEMOT COM. E SERVIÇOS EM CORROSÃO LTDA.**

[semot@uninet.com.br](mailto:semot@uninet.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)

**SURTEC DO BRASIL LTDA.**

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

**TBG - TRANSP. BRAS. GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL**

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

**TECNOFINK LTDA.**

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

**TEC-HIDRO IND. COM. E SERVIÇOS LTDA.**

[tec-hidro@tec-hidro.com.br](mailto:tec-hidro@tec-hidro.com.br)

**TECNO QUÍMICA S/A.**

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

**TRIEX - SISTEMAS, COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA.**

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

**TTS - TEC. TOOL SERV. E SIST. DE AUTOMAÇÃO LTDA.**

[info@ttsbr.com.br](mailto:info@ttsbr.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)

**VCI BRASIL IND. E COM. DE EMBALAGENS LTDA.**

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

**ZEcT PREVENÇÃO DE CORROSÃO LTDA.**

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

*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.*

**Integre sua empresa à comunidade técnico-empresarial da ABRACO.**

**Mais informações:**

**Tel. (21) 2516-1982**

**[www.abraco.org.br](http://www.abraco.org.br)**

# LINHA ECOLÓGICA DE ÚLTIMA GERAÇÃO PARA PRÉ-TRATAMENTO DO ALUMÍNIO PARA PINTURA

## LL AluGold

*Linha No-Rinse com Redução de 50% nos Custos Operacionais*

Acompanhando a tendência mundial, a **Italtecno** lança com exclusividade no mercado nacional a Linha Ecológica de última Geração no pré-tratamento para pintura do alumínio, atendendo todas as necessidades de operação.

**No-Rinse** (dispensa a lavagem em água corrente após o processo de conversão química) Inerte ao meio ambiente **com descarte zero de efluentes**.

A linha **LL AluGold** substitui com muita vantagem os processos convencionais que agridem o meio ambiente, **com redução de mais de 50% nos custos operacionais**.

### LL AluGold Tri

**Redução de 99 % de Cromo – No-Rinse**

Camada de Conversão Inorgânica não-sensível aos Raios UV.

Aprovado em ensaios de Salt Spray Acético, seguindo a norma Qualicoat Class 1 / ISO 9227:1990, realizados na AkzoNobel / Inglaterra.

### LL AluGold SCF

**Isenção Total de Cromo – No-Rinse**

Tecnologia Organo/Metálico – Processo em aplicação em perfis de alumínio, em várias instalações na Itália. Em fase de lançamento no Brasil.

### LL AluGold 001

**Isenção Total de Cromo – No-Rinse**

**Nanotecnologia** – Tem como base os princípios da engenharia molecular –

Processo versátil que atende a todas condições operacionais ao que o banho pode ser submetido.

Linha ecológica aprovada em todos os requisitos da norma Qualicoat e atende também as normas técnicas requisitadas pela ABNT NBR 14125 (revestimento orgânico para fins arquitetônicos – requisitos).

*Somos todos responsáveis  
pelo futuro do planeta*



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

escrit@italtecno.com.br – www.italtecno.com.br