

Corrosão & Proteção

ABRACO
Associação Brasileira de Corrosão
ISSN 0100-1485

Ciência e Tecnologia em Corrosão

Ano 5 - Nº 22
Jul/Ago 2008

APORTE
EDITORIAL

ENTREVISTA

Pedro Paulo Barbosa Leite,
presidente da Associação
Brasileira de Corrosão –
ABRACO

INDÚSTRIA AERONÁUTICA

NOVAS TECNOLOGIAS PROMETEM DECOLAR



Foto: Embraer Divulgação
Efeitos: Intacta Design



6

Entrevista

ABRACO avalia principais pontos do biênio 2007/2008

Pedro Paulo Barbosa Leite

10

Matéria de Capa

Novas Tecnologias prometem decolar

14

Treinamento & Desenvolvimento

Orlando Pavani Júnior

22

Notícias do Mercado

34

Opinião

A Química do Sucesso

Moacir Moura

Artigo Técnico

16

*Fosfatização de Metais Ferrosos
Parte 14 - A Qualidade da Água nas
Etapas de Lavagem*

Por Zehbour Panossian

e Célia A. L. dos Santos

23

*Plano de Gerenciamento
de Integridade de Dutos
contra Corrosão - Parte 1*

Por Alysson Helton Santos Bueno

e José A. C. Ponciano

29

*Noções Básicas sobre Processo
de Anodização do Alumínio
e suas Ligas - Parte 9*

Por Adealval Antônio Meneghesso

32

*Resolução de Problema de Bolhas em
Peças de Aço-carbono Zincadas e
Pintadas*

Por: Cleiton dos Santos Mattos

e co-autores



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. ISNN 0100-1485

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

Diretoria

Presidente

Eng. Pedro Paulo Barbosa Leite - PETROBRAS/NORTEC

Vice-presidente

Eng. Laerce de Paula Nunes - IEC

Diretor Financeiro

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

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. Zehbour 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. Zehbour Panossian - IPT

Conselho Científico

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

Redação e Publicidade

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

Diretores

João Conte - Denise B. Ribeiro Conte

Editor

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

Repórteres

Henrique A. Dias e Carlos Sbarai

Projeto Gráfico/Edição

Intacta Design - info@intactadesign.com

Gráfica

Van Moorsel

Esta edição será distribuída em setembro de 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.

Os investimentos começaram!

NO INÍCIO DO ANO, NESTE MESMO ESPAÇO, COMENTAMOS A GRANDE EXPECTATIVA QUE se criava em torno da exploração de petróleo na camada pré-sal. Desde então muito se evoluiu e, no início de setembro, com grande destaque, foi dado o início da inédita extração de petróleo na camada pré-sal no campo de Jubarte, na Bacia de Campos, no litoral do Espírito Santo. Sim, é um campo menor e tecnicamente mais fácil de ser explorado do que as imensas reservas detectadas nos campos de Tupi, Júpiter e Carioca, porém a atividade deve funcionar como uma espécie de laboratório para atuar em condições muito mais desafiadoras.

Independente da discussão política em torno do assunto, o que fica claro é a força e a competência da PETROBRAS, sem dúvida, uma das promotoras globais de alta tecnologia para a indústria petrolífera. E, ao colocar em produção o primeiro poço da camada pré-sal em apenas dois anos após sua descoberta, reforça ainda mais a capacidade tecnológica da empresa frente aos desafios.

Dados divulgados pela empresa informam que foram necessários realizar adaptações na planta de processo da plataforma, representando um investimento de R\$ 50 milhões. A produção começa com um Teste de Longa Duração (TLD), com o objetivo de observar o comportamento do óleo do pré-sal, tanto no reservatório como na planta de processo da plataforma, devendo durar de seis meses a um ano.

Apesar de estar ainda numa fase inicial da exploração da camada pré-sal (alguns especialistas acreditam que a exploração em sua plenitude pode começar apenas em 2014), a PETROBRAS tem feito investimentos contínuos para preparar terreno para essa nova fase da indústria petrolífera nacional e internacional. Apenas a perfuração de 15 poços (oito deles já testados, com indicação de presença de petró-

leo leve de alto valor comercial e grande quantidade de gás natural associado) consumiram investimentos de R\$ 1,7 bilhões.

Dados já divulgados pela empresa, porém, indicam que os investimentos na economia nacional avançados pela produção da PETROBRAS podem atingir R\$ 2 trilhões até 2017.

Biodiesel – E a PETROBRAS não é só petróleo e gás. Como uma empresa de energia com atuação global, mantém investimentos constantes em outras fontes energéticas. Em agosto, por exemplo, inaugurou a segunda das três usinas de biodiesel previstas. Esta segunda unidade, localizada em Quixadá, no Ceará, tem capacidade de produzir 57 milhões litros de biodiesel por ano.

Um das particularidades da unidade são os sistemas que permitem a realização de manutenção sem comprometer a continuidade operacional, garantindo alto desempenho em relação a sua capacidade e à qualidade do biodiesel. A usina possui um sistema de processamento de óleos vegetais brutos para pré-tratamento na unidade, transformando-o em óleo refinado.

Como se pode perceber a empresa, apesar da grande expectativa em torno do petróleo pré-sal, não abre mão de trilhar novos e desafiadores caminhos. Postura que se coaduna com as corporações que fazem a história na economia mundial.

Boa Leitura!

Os Editores

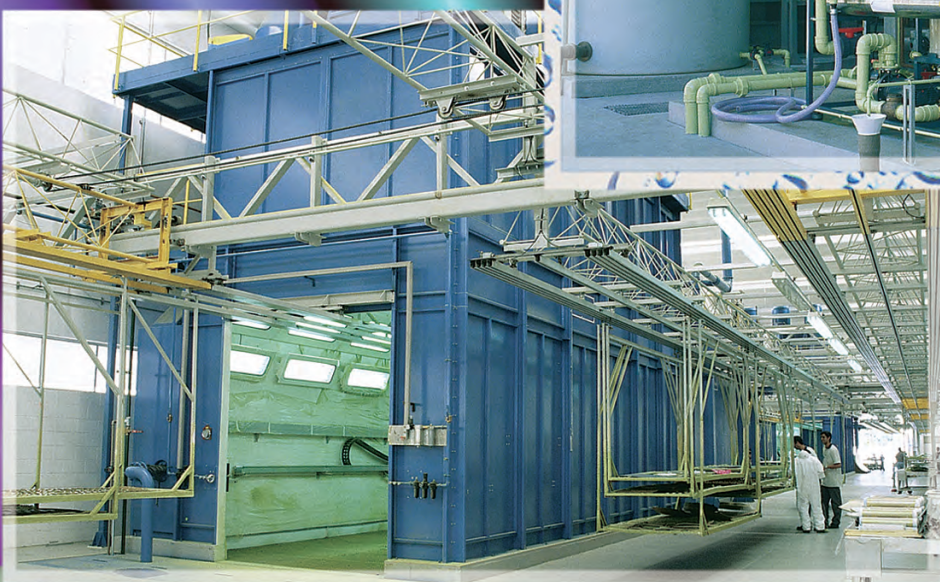
Os investimentos na economia nacional, avançados pela produção da PETROBRAS, podem atingir R\$ 2 trilhões até 2017

EQUIPAMENTOS PARA TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIES



Estação de tratamento
de efluentes incorporando
unidade de ultrafiltração

Equipamento de grande porte com carro
transportador equipado com bandeja
recolhedora de respingos e tanques de
processo com fampas de acionamento
pneumático



Instalações especiais
para pintura

ALTA TECNOLOGIA EM TRATAMENTOS
DE SUPERFÍCIE E DE EFLUENTES



ELMACTRON

Elétrica e Eletrônica Indústria e Comércio Ltda.

Rua Prof. João Cavaleiro Salem, 475
CEP 07243-580 - Bonsucesso - Guarulhos - SP
TEL: (011) 2480-3113 - FAX: (011) 2480-3169
E-mail: elmactron@terra.com.br



Pedro Paulo Barbosa Leite

ABRACO *avalia* principais pontos do biênio 2007/2008

Realização do INTERCORR, patrocínio de livros em parceria com a PETROBRAS, implantação de cursos e reforma do estatuto estão entre os destaques da atual gestão da ABRACO

Por Henrique Dias

No próximo dia 31 de dezembro se encerra mais um biênio de realizações na Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO). Atual presidente da entidade o engenheiro Pedro Paulo Barbosa Leite avalia os principais pontos de sua gestão e se coloca à disposição da próxima gestão, que será presidida por Laerce de Paula Nunes, para os desafios que virão a partir do próximo ano. “Durante o meu mandato podemos destacar vários acontecimentos, entre eles, a organização do INTERCORR 2008 e o patrocínio do livro de Pintura Industrial, em parceria com a PETROBRAS. Muito ainda pode ser feito até dezembro, e, desde já, me disponho a auxiliar meu sucessor no que for preciso”, ressalta Leite.

Considerado o evento mais importante para a ABRACO nos últimos anos, o INTERCORR 2008 (*2nd International Corrosion Meeting*), realizado entre os dias 12 e 16 de maio, no Mar Hotel, em Recife, contou com a participação de mais de 700 congressistas e teve um grande apoio das universidades brasileiras. Mesmo com o grande sucesso do INTERCORR, com as comissões de estudo do Comitê Brasileiro de Corrosão (CB-43) e com a crescente preocupação da indústria pelo assunto, a proteção anticorrosiva ainda se ressen-

te da falta de mão-de-obra especializada. De acordo com Leite, uma das ações que poderia ser adotada por parte das empresas seria a implantação de planos de treinamento e qualificação de pessoal. “Na minha avaliação, a situação é crítica. É preciso que as empresas se conscientizem e façam um plano de treinamento e qualificação, mas não com uma visão de curto prazo, e sim de forma sustentável, visando a preparação para as novas demandas do mercado nacional”, explica.

Engenheiro mecânico formado pela Universidade Gama Filho do Rio de Janeiro, Pedro Leite iniciou sua carreira na PETROBRAS em 1984, como técnico de manutenção. Desde de 2005 é coordenador de Normalização Técnica Nacional da empresa. Leite também atua como instrutor dos cursos de Pintura Industrial e Normalização Técnica da Universidade PETROBRAS, além de ser conselheiro da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e professor da Fundação de Apoio à Escola Técnica (FAETEC). Na ABRACO, Leite passou pela Comissão de Estudo de Pintura, pela diretoria executiva até chegar à presidência em janeiro de 2007.

Para comentar um pouco mais sobre a atuação da ABRACO, Pedro Leite conversou com a **Revista Corrosão & Proteção**.

Quais foram os principais destaques da sua gestão?

Leite – *Podemos destacar a realização do INTERCORR 2008, o patrocínio do livro de Pintura Industrial em parceria com a PETROBRAS e com o Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP), a realização da 9ª COTEQ (Conferência em Tecnologia de Equipamentos) em parceria com a Associação Brasileira de Ensaios Não-Destrutivos e Inspeção (ABENDE). Tivemos ainda a reforma do Estatuto da ABRACO contemplando eleições diretas para a diretoria executiva e para vice-presidência; a reformulação do Curso de Inspetor de Pintura, para atender às exigências da International Maritime Organization (IMO); a compra de duas novas salas; a assinatura do convênio com a PETROBRAS e com a Associação Brasileira de Engenharia Industrial (ABEMI) para a execução do Plano Nacional de Qualificação Profissional (PNQP) do PROMINP; e a implantação do primeiro Curso de Inspetor de Pintura do PROMINP. Vale lembrar que a ABRACO foi a primeira entidade a ter candidatos qualificados pelo programa.*

Para a ABRACO, qual foi a importância da realização do INTERCORR 2008?

Leite – *Sem dúvida alguma, o INTERCORR 2008 foi o evento*

mais importante da ABRACO nos últimos anos, graças à dedicação e ao profissionalismo dos nossos colaboradores e dos Comitês Técnico e Executivo, foi possível receber cerca de 700 inscrições. Tivemos participação maciça de universidades de todo o Brasil e palestras de excelente nível técnico, ministradas por profissionais de renome internacional. Os nossos patrocinadores apostaram no sucesso do evento, e tenho certeza de que não se arrependem. Espero que o INTERCORR 2010 tenha o mesmo sucesso.

Qual sua avaliação sobre a falta de mão-de-obra especializada?

Leite – A falta de mão-de-obra não é apenas uma demanda no Brasil, e sim, uma demanda mundial em diversos segmentos da indústria. Mesmo quando outros setores tinham bastante oferta de mão-de-obra, a atividade de proteção anticorrosiva já carecia de profissionais qualificados. A situação está bastante crítica. As empresas têm se preocupado e isso pode ser comprovado pela participação de técnicos nas Comissões de Estudo do CB-43 e nos congressos promovidos pela ABRACO, onde o número de inscritos é cada vez maior. Mas essas medidas ainda não são suficientes.

Na sua opinião, que ações poderiam ser tomadas para amenizar essa falta de mão-de-obra?

Leite – Como já foi dito anteriormente, o treinamento e qualificação de pessoal em suma, são as ações mais importantes para que as empresas possam assumir os novos desafios que estão por vir, em razão das encomendas que estão sendo feitas no mercado nacional. O Governo Federal está fomentando a indústria através do PROMINP, que conta com a participação de diversas entidades e associações. Existe ainda o Comitê Setorial IND P&G26 (Qualificação de Pessoal), sob a coordenação geral do Ministério de Minas e

Energia, com a coordenação executiva da PETROBRAS.

De que forma a ABRACO está participando do PROMINP?

Leite – A ABRACO está participando do PROMINP como Organismo de Treinamento de Pessoal (OTP) e Organismo de Certificação de Pessoal (OPC).

Em que estágio encontra-se o processo de Certificação Nacional para profissionais da área de corrosão?

“ É preciso que as empresas façam um plano de treinamento e qualificação de forma sustentável, visando as novas demandas do mercado nacional ”

Leite – Recentemente, foi criado o Conselho de Certificação do SNQC-CP (Sistema Nacional de Qualificação e Certificação em Corrosão e Proteção), que é tripartite com paridade entre os representantes das partes interessadas: consumidor, produtor e neutro. O regimento interno e os procedimentos para Qualificação e Certificação de Pessoal e Qualificação de Inspeção de Pintura já foram aprovados.

Como funcionário da PETROBRAS, qual é a sua avaliação sobre a importância da ABRACO para sua empresa?

Leite – A PETROBRAS tem grande interesse que sejam elaboradas normas técnicas brasileiras sobre os assuntos que fazem parte do CB-43 (corrosão), para isso, além de indicar técnicos especialistas para trabalharem nas Comissões de Estudo oferece as Normas Técnicas PETROBRAS como texto base para as normas brasileiras. Também existe interesse da PETROBRAS em fazer da ABRACO um Organismo de Certificação de Pessoal (OPC), a fim de facilitar a seleção de mão-de-obra especializada para os seus contratos com as empresas fornecedoras de bens e serviços.

Quais serão os benefícios que o país terá, a partir do momento em que a PETROBRAS conseguir transformar suas normas técnicas em normas brasileiras?

Leite – É bom ficar claro, que as normas técnicas PETROBRAS não serão transformadas em normas brasileiras, elas vão servir de texto base. Cabe à sociedade através de seus representantes nas Comissões de Estudo avaliarem os aspectos que poderão ser incluídos nos textos das normas brasileiras. Não podemos nos esquecer que existem boas práti-

cas nas normas PETROBRAS nas áreas de Segurança, Qualidade, Meio Ambiente, lições que foram aprendidas e que podem ser incorporadas às normas brasileiras. Compartilhar toda esta experiência adquirida aos longos dos anos, certamente beneficiará toda a sociedade.

O senhor pretende continuar participando dos projetos da ABRACO após o término da sua gestão?

Leite – Pretendo continuar participando das Comissões de Estudo do CB-43 que sejam do interesse da PETROBRAS, do Conselho de Certificação do SNQC-CP, o qual eu presido, do PROMINP e dos congressos e seminários que serão realizados pela entidade.

Qual será o principal desafio do seu sucessor?

Leite – O professor Laerce de Paula Nunes terá como grande desafio estender a Certificação Nacional para os profissionais de proteção catódica, encarregado de pintura e pintor industrial.

Mais informações sobre a ABRACO no site www.abraco.org.br.

Italtecnico do Brasil lança linha ecológica para o pré-tratamento do alumínio para pintura

Linha No-Rinse com eliminação de 99 a 100% de cromo e descarte zero de efluentes

O empresário brasileiro está cada vez mais consciente de que a responsabilidade ambiental nos processos produtivos tem relação direta com a manutenção dos negócios. O desenvolvimento sustentável é uma tendência mundial que forçosamente deverá engajar todos os setores da sociedade, ganhando status de prioridade no processo de decisão e planejamento estratégico de governos, setores produtivos e de toda sociedade. Foi justamente com essa diretriz que a



Foto 1:
Adeval
Meneghesso,
diretor da
Italtecnico

Foto 2:
Banho de
conversão
química com
AluGold Tri

Foto 3:
Etapa de
escorrimento
do banho,
finalizando
o processo

Italtecnico do Brasil acaba de lançar no mercado nacional a linha de processos ecológicos LL AluGold de alta performance no pré-tratamento do alumínio para pintura.

Como explica o diretor da Italtecnico do Brasil, Eng. Adeval Meneghesso, a linha de produtos LL AluGold foi desenvolvida com tecnologia de última geração utilizando metais nobres, como titânio e cobalto, para formação de uma camada extremamente resistente. O

processo produz nas ligas do metal uma película protetora incolor/iridescente de alta qualidade, durável e resistente à corrosão.

A linha AluGold é composta por três processos que atendem a todas necessidades operacionais a que o banho pode ser submetido:

LL AluGold Tri Redução de 99 % de Cromo – No-Rinse

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

LL AluGold SCF Isenção Total de Cromo – No-Rinse

Tecnologia Organometálica – Processo em aplicação em perfis de alumínio, utilizado 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.

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

“As características inovado-



ras dos processos são a propriedade **No-Rinse** (*dispensa a lavagem em água corrente após o processo de conversão química*), com **descarte ‘zero’ de efluentes contaminados**, o que torna o produto ecologicamente correto e de qualidade superior aos convencionais, e a **redução em 99% a 100% da presença de cromo**”, diz Meneghesso.

De fácil operação, os processos exigem apenas quatro estágios de banho para que o alumínio ganhe uma eficiente película protetora de combate à corrosão. Na eventual necessi-





*Foto 4:
José Alexandre
Grandini,
químico
industrial
da Anobril*

*Foto 5:
Corpo de provas
nas três etapas
dos ensaios*

*Foto 6:
Câmara de
pintura*

dade de descarte, no caso do LL AluGold Tri, basta uma diluição em água na proporção de 1 para 10 litros para que não ocorra contaminação do efluente. No caso do LL AluGold SCF e LL AluGold 001, **a presença do cromo é zero e o descarte do efluente é zero.** “Esta propriedade elimina todas as onerosas etapas de tratamentos, armazenagem e destinação dos resíduos contaminados com metais pesados”, revela Meneghesso.

A linha de produtos LL AluGold tem a capacidade de criar uma camada inorgânica não-sensível aos raios UV, além de proteger a superfície do alumínio contra corrosão, oferecendo condições ideais para a aplicação da camada de pintura com excelentes propriedades de ancoragem e aderência. “O primeiro estágio do processo é o desengraxe, seguido por um segundo banho em água corrente para a retirada de resíduos. Em seguida há uma outra lavagem com água desmineralizada e, finalmente, ocorre o banho de conversão química onde é aplicado o LL AluGold. O processo é assim finalizado, dispensando as demais lavagens **No-Rinse**. Posteriormente acontece o escoamento, a secagem em estufa e, por fim, a aplicação da tinta”, explica Adeval Meneghesso.

Apesar de toda a “revolução” tecnológica, a linha LL AluGold apresenta uma exce-

lente relação custo-benefício. Segundo dados da Italtelco, se comparado com os processos convencionais a utilização do LL AluGold reduz os custos em 50%. “Este produto alia impacto ambiental zero, qualidade superior e baixo custo”, destaca Meneghesso.

O cliente com a palavra

Quem comunga da mesma opinião é o químico industrial da Anobril Extrusão e Anodização, José Alexandre Grandini. “A economia pode ser ainda maior que os 50% mencionados por Meneghesso se levarmos em conta a redução dos custos de tratamento de efluentes, o que pode chegar de 15% a 20%. Outro fator positivo é a diminuição do espaço físico necessário para as instalações. No processo convencional normalmente utilizamos seis tanques para os banhos, enquanto com o LL AluGold são necessários apenas quatro tanques”, comenta Grandini.

Grandini informa que todos os testes realizados para avaliar o desempenho do banho foram mais do que satisfatórios. “Seguindo as normas da ABNT NBR 14125 (revestimento orgânico para fins arquitetônicos – requisitos), o produto foi aprovado em todas as fases, passando no ensaio de impacto, no de mandril cônico, de aderência seca e de aderência úmida (panela de pressão), uma das mais rigoro-

ITALTECNO: SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Atuando há mais de 20 anos no mercado nacional, fornecendo processos, produtos e equipamentos para tratamento de superfícies do alumínio e suas ligas, a Italtelco do Brasil é coligada à Italtelco Srl da Itália, líder mundial no setor, presente em mais de 30 países, detentora de várias patentes internacionais e de avançada tecnologia.

A linha LL AluGold está baseada na necessidade da busca de soluções sustentáveis no tratamento de superfícies. Por essa razão, o Ipê, a árvore símbolo do Brasil, serviu como inspiração para a campanha de lançamento. Serão distribuídas mais de 20.000 sementes da espécie para plantio, em um exercício de cidadania e consciência ecológica que a Italtelco vai compartilhar com clientes, técnicos e fornecedores, esperando que todos se engajem dos mesmos propósitos, afinal “somos todos responsáveis pelo futuro do planeta”.

*Mais informações pelo telefone
(11) 3825-7022*

sas análises de resistência”.

A Anobril faz parte do grupo que congrega as empresas EZK no segmento de extrusão do alumínio e a Jap, tradicional fabricante de portas e janelas de alumínio padronizadas. A Anobril ainda presta serviços a outras empresas do mercado na anodização e pintura do metal.



foto: Embraer Divulgação

Novas tecnologias prometem *decolar*

Semelhante a outros segmentos, a corrosão é uma preocupação constante para o setor aeronáutico.

Falhas podem ser fatais, além do forte viés econômico. Segundo dados norte-americanos, o custo da corrosão na aviação comercial consome anualmente US\$ 2 bilhões

Por Carlos Sbarai

A indústria aeroespacial é marcada por condutas rígidas em sua rotina de trabalho. São rigorosos os sistemas de normas e de qualidade, pois desvios podem gerar graves problemas e levar as aeronaves a acidentes com inúmeras vítimas. “Em toda a cadeia produtiva, a importância da informação objetiva é evidenciada desde em sistemas de normalização técnica, qualidade e até mesmo em cláusulas de contrato entre operadoras aéreas, montadoras, fornecedores de matérias-primas e prestadores de serviços subcontratados”, conta Luís Gustavo Pacheco, auditor de processos especiais especialista no setor que recentemente apresentou à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, a dissertação “Análise de viabilidade de implantação da técnica de espectroscopia de impedância eletroquímica para controle de processos de tratamento de superfície no setor aeroespacial”.

Segundo detalhado por Pacheco em seu trabalho, os sinistros levaram o setor aeroespacial a perseguir estratégias que pudessem prever com antecedência e segurança o risco de manifestação de falhas, ainda em um momento em que elas mal se manifestavam. “Assim, o investimento em tecnologias de monitoramento não-destrutivas ganhou um vasto terreno”, comenta. Um fato marcante para a indústria é o acidente da **Aloha Airline**, em 1988. Após atingir 24 mil pés de altitude, a aeronave (Boeing 737-200) perdeu a fuselagem superior da região anterior à porta

dianteira devido a uma repentina descompressão interna. O piloto comandou um pouso de emergência; o acidente chamou a atenção do público para os problemas de envelhecimento da frota.

“A falha teve origem ao longo de uma das regiões de junção na fuselagem submetida ao processo de colagem estrutural. A idade da aeronave (19 anos ou cerca de 89000 ciclos ‘aterrissagem-decolagem’ à época do acidente) e a falta de robustez em seu programa de manutenção gradativamente abriu campo para que as regiões de colagem se tornassem susceptíveis a processos corrosivos. Devido à colagem ineficiente, a umidade penetrou mais facilmente essas regiões, provocando delaminações e desencadeamento de corrosão sob atrito relativo entre superfícies, o chamado *fretting*”, conta Pacheco.

A repercussão do assunto levou a **FAA** – *Federal Aviation Administration* a convocar uma conferência internacional sobre o envelhecimento de aeronaves, quando foram elaboradas estratégias e medidas mais rígidas para a atividade. Surgiu o Programa de Controle e Prevenção da Corrosão em Aeronaves (1992) como parte dos requisitos de homologação para operadores e fabricantes.

Além da segurança dos passageiros, Pacheco lembra que o assunto tem forte viés econômico. Segundo dados de um estudo realizado pela *Federal Highway Administration*, os custos anuais da corrosão nos Estados Unidos chegam a US\$ 276 bilhões, sendo que US\$ 2 bilhões são atribuídos ao setor aeronáutico comercial.

A corrosão manifestada no setor aeronáutico, semelhante a outros segmentos, pode ser enquadrada em diversos tipos característicos cuja classificação se baseia na morfologia e aparência dos resíduos de corrosão. Os tipos mais frequentes são a corrosão uniforme ou generalizada, puntiforme ou por pite, por aeração diferencial, galvânica, por erosão, intergranular, seletiva e influenciada por fatores ambientais. “Via de regra, praticamente todos os casos podem se encaixar em um desses tipos ou de uma combinação destes”, diz Pacheco.

Fornecedores

O diretor de vendas técnicas América Latina da **Akzo Nobel Aerospace Coatings**, Jonas Ferraro, revela que a maioria das aeronaves é produzida com alumínio, conferindo um menor peso e com boas qualidades mecânicas. “Novas tecnologias começam a aparecer no mercado, os *composites*, porém irão continuar a usar as ligas de alumínio. Para proteger os componentes de alumínio contra corrosão, esses são pintados. Esse sistema de pintura começa com um pré-tratamento na superfície, podendo ser com ácido, fosfatos,



Aeronave do voo 243 da Aloha Airlines no aeroporto de Kahului em 28 de Abril de 1988, após sua fuselagem ser arrancada durante o voo.

Tecnologia em ZINCO

■ Zinco Alcalino e Ácido

AMARELO TRIVALENTE

Operação em temperatura ambiente. Acima de 120 horas para corrosão branca sem Topcoat.

PRETO TRIVALENTE

Operação em temperatura ambiente. Acima de 120 horas para corrosão branca sem Topcoat.

■ Zinco/Níquel

AZUL

Passivador Trivalente. Acima de 120 horas para corrosão branca e 1000 horas para corrosão vermelha.



A BANDEIRANTES GALVÂNICA ATUA NO MERCADO HÁ MAIS DE 15 ANOS E OFERECE ECO FRIENDLY PRODUCTS, AMBIENTALMENTE CORRETOS.

BANDEIRANTES

VISITE NOSSO SITE
www.bandeirantesgalvanica.com.br

Rua Lício de Miranda, 719/738
Vila Carioca São Paulo - SP
CEP: 04225-030
PABX: (11) 2914-1799

wash primer, anodização, ou segundo a especificação do fabricante da aeronave”.

“Cada fabricante de aeronave possui sua especificação e em alguns casos o usuário final define, como exemplo a área militar que usa as AMS-C que substituiu as MIL-C. Após o pré-tratamento, é aplicado um *primer* epóxi de dois componentes com cromato. A camada aplicada é de 15 a 20 microns. A secagem pode ser ao ar ou em estufa a 60°C. Como proteção final e acabamento, é usado um sistema de dois componentes poliuretano com secagem ao ar ou estufa. Periodicamente a superfície externa da aeronave é removida e o mesmo processo com os mesmos produtos são reaplicados. Esse processo visa verificar a situação da superfície da fuselagem”, explica Ferraro.

Ele comenta ainda que a parte interna da aeronave não é removida e requer um *primer* epóxi com alta resistência aos fluidos hidráulicos, que agem como removedor da pintura. “*Primers* epóxi especiais também são usados, como exemplo, o que protege o interior dos tanques de combustível que devem também fornecer proteção contra fungos além da corrosão. Novas tecnologias estão sendo desenvolvidas, sistema à base de água que já possui aprovação na Europa e a eliminação dos cromatos. A eliminação dos cromatos é o grande desafio, e um possível substituto está em desenvolvimento, o magnésio. Os resultados iniciais são promissores, porém nessa área os testes são executados e retestados inúmeras vezes. A **Akzo Nobel Aerospace Coatings** possui as aprovações de todos os fabricantes mundiais de aeronave e pertence ao grupo **Akzo Nobel**”.

A **Renner** informa que tem em seu portfólio produtos desenvolvidos especificamente para as mais rigorosas normas da Aeronáutica, adotando um rígido e elevado padrão de qualidade, tendo como parâmetro a norma MIL. Destinam-se à pintura de todos os modelos de aeronaves e também a equipamentos em terra. Existem diversos tipos, como: epóxi cromato de estrôncio, epóxi cromato de zinco, alquídicos, poliuretanos, lacas acrílicas e lacas nitrocelulose. Os produtos têm as características de proteção anticorrosiva, promoção de aderência e a aparência final, inclusive de proteção contra raios UV.

Testes de resistência físico-química, ao intemperismo, a temperaturas, abrasão e aderência são alguns dos testes que a **Renner** realiza constantemente em seus laboratórios para ter a certeza de que seus produtos terão a qualidade exigida pelo mercado aeronáutico e que supere a expectativa de vida útil. Quanto à proteção anticorrosiva, ela deve ser conseguida com a menor espessura possível para não aumentar o peso da aeronave, e deve estar dimensionada para suportar as bruscas variações de temperatura e severas condições de abrasão.

Ao avaliar o desempenho dos produtos, a **Renner** aponta para três pilares básicos que devem ser considerados: esquema de pintura, preparo de superfície e aplicação. Os esquemas de pintura utilizados pela indústria aeronáutica seguem normas de alto desempenho, dos quais se espera um alto grau de eficiência. O ideal para o Brasil, segundo a empresa, seria criar formas de se garantir que as novas tecnologias disponíveis no mercado pudessem ser testadas e adaptadas para o mercado aeronáutico.

A **Elmactron**, especializada na fabricação de equipamentos destinados ao tratamento de superfície, em linhas automáticas nos processos eletroquímicos, pintura, tratamento de água, ar e efluen-

tes, oferece para a indústria aeronáutica soluções para pré-pintura e pintura líquida do alumínio, além de estações de tratamento de água e de efluentes.

“Esses equipamentos possuem controle computadorizado e sistemas de supervisão”, explica Alexandre Gani Jr., diretor da empresa.

Detentora de tecnologia própria, o diretor da empresa informa que os equipamentos (alguns são tanques com capacidade para 50 mil litros) atendem as normas ambientais, de segurança e de saúde do trabalho estabelecidas pelo cliente. “A indústria aeronáutica segue as mais rigorosas normas de controle de qualidade com alto grau de rastreabi-



*Alexandre Gani Jr.,
diretor
da Elmactron*

lidade”, informa Gani Jr. Segundo ele, a **Elmactron** fornece equipamentos para a Embraer e para diversas outras empresas que fazem parte da cadeia de fornecedores do setor aeronáutico.

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

Rua Minas Gerais, 85 - Vila Oriental - CEP 09941-760 - Diadema - SP - Brasil
Tel: +55 (11) 4071-5651 - Fax: +55 (11) 4071-4118 - e-mail: geomet@terra.com.br - internet: www.metalcoatings.com.br

Outsourcing inteligente agrega valor à tomada de decisão

Como terceirizar a geração dos indicadores do BSC (Balanced Scorecard) e a essência da inteligência da informação, focando apenas no processo decisório decorrente destes?



Por Prof.
Orlando Pavani
Junior

A cada ano que passa, as organizações convencem-se de que a gestão baseada em evidências é o fator que vai fazer a diferença entre sucesso e fracasso. Na edição de agosto de 2006 da revista **Harvard Business Review** (publicada em português), uma matéria específica sobre gestão baseada em evidências foi produzida e demonstra a relevância deste aspecto no processo decisório.

Alinhado a esta realidade, o BSC (*Balanced Scorecard*), metodologia de gestão que estabelece indicadores de performance que são capazes de traduzir e desdobrar as estratégias organizacionais (vide David Norton e Robert Kaplan), tem-se revelado instrumento unânime para monitoramento dos resultados organizacionais. No entanto, o processo de desenvolvimento destes indicadores é mais fecundo do que a sua viabilização efetiva. A invenção de indicadores relevantes para o processo decisório é fortemente alavancado através de consultorias que trabalham na criação de algoritmos (processos calculométricos matematizados) capazes de mensurar etapas vitais para a performance global da empresa.

O problema é que, depois de inventados estes indicadores, com contas matemáticas que estabelecem razões dotadas de numeradores e denominadores, na grande maioria das vezes, estes componentes não estão disponíveis na base de dados da empresa ou não são passíveis de serem extraídos com a tecnologia de informação disponível.

É exatamente nesta lacuna que entram as empresas que estão se especializando em terceiri-

zar a “inteligência” da informação e não a “tecnologia” da informação. Enquanto a maioria das grandes companhias direciona seus esforços em automatizar o processo de geração de informação e/ou indicadores para a tomada de decisão, esforço, infelizmente, inócuo para com as demandas estabelecidas, estas empresas trabalham para agregar inteligência mesmo sem dispor de tecnologia de ponta.

O trabalho de *outsourcing* inovador consiste numa parceria entre empresa contratante e fornecedor de inteligência da informação, que trabalha a base de dados disponível da organização, estejam elas armazenadas em qualquer local (Excell, Access, ERP, BI, planilhas em separado, softwares específicos etc.) e transformam esta base de forma a responder, em tempo plausível, as mais diversas perguntas que o tomador de decisão considere relevante.

Os softwares de BI (*Business Intelligence*) esforçam-se, há muito tempo, em automatizar este trabalho, mas o que se constata, na prática, é uma sub-utilização de seus recursos. Além de uma impossibilidade técnica de integração com diversas bases de dados diferentes e de estudos com sistemáticas de correlação não tão paramétricas, ineficazes no cumprimento de sua missão preponderante.

O modelo de prestação de serviços – *outsourcing* – é executado por profissionais, na maioria das vezes com formação acadêmica alinhada à gestão integrada e com forte embasamento matemático e estatístico. São denominados de Gestores de Tratamento de Dados, que se responsabilizam pela geração de gráficos, estatisticamente tratados, que devem ser capazes de responder as mais diversas dúvidas dos tomadores de decisão.

Em essência, este novo modelo de *outsourcing* para inteligência da informação, delega o processo de transformação da base de dados disponível em indicadores focados no negócio para empresas e pessoas especializadas nisto. Assim, a organização fica apenas com seu principal fundamento e sua principal competência, ou seja, a tomada de decisão propriamente dita.

Existem ainda poucas organizações se especializando neste tipo de trabalho, mas o fato é que esta tendência tem se mostrado extremamente agregadora de valor e tem respondido questões que não tem sido possíveis com as tecnologias de informações disponibilizadas pelo mercado especializado.

Os prestadores deste tipo de serviço têm chamado esta alternativa de *BI on demand*, embora não utilizem, necessariamente, nenhum software específico de BI para a sua viabilização. A explicação reside no fato de que a forma de custos por este tipo de serviço acontece apenas depois que cada informação é efetivamente disponibilizada ao interessado e seus valores. Quando comparados ao investimento em TI, é bastante competitivo, viabilizando a gestão baseada em evidência para empresas de qualquer tamanho e segmento de atuação.

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

ABRACO organiza evento em Vitória

Em junho, a ABRACO comemorou com muito orgulho a formação da 100ª turma do curso de Qualificação de Inspeção de Pintura Industrial. Para marcar a data, foram confeccionadas camisetas comemorativas, que foram distribuídas aos alunos da centésima turma e aos funcionários da entidade envolvidos nesse programa de capacitação. Foi organizada ainda um happy hour com os alunos da turma 100 com a presença de Alessandra Nunes, coordenadora de cursos, e Walter Marques, gerente da ABRACO.



A comemoração contou também com um jantar de confraternização com a presença de diversos profissionais envolvidos, como Pedro Leite (presidente da ABRACO e instrutor), Laerce Nunes (vice-presidente e instrutor), Jéferson Silva (diretor e instrutor) e

os instrutores Fernando Fragata, Seneghal Matsumoto e Eduardo de Andrade. “Alcançar esta marca é a prova de grande contribuição da ABRACO para a qualidade técnica do setor”, reforçou Pedro Leite durante o evento.



Em 2009, a COTEQ comemorará a sua 10ª 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 Álcool e Biodiesel

Ensaio Não Destrutivos

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

Inspecção

- RBI - Inspecção Baseada em Risco
- Confiabilidade de Inspecção

Avaliação de Integridade

- Inspecção 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>



**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 6ª ExpoEQUIP - Exposição de Tecnologia de Equipamentos para Corrosão & Pintura, END e Inspecção de Equipamentos. De 13 a 15 de maio.

Não perca essa grande oportunidade de fazer ótimos negócios.

Promoção:



Patrocínio ouro:



Fosfatização de Metais *Ferrosos*

Parte 14 – A qualidade da água nas etapas de lavagem

Este artigo abordará a importância da qualidade da água durante as etapas de lavagem de um processo de fosfatização



Por Zebbour
Panossian



Por Célia A. L.
dos Santos

Segundo Rausch (1990, p.231), para o preparo do desengraxante, do decapante, do banho de fosfatização e de outras soluções utilizadas nos processos de fosfatização, a água de abastecimento público pode ser utilizada desde que os teores de sólidos dissolvidos não ultrapassem o valor de 300 mg/l. Mesmo assim, poderão ocorrer problemas se a evaporação destas soluções for muito elevada. Nestas condições, a reposição frequente de água poderá determinar a concentração de substâncias presentes na água como íons de cálcio, sulfatos e cloretos. O nível de tolerância destas substâncias nas diferentes soluções não pode ser preestabelecida, pois depende fortemente da composição destas soluções a qual difere de maneira significativa de fornecedor para fornecedor. Assim sendo, tais níveis devem

vem-se à alta dureza, aos altos teores de íons de ferro, aos altos teores de cloretos e/ou sulfatos e a altas concentrações de sólidos dissolvidos. Este autor apresenta os limites para estes parâmetros os quais estão transcritos na tabela 1.

Os cloretos e sulfatos são considerados prejudiciais, pois, se permanecerem sobre camadas fosfatizadas, constituem-se em fatores que aceleram a corrosão.

Dureza elevada é prejudicial, pois os fosfatos primários presentes no banho de fosfatização reagem com os íons de cálcio e magnésio formando fosfatos destes íons. Dureza elevada tende a elevar o pH dos banhos de fosfatização (GORECKI, 1988). Se a alcalinidade da água é muito elevada, pode-se ter alterações de pH das diferentes soluções utilizadas nos processos de fosfatização. Por exemplo, nos banhos de fosfatização própria-

químicos utilizados. Além dos fatores mencionados, alta dureza e alta alcalinidade determinam a formação de depósitos sobre as paredes dos aquecedores e de outros componentes.

Nos casos em que a água disponível conter teores acima dos citados na tabela 1, recomenda-se fazer um estudo custo/benefício juntamente com os fornecedores de matérias-primas do processo de fosfatização. Deve-se considerar também a possibilidade de submeter a água a um tratamento químico adequado. Caso a opção seja pelo uso da água sem tratamento, a água utilizada no estágio de passivação e na lavagem final deve ser necessariamente água deionizada.

Lavagem com água

Num processo de fosfatização a lavagem é realizada nos estágios indicados a seguir:

- desengraxe;
- lavagem;
- decapagem;
- lavagem;
- condicionamento;
- fosfatização;
- lavagem;
- passivação;
- lavagem final com água deionizada.

Conforme já citado, a lavagem entre os diferentes estágios de um processo de fosfatização tem por objetivo retirar da superfície do metal resíduos da solução anterior e evitar a contaminação da solução subsequente.

A lavagem é normalmente feita por imersão em um tan-

TABELA 1 – VALORES ABSOLUTOS MÁXIMOS RECOMENDADOS PARA A ÁGUA UTILIZADA NA PREPARAÇÃO DE SOLUÇÕES DE PROCESSOS DE FOSFATIZAÇÃO SEGUNDO PHILLIPS (1990)

Parâmetro	Limite máximo recomendado
Dureza	340 ppm
Alcalinidade total	200 ppm
Cloretos e sulfatos	100 ppm
Íons de ferro e cloretos	25 ppm
Sólidos dissolvidos	400 ppm

ser prescritos pelo fornecedor do processo de fosfatização.

Segundo Phillips (1990), as maiores fontes de problemas provenientes da água utilizada nas plantas de fosfatização de-

mente dito, poderá diminuir a acidez livre. Os fatos citados têm como consequência dificultar o controle do processo como um todo além de aumentar o consumo dos produtos

que em que é mantido um fluxo de água contínuo através da adição de água limpa e descarte da água servida. Durante a imersão, recomenda-se que algum tipo de agitação (mecânica, a ar ou por bombeamento contínuo da água) seja mantida para melhorar a eficiência da lavagem.

A eficiência de lavagem melhora de maneira significativa se for feita em múltiplos estágios: um mesmo volume de água distribuído em dois ou três tanques em contracorrente acarreta numa melhor limpeza do que o mesmo volume concentrado num único tanque. Isto é ilustrado na figura 1. Uma economia considerável de consumo de água pode ser alcançada se a água de lavagem que antecede um determinado estágio do processo for utilizada para compensar as perdas por evaporação da solução que o antecede.

- Lavagem por aspersão também pode ser utilizada, dependendo do produto processado ou se o processo como um todo é feito por

lavagem por imersão com a lavagem por aspersão. Por exemplo, a instalação de jatos de água em fluxo contínuo para a reposição da água que sai do segundo tanque de lavagem por imersão melhora em demasia a eficiência de lavagem pois a última água que entra em contato com o item processado é limpa (ver figura 1).

O rigor da lavagem é função de muitos fatores, citando-se geometria da peça, composição das soluções usadas no processo e aplicação do produto fosfatizado.

Por exemplo:

- se o desengraxante for uma solução alcalina forte, uma lavagem inadequada poderá acelerar a elevação do pH da solução decapante;
- se nas soluções utilizadas nos estágios que antecedem a fosfatização, propriamente dita, estiverem presentes substâncias capazes de inibir a formação da camada fosfatizada, a lavagem inadequada poderá arrastar estas substâncias até o banho de fosfatização interferindo

diácido. Neste caso, os resíduos do banho que porventura ficam na superfície do produto em fosfatização não serão agressivos não se necessitando de uma lavagem muito rigorosa, podendo inclusive a lavagem após a imersão no banho de fosfato ser dispensada. Por outro lado, se o banho contiver aceleradores, o que é mais comum nos processos atuais, a lavagem após a fosfatização deve ser rigorosa e garantir a remoção da superfície do produto em fosfatização de todo e qualquer resíduo proveniente do banho de fosfatização. O rigor desta lavagem dependerá também do tipo de acelerador. Por exemplo, se o banho é acelerado com clorato o rigor deve ser maior, pois resíduos de cloreto podem permanecer sobre a superfície fosfatizada o que aumenta em demasia a probabilidade de ocorrência de corrosão do item acabado;

- se não existir o estágio de condicionamento e as peças passarem diretamente da decapagem para o banho de fosfatização, o rigor da lavagem entre a decapagem e o banho deve ser elevada, pois os resíduos do ácido arrastado da decapagem para o banho de fosfatização podem determinar o aumento da acidez livre do banho o que determinará o ataque excessivo do substrato. Se o arraste for elevado, poder-se-á ter a deterioração definitiva do banho necessitando o seu descarte (JAMES, 1961);
- se a camada fosfatizada é destinada para servir como base de pintura, após o estágio de selagem ou passivação, deve-se fazer uma la-

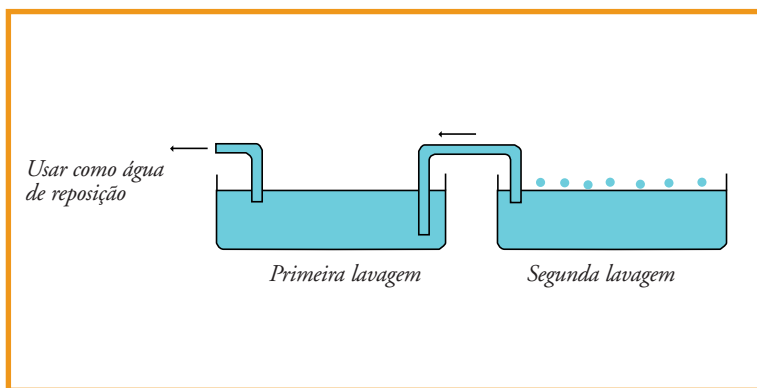


Figura 1 – Lavagem em múltiplo estágio e em contra corrente.

aspersão. Por exemplo, produtos de geometria complexa não são adequados, pois a lavagem com aspersão não garante a remoção do banho arrastado em frestas ou pequenos canais.

Muitas vezes, associa-se a

na formação da camada fosfatizada. Um exemplo típico é uso de inibidores na solução de decapagem ácida:

- se o processo é um “fosfato não-acelerado” significa que na solução fosfatizante tem ácido fosfórico e um fosfato



Ipê: a árvore símbolo do Brasil

Você está recebendo sementes da espécie *Tabebuia heptaphylla*, popularmente conhecida como Ipê-Roxo. Para semente não é necessário a quebra da dormência.

1. Utilize um vaso ou saco plástico como recipiente, com pequenos furos no fundo para drenagem.
2. Posicione a semente em um pequeno buraco e cubra com uma fina camada de terra (1cm).
3. Regue duas vezes ao dia, na parte da manhã e à tarde, evitando o excesso de água.
4. Mantenha a muda em local fresco e à meia sombra, evitando o excesso de sol.

Mais informações:

www.italteco.com.br

*Somos todos
responsáveis
pelo futuro
do planeta*

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 agredem 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).



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

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



Ipê: a árvore símbolo do Brasil

Você está recebendo sementes da espécie *Tabebuia heptaphylla*, popularmente conhecida como Ipê-Roxo. Para o semeio não é necessário a quebra da dormência.

1. Utilize um vaso ou saco plástico como recipiente, com pequenos furos no fundo para drenagem.
2. Posicione a semente em um pequeno buraco e cubra com uma fina camada de terra (1cm).
3. Regue duas vezes ao dia, na parte da manhã e à tarde, evitando o excesso de água.
4. Mantenha a muda em local fresco e à meia sombra, evitando o excesso de sol.

Mais informações:

www.italteco.com.br

*Somos todos
responsáveis
pelo futuro
do planeta*

vagem final com água deionizada, visto que qualquer resíduo presente na camada fosfatizada pode causar empolamento.

Na literatura, é raro encontrar citações de como controlar a água de lavagem, sendo isto fortemente dependente da perícia e do zelo dos operadores das plantas de fosfatização. Por exemplo, o operador quando percebe que as peças fosfatizadas começam a apresentar alguma anormalidade, como manchas ou corrosão prematura, e verifica que tais anormalidades ocorrem quando um determinado estágio de lavagem é deficiente, pode adotar algum critério de melhor controlar esta lavagem. Pode, por exemplo, trocar a água de lavagem ou aumentar a vazão da água de lavagem ao primeiro sinal de uma determinada anormalidade.

Em muitos trabalhos (MIL DOD-P-16232F, 1978; RAUSCH, 1990, p.282) é recomendado o controle da água de lavagem com condutivímetros. No entanto, não são citados quais são os valores limites aceitáveis. Rausch (1990, p. 281) cita que a água de abastecimento público é perfeitamente adequada para ser utilizada entre os diferentes estágios do processo de fosfatização sem apresentar limites ou parâmetros de controle.

Somente poucos trabalhos apresentam recomendações com limites numéricos. Tais trabalhos estão a seguir resumidamente apresentados:

- a norma BS 3189 de 1973 apresenta uma sugestão para garantir a eficiência da lavagem após o estágio da fosfatização propriamente dita, a saber: “descartar a água de lavagem após o banho de fosfatização quando a acidez desta água (expres-

sa em ml de NaOH 0,1 N) requerida para neutralizar 50 ml da água de lavagem ultrapassar 1,0 ml”;

- a norma TT-C-490D de 1993 apresenta uma sugestão para garantir a eficiência da lavagem após o estágio do desengraxe alcalino, a saber: “a alcalinidade da água de lavagem após o desengraxante alcalino não deve ultrapassar o valor 0,5 (expressa em ml de HCl 0,1 N) requerida para neutralizar 10 ml da água de lavagem”;
- a norma TT-C-490D de 1993 apresenta, também, uma sugestão similar para garantir a eficiência da lavagem após o estágio da decapagem ácida, a saber: “a acidez da água de lavagem após o decapagem ácida não deve ultrapassar o valor 0,5 (expressa em ml de NaOH 0,1 N) requerida para neutralizar 10 ml da água de lavagem”;
- Metals Handbook (1982) recomenda, para o caso em que não se tem o estágio de ativação, que o pH da água de lavagem que antecede a fosfatização propriamente dita seja mantida entre 7,5 a 9,0 para evitar a amarelamento do aço após a decapagem devido à corrosão;
- para a última lavagem de camadas fosfatizadas usadas como base para pintura, RAUSCH (1990, p.281) recomenda uso de água deionizada com controle da condutividade desta água apresentando limites a saber:
 - ▶ 20 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$ (à temperatura ambiente) para a alimentação do sistema de lavagem;
 - ▶ 50 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$ (à temperatura ambiente) para a água após a lavagem da peça.Para esta mesma finalidade,

Biestek & Weber (1976, p.174) não citam o uso de água deionizada mas recomendam o uso de água suficientemente limpa de modo a evitar o empolamento da tinta apresentando, para a água de lavagem final, os seguintes limites:

- ▶ cloretos + sulfatos: máximo de 70 ppm;
- ▶ alcalinidade em CaCO_3 : máximo de 200 ppm;
- ▶ cloretos + sulfatos + alcalinidade em CaCO_3 não devem exceder a 225 ppm.

Outro fator citado, na literatura, que merece ser discutido é a temperatura da água de lavagem. Após os estágios de desengraxamento e de decapagem, pode-se utilizar água quente (71°C a 82°C). Esta prática tem como objetivo auxiliar o processo de limpeza e facilitar a remoção de resíduos de desengraxante ou do decapante (Metals Handbook, 1987, p.439). Apesar das vantagens citadas, na prática é mais comum lavagem com água fria nos estágios que precedem a fosfatização propriamente dita.

Alguns autores (RAUSCH, 1990, p. 148) recomendam lavagem com água quente antes da introdução da peça a ser fosfatizada no banho de fosfatização com o objetivo de preaquecer a peça, minimizando, assim, o abaixamento da temperatura do banho de fosfatização. Isto é particularmente adequado para banhos que operam a altas temperaturas. A lavagem com água quente, neste caso, é feita por imersão durante 0,5 min a 2 min em água mantida à temperatura variando de 50°C a 90°C.

Muitos são os processos de fosfatização que recomendam que a lavagem após a fosfatização seja feita primeiramente com água fria seguida de lavagem

com água quente. Outros recomendam lavagem só com água fria e outros nada mencionam sobre a temperatura da água.

Menke (1991) fez uma análise crítica de 11 normas referentes a processos de fosfatização e verificou que somente 5 das 10 normas analisadas recomendam lavagem com água fria. Segundo este autor, a lavagem com água fria após a fosfatização não é casual mas está relacionada com a deposição de resíduos insolúveis sobre a camada: a grande maioria dos produtos utilizados nos banhos de fosfatização apresenta diminuição da “solubilidade” com o aumento da temperatura, o que significa que é mais “solúvel” em água fria. Assim sendo, uma lavagem com água fria é mais eficiente pois a água fria “solubiliza” com mais facilidade qualquer resíduo arrastado do banho de fosfatização¹. Se resíduos ficarem retidos na superfície do produto fosfatizado, ter-se-á (Metals Handbook, 1987, p.442; MENKE, 1991):

- diminuição de desempenho da camada fosfatizada no que se refere à resistência à corrosão;
- obtenção de camadas fosfatizadas ásperas;
- embranquecimento da camada fosfatizada;
- formação de bolhas sob camadas de tintas.

A lavagem apenas em água quente poderá não retirar tais resíduos. Neste sentido, é comum observar produtos brancos em peças fosfatizadas lavadas somente com água quente.

Scislowski (1989) relata que a lavagem com água fria tem

por objetivo:

- interromper as reações de formação da camada fosfatizada (lembrar que as constantes de equilíbrio das reações responsáveis pela formação das camadas fosfatizadas aumentam de maneira significativa com o aumento da temperatura);
- retirar todo e qualquer resíduo proveniente dos banhos de fosfatização;
- diminuir o arraste do banho de fosfatização para o tanque de passivação, o que pode determinar desbalanceamento da solução passivante ou ainda provocar danos na pintura se compostos provenientes dos banhos de fosfatização permanecerem sobre a superfície fosfatizada.

Cabe explicar a razão da adoção da lavagem com água quente após a fosfatização: o objetivo desta lavagem é favorecer a secagem dos produtos fosfatizados (WOODS & SPRING, 1979) visto que a presença de água na superfície de peças fosfatizadas pode determinar o aparecimento de corrosão do substrato de aço nos poros da camada fosfatizada.

Muitas vezes, a lavagem com água quente é feita adicionando-se pequenas quantidades de compostos de cromo hexavalente, constituindo-se no estágio de selagem ou passivação.

A prática, muitas vezes adotada, em reduzir a vazão da água de lavagem pode acarretar, além de aumento da concentração dos produtos de arraste, o aumento da temperatura e conseqüente diminuição da eficiência da lavagem.

Menke (1991) em seu trabalho também chama atenção sobre o conceito de água fria e água quente. Segundo este autor, a água de lavagem é considerada fria quando a temperatura não ultrapassar 32°C. Menke ressalta que muitas vezes se considera que a lavagem é feita em água fria baseado no fato de que não se usam aquecedores. Durante um inverno rigoroso, em países temperados, em que a temperatura da água fica normalmente abaixo de 10°C, esta concepção é verdadeira. Porém nos países tropicais, a água de lavagem poderá alcançar facilmente valores de temperatura acima de 32°C, especialmente quando a água de lavagem é captada de poços, ou de reservatórios expostos ao sol e/ou quando grandes peças são processadas. Nestes casos, poderá ser necessária até um sistema de resfriamento da água de lavagem.

Para aumentar a eficiência de lavagem com água fria, é comum recomendar que a transferência da peça do banho de fosfatização para o tanque de lavagem seja o mais rápido possível para evitar a secagem da superfície das peças. Este fato é especialmente importante para peças grandes e para banhos de fosfatização que operam a altas temperaturas. A ação prejudicial da secagem consiste no fato da formação de resíduos brancos sobre a superfície fosfatizada. Estes resíduos nada mais são que os produtos de arraste dos banhos.

Pelo exposto, pode-se concluir que o procedimento mais adequado para lavagem das peças após o processo de fosfatização propriamente dita é primeiro em água fria (para retirada dos resíduos provenientes da fosfatização) e depois com água quente (para acelerar a secagem).

1. Na realidade não se trata de solubilidade no sentido real da palavra, mas sim da transformação dos fosfatos diácidos (solúveis) em fosfatos monoácidos ou neutros (insolúveis). O aumento da temperatura favorece esta transformação.

Na próxima edição, os assuntos serão a decapagem das peças como parte do preparo da superfície a ser fosfatizada e o alívio de tensões das peças fosfatizadas.

Referências Bibliográficas

- BS 3189 : 1991; ISO 9717; 1990.
Method for specifying phosphate conversion coatings for metals. London : British Standards Institution, 1990, 15p.
- GORECKI, G. 1988. *pH control of iron phosphate baths made up in hard water.* Metal Finishing. v.86, n.12, p.15-16, Dec.
- JAMES, D. 1961. *Phosphate coating and lubrication steel for cold extrusion.* Sheet Metal Industries Special conference, p. 171-189, 207, March
- METALS Handbook. 1987. 9 ed. Metals Park : ASM, 17v. v.5 : *surface cleaning, finishing and coating.* p.439.
- MIL DOD-P-16232F : *Phosphate co-*

atings, heavy, manganese or zinc base for ferrous metals. USA : Military Specification, 1978. 23p.

- PHILLIPS, D. 1990. *Practical application on the principles governing the iron phosphate process.* Plating and Surface Finishing. v.66, n.3, p.31-35, Mar.
- RAUSCH, W. 1990. *The phosphating of metals.* 1st.ed. Great Britain : Redwood Press, 416p.
- SCISLOWSKI, S. 1991b. *Phosphating Part III - retardants, accelerators and corrosion.* Metal Finishing, v.89, n.2, p. 62-63, Feb.
- TT-C-490D : 1993. *Cleaning methods for ferrous surfaces and pretreatments for organic coatings.* USA : Federal Specifications. 1994. 18p.
- WOODS, K.; SPRING, S. 1979. *Zinc Phosphating.* Metal Finishing. v.77, n.4, p. 56-60, Apr.
- RAUSCH, W. 1990. *The phosphating of metals.* 1st.ed. Great Britain : Redwood Press, 416p.

Zebbour Panossian

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

Célia A. L. dos Santos

Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT. Laboratório de Corrosão e Proteção – LCP. Doutora em Química (Físico-Química) pela USP. Pesquisadora do LCP. Contato com as autoras: zep@ipt.br / clsantos@ipt.br fax: (11) 3767-4036



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

ckltda@ckltda.com.br

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



Soluções em revestimento

- Metalização Arco Elétrico - Arc Spray
- Metalização Hipersônica - HVOF
- Metalização a Plasma - Plasma Spray
- Cromo Duro Durotec - Cromo Duro Eletrodepositado



VISITE NOSSO STAND NA

Santos Offshore
Petro & Gas International Fair

De 21 a 24 de outubro

Componentes revestidos em vários ramos industriais:

Elementos Rotativos, Bombas, Pistões, Eixos de Bombas, Impelidores, Volutas, Selos Mecânicos, Caixas de Mancais, Elementos Estáticos, Caldeiras, Compressores, Vasos de Pressão, Trocadores de Calor.

11 4399-3300 • vendas@durotec.com.br

www.durotec.com.br

Plano de Gerenciamento de Integridade de Dutos contra Corrosão – Parte 1

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.

A corrosão em dutos pode se processar a partir de diferentes mecanismos, sendo que cada um destes apresenta características e parâmetros específicos. Neste caso, cada mecanismo de corrosão deve ser avaliado individualmente, considerando todas as características que influenciam em sua ocorrência. Este ponto é de extrema im-

portância, uma vez que se verifica na literatura que diversos autores (Lewandowski, 2002, Dey, 2001, Dey, 2004) que trabalham com gerenciamento de integridade de dutos, cálculos de probabilidade de falha e análise de vida remanescente consideram todos os processos corrosivos oriundos de um único mecanismo, ou seja, corrosão uniforme. Alguns autores (MINXU et al. 2003) até descrevem outros mecanismos de corrosão, como, por exemplo, corrosão sob tensão e fragi-

lização pelo hidrogênio, porém eles avaliam estes mecanismos somente pela forma da área corroída. Desta forma, estes autores também desconsideram parâmetros específicos que influenciam na ocorrência de cada mecanismo.

Uma vez que cada mecanismo de corrosão apresenta taxa de corrosão diferente, estes não podem ser avaliados todos da mesma forma, ou seja, somente pela área corroída. Dependendo de vários fatores, um mecanismo pode evoluir mais rapidamente que o outro. Neste caso, se a análise das duas falhas for conduzida pelo mecanismo que a gerou, o operador poderá priorizar o reparo do defeito ocasionado pelo mecanismo mais agressivo.

Esta árvore de falhas descreve as ameaças de falhas que um duto pode sofrer a partir de diferentes mecanismos de corrosão,



Por Alysson Helton Santos Bueno



Por José A. C. Ponciano



Figura 1: Simbologia da árvore de falha (LAFRAIA, 2001).

portância, uma vez que se verifica na literatura que diversos autores (Lewandowski, 2002, Dey, 2001, Dey, 2004) que trabalham com gerenciamento de integridade de dutos, cálculos de probabilidade de falha e análise de vida remanescente consideram todos os processos corrosivos oriundos de um único mecanismo, ou seja, corrosão uniforme. Alguns autores (MINXU et al. 2003) até descrevem outros mecanismos de corrosão, como, por exemplo, corrosão sob tensão e fragi-

Desenvolvimento

O código ASME B31.G (ASME B31.G, 1991) avalia a integridade estrutural e vida remanescente do duto com base na forma da área corroída. Apesar do código descrever somente alguns mecanismos de corrosão, a análise final desconsidera os fatores que levaram à ocorrência deste processo corrosivo, dirigindo a análise unicamente para uma curva de resistência, que considera somente o tamanho, profundidade e formato da área corroída. A análise fica restrita a identificar os defeitos mais críticos, desconsiderando as causas que conduziram à sua ocorrência.

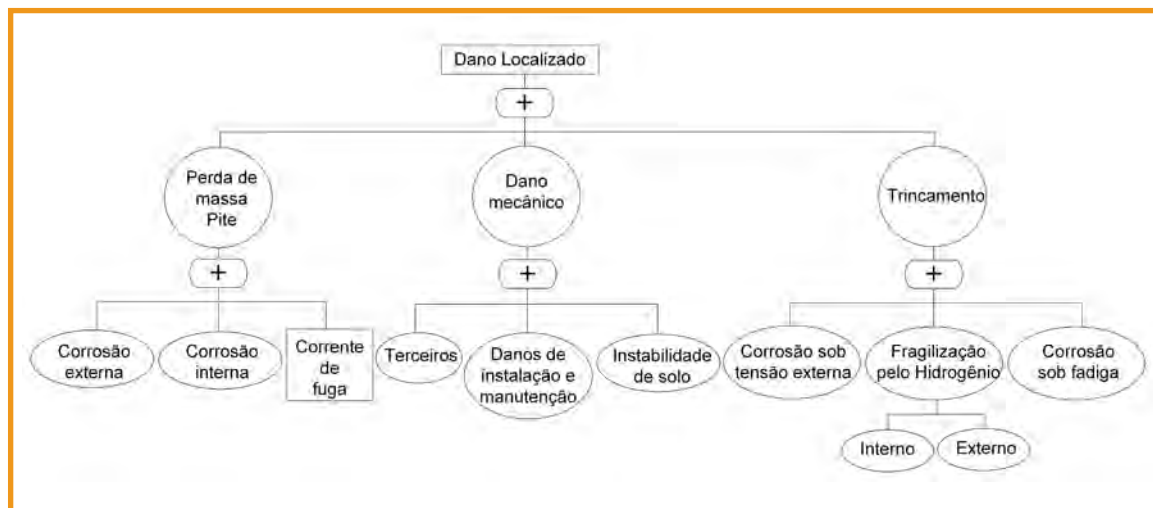


Figura 2: Árvore de falhas geral proposta para análise de processos de danos em dutos.

mas não as classifica de acordo com sua periculosidade e probabilidade de ocorrência. Assim sendo, as avaliações deste trabalho ficarão restritas às análises qualitativas, uma vez que foi verificada na bibliografia uma lacuna com relação ao conhecimento de todos os mecanismos de corrosão que podem agir em dutos.

Um dano localizado, considerado um evento falha, pode ser originado a partir de diferentes modos de falha, tal como corrosão generalizada, corrosão por pites, dano puramente mecânico e trincamento. Todos estes modos de falha são classificados como evento básico da falha, que é dano localizado. Sendo assim, cada um dos eventos básicos (modo de falha) poderá se processar a partir de diferentes mecanismos de corrosão, que por sua vez cada um destes tem parâmetros e características específicas para a sua ocorrência. A seguir serão discutidos cada um destes mecanismos e os fatores que estão associ-

ados à sua ocorrência. Estes fatores foram baseados em ensaios prévios de laboratório. No presente trabalho não serão discutidos estes ensaios, os mesmos estão contidos na referência de Bueno (BUENO, 2007).

Corrosão externa

As técnicas empregadas em dutos para prevenção contra a corrosão são revestimento e sistema de proteção catódica. A incidência de corrosão externa ocorre quando estes dois sistemas de proteção apresentam falhas em seu funcionamento, sendo agravada em função da agressividade do solo. Assim, pela análise da figura 3, a incidência de corrosão externa em dutos será um evento condicional porque é função da ocorrência simultânea destes três eventos. Sendo eles:

1. Defeito no revestimento externo: Considerado um evento falha porque está associado às discontinuidades do revestimento. A falha no revestimento é a primeira etapa para

ocorrência de corrosão, ou seja, no local da falha ocorrerá o contato entre o solo e a superfície do metal. Contudo, o processo de corrosão só terá início se o sistema de proteção catódica não estiver funcionando corretamente.

2. Proteção catódica ineficiente: Segundo Pourbaix (POURBAIX, 1963) um metal não deve sofrer corrosão se estiver dentro do regime de imunidade pelo digrama E vs pH de equilíbrio eletroquímico para o sistema Fe/H₂O a 25°C. Sendo assim, este evento também é considerado um evento falha, uma vez que um duto poderá sofrer corrosão caso tenha um SPC deficiente. O sistema de proteção catódica será considerado ineficiente caso o potencial catódico off esteja acima da linha de imunidade, segundo o diagrama proposto por Pourbaix. A norma ISO 15589-1 (ISO 15589-1, 2003) apresenta os critérios necessários para um sistema de proteção catódica em dutos. Bueno (BUENO, 2007) apresenta uma análise crítica dos critérios de proteção propostos por esta norma.
3. Corrosividade do solo: Este é considerado um evento condicional, ou seja, devido às falhas nos sistemas de proteção, a velocidade do processo de corrosão será função das condições locais do solo e de sua agressividade. Sendo assim, o nível de corrosividade do solo deve ser considerado como um fator importante na suscetibilidade de corrosão externa em dutos. Bueno (BUENO, 2007) relata que solos com mesma resistividade, porém com concentrações diferentes de cloreto, apresentaram densidades de correntes diferentes em ensaios de polarização. Sendo assim, ele propõe que a avaliação da corrosividade de

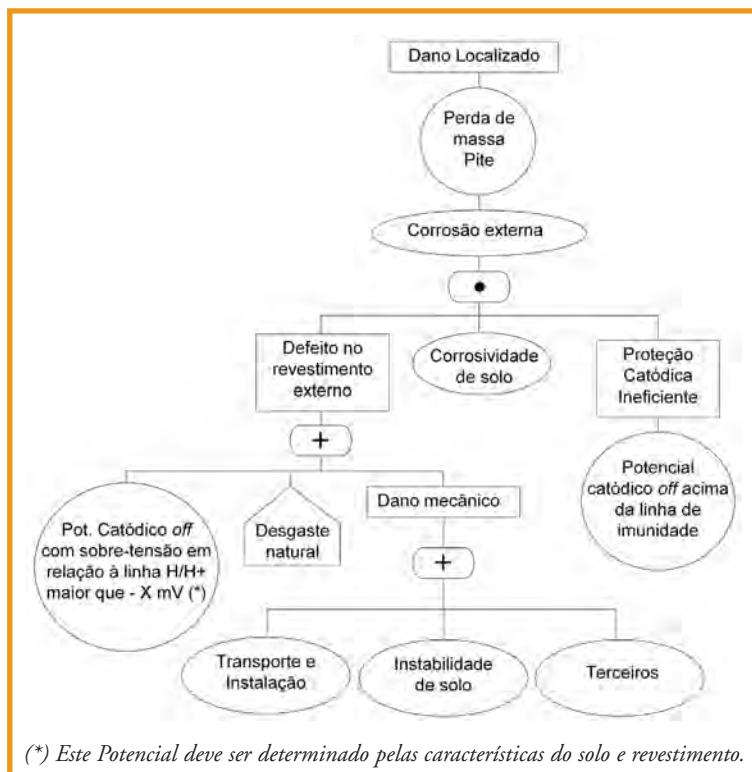


Figura 3: Árvore de falha para o mecanismo de corrosão externa em dutos.

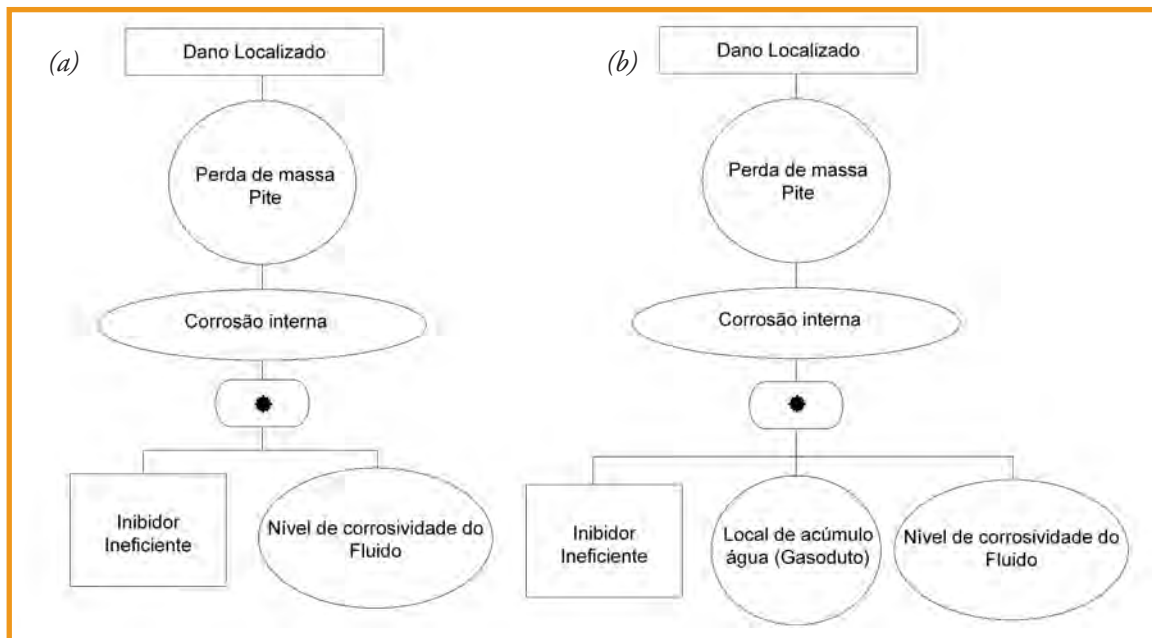


Figura 4: (a) Árvore de falha para o mecanismo de corrosão interna em oleodutos, minerodutos e gasodutos que transportem gás úmido. (b) Árvore de falha para o mecanismo de corrosão interna em gasodutos que transportem gás seco.

solos seja feita através dos índices de Trabaneli e Trabaneli modificado, que consideram a avaliação de diversos parâmetros físico químicos que podem afetar sua agressividade e não somente a resistividade.

O revestimento externo é a principal técnica de proteção contra a corrosão. Se este apresentar boas condições de aderência e baixa densidade de defeitos, isolará o aço do solo. Caso ocorram falhas no revestimento, ocasionando o contato do metal com o solo, será necessário avaliar o perfil de proteção catódica. Deve-se considerar todo o tempo sem proteção eficiente, bem como o nível de corrosividade do solo ao longo do duto. Através da análise integrada destes dados será possível prever locais mais suscetíveis à ocorrência de corrosão externa ao longo do duto, e com isto será possível adotar medidas corretivas para evitar que ocorra a corrosão. Estas medidas corretivas seriam a correção do sistema de proteção catódica e reabilitação do revestimento.

Corrosão interna

A corrosão interna também é um mecanismo que pode gerar o modo de falha corrosão generalizada ou corrosão por pite. Este mecanismo apresenta diferentes variáveis que dependem do tipo fluido transportado (gás, óleo e minérios). Neste caso, pode ocorrer corrosão uniforme, corrosão por pite ou corrosão/erosão. Este é também considerado um evento condicional porque depende da ocorrência de diferentes eventos. As figuras 4a e 4b apresentam as árvores de falhas propostas para os mecanismos de corrosão interna em oleodutos/minerodutos/gasodutos de transporte de gás úmido e gasodutos de transporte de gás seco, respectivamente. Gases secos são aqueles que sofreram tratamentos para redução de umidade.

Como apresentada na figura 4a, a incidência de corrosão interna em oleodutos, minerodutos e gasodutos de gás úmido estarão vinculadas à ocorrência simultânea de dois eventos. A ineficiência do inibidor é considerada como um evento falha

porque o inibidor não está desempenhando corretamente sua função de proteção. A corrosão interna poderá ocorrer em qualquer trecho do oleoduto/mineroduto/gasoduto de gás úmido, uma vez que a umidade do fluido será praticamente a mesma em todo o duto.

O nível de corrosividade do fluido transportado é classificado como um evento condicional porque está condicionado ao tipo de fluido transportado. O documento ASME B31-8S (ASME B31-8S, 2001) relata que é necessário avaliar particularmente os níveis de sulfeto de hidrogênio, dióxido de carbono, oxigênio, cloreto e água livre para avaliar o nível de corrosividade do fluido transportado. Vários autores (PEZZI et al., 2004, CARTER e KENNY, 2002) relatam que as variáveis relacionadas com a agressividade do fluido, além das já citadas, são teores de CO_2 , H_2S , enxofre, ácidos orgânicos, óxidos, presença de bactérias e pH.

A incidência de corrosão interna em gasodutos de trans-

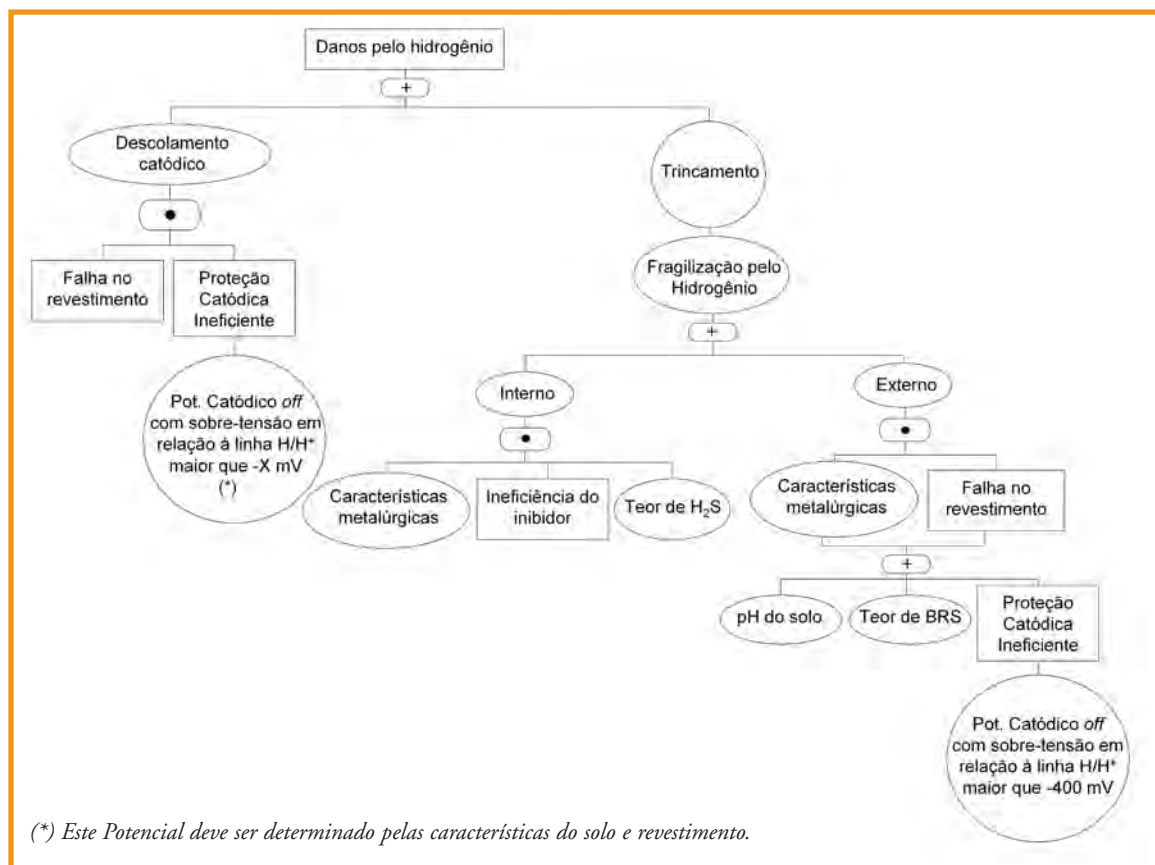


Figura 5: Árvore de falha para o mecanismo de corrosão sob tensão externa em dutos.

porte de gás seco ocorre de forma diferenciada do que em oleodutos/minerodutos/gasodutos de gás úmido (figura 4b). A norma NACE (NACE RP0775, 1999) relata que a corrosão interna não ocorre em toda a extensão do gasoduto de transporte de gás seco. Esta ocorrerá preferencialmente nos locais de acúmulo de água, ou seja, nos locais mais rebaixados do gasoduto. Nestes locais, o acúmulo de água poderá ocorrer se a inclinação do duto for maior que o ângulo crítico de condensação do gás. McKay (MCKAY, 2003) relata que um dos grandes desafios para avaliar a incidência de corrosão interna em gasodutos é determinar estas mudanças de inclinação ao longo do duto.

Neste caso, o processo de dissolução em gasodutos de transporte de gás seco estará associado a três eventos simul-

taneamente. São considerados também os dois eventos relativos aos oleodutos/minerodutos (ineficiência do inibidor e nível de corrosividade do fluido transportado), bem como o evento relativo aos locais de acúmulo de água ao longo do duto. Este será considerado um evento básico porque está relacionado a locais específicos do duto, ou seja, estes locais nunca serão alterados.

Corrente de interferência

O mecanismo de corrente de interferência ou corrente de fuga é considerado um evento falha de acordo com a figura 2. Esta pode ocorrer quando o sistema de proteção catódica não está sendo capaz de drenar todas estas fontes de correntes. As avaliações de seu monitoramento e incidência estão descritas na norma ISO 15 589-1 (ISO 15 589-1, 2003).

Corrosão sob tensão externa (CST)

O mecanismo de corrosão sob tensão está relacionado com o modo de falha trinca-mento (fig. 2). Este mecanismo é considerado um evento condicional, pois há vários fatores que influenciam sua incidência. A CST enquadra-se dentro da categoria *Environmentally Assisted Cracking* (ASM Metals Handbook, 2003), sua incidência ocorre na forma de trinca-mento do metal. Neste caso, o duto, sem proteção contra corrosão, deve estar exposto ao meio corrosivo e submetido a tensões residuais ou aplicadas. A fig. 5 mostra a árvore de falha proposta para o mecanismo de corrosão sob tensão externa em dutos.

O processo de CST externa é função de três eventos simultâneos. O evento instabilidade de solo é considerado um

evento condicional, ou seja, está condicionado aos locais, ao longo do duto, onde o solo apresenta instabilidade. Esta movimentação do solo pode causar a quebra do revestimento e uma deformação plástica no duto, sendo ambos considerados eventos falha. Com o rompimento do revestimento o solo entra em contato com o aço.

Após o contato do solo com o metal, o processo de corrosão se inicia pelo mesmo mecanismo descrito para a corrosão externa, ou seja, a corrosão só ocorre se o SPC está deficiente e é agravado pelo nível de corrosividade do solo. Neste caso, sem a proteção catódica atuando ocorrerá o processo de dissolução ativa do aço. Contudo, devido ao duto estar submetido a tensões mecânicas causadas pela movimentação de solo, este processo de dissolução pode transformar-se em micro-trincas que coalescem e podem levar à fratura do duto.

Com o início do processo corrosivo, a CST externa poderá assumir dois mecanismos diferentes. Estes mecanismos estarão associados ao pH do solo, ou seja, o duto pode sofrer CST em pH alcalino ou CST em pH próximo do neutro (PARKINS et. al., 1994).

Este mecanismo de degradação considera todos os eventos avaliados para a incidência de corrosão externa (falha no revestimento, proteção catódica ineficiente e corrosividade de solo), sendo que neste caso as tensões impostas no duto são o principal parâmetro que diferencia os dois mecanismos. De modo geral, os dutos sofrem três modos de tensões, sendo elas:

- **Tensão de trabalho:** Esta tensão é ocasionada pela pressão do fluido nas paredes do duto, é a maior componente

de tensão exercida na parede do duto em solos estáveis. Os dutos são fabricados com um limite de escoamento de no mínimo 30% acima da tensão máxima especificada por norma, definindo um fator de segurança para a pressão interna que continuamente varia e flutua. Em linhas de gás, a tensão de serviço é afetada pela velocidade com que o gás é injetado no sistema e velocidade de saída. Em linhas com líquidos, ela é afetada pelo turbilhonamento e bombeamento do líquido (National energy board, 1996). Portanto, quando se analisa a variação da pressão interna em dutos é importante considerar a pressão de operação máxima aplicada, intervalos de flutuação (máximo e mínimo) e velocidade de mudança da pressão.

- **Tensões residuais:** Estas tensões são criadas quando a superfície de um metal é laminada. Esta tensão também é criada na produção do duto, ou seja, nas regiões próximas a juntas soldadas. A tensão residual pode elevar as tensões em áreas localizadas, proporcionando o início da CST.

- **Tensões externas mecânicas:** A ocorrência de instabilidade de solo é o principal agente causador deste tipo de tensão no duto. Este problema ocorre quando o duto atravessa regiões de solo instável. Neste caso, devido a ocorrência de uma movimentação de solo excessiva, o duto irá se movimentar podendo causar uma deformação plástica no metal e a quebra do revestimento. Com isto, devido a uma proteção catódica ineficiente e a esta tensão imposta, o processo corrosivo se inicia e se transforma em micro-trincas. Outras fontes também podem causar uma ten-

são mecânica no duto, como, por exemplo, danos mecânicos. Contudo, a incidência deste tipo de dano é muito baixa em relação aos efeitos de instabilidade de solo. É importante monitorar a movimentação do solo em locais onde o duto se encontra em solo instável. A norma API PUBL 1156 (API PUBL 1156 1997-11-00, 1999) determina as ações a serem tomadas para o monitoramento de locais com instabilidade de solo.

Bueno (BUENO, 2007) observou em ensaio de tração BTD que se o metal sem proteção contra corrosão sofrer uma deformação plástica, o processo natural de corrosão pode causar a formação de pites. Como o metal está submetido a uma tensão provocada pela deformação dinâmica, este pite pode se transformar em micro-trincas que reduzem a ductilidade do metal. Comprovando as afirmações de vários autores (Souza, 2002, ASM Metals handbook, 2003) que associam a ocorrência de CST em dutos a uma deformação plástica no metal.

Com base nesta análise pode-se afirmar que, caso ocorra uma tensão suficiente para causar uma deformação plástica no duto e a quebra do revestimento, o mecanismo de CST poderá ser evitado com um sistema de proteção catódica eficiente. Porém, é importante que o sistema de proteção catódica esteja funcionando corretamente (BUENO, 2007). Caso contrário, o duto pode estar suscetível à ocorrência de outro tipo de trincamento, chamado de fragilização pelo hidrogênio.

A segunda parte deste artigo será publicada na próxima edição e irá descrever os outros mecanismos de falha e a conclusão final do trabalho.

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., NEWMAN, 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.

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

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

Noções Básicas sobre Processo de Anodização do Alumínio e suas Ligas - Parte 9

8ª Etapa – Tecnologia da selagem de camadas anódicas

Esta parte do artigo trata dos processos que conferem a garantia de resistência ao meio ambiente.

Introdução

As selagens de camadas anódicas foram originalmente obtidas de forma empírica. Qualquer pessoa que tenha manuseado uma camada anódica não selada sabe que ela tem uma superfície altamente absorvente. Antigamente, as peças sofriam simplesmente uma lavagem a quente para secagem fora da linha de produção. Descobriu-se, então, que as peças continham marcas de dedos, manchas de tintas, etc. Assim foi feita uma investigação mais sistemática das variáveis da selagem, tornando-se evidente que os parâmetros de temperatura, tempo e pH eram significativos.

Mecanismo básico da selagem a quente

A estrutura e composição das camadas anódicas produzidas em meio de ácido sulfúrico não são simples de determinar, mas o consenso estabelece o seguinte:

- a) A camada consiste principalmente de óxido de alumínio.
- b) Os íons sulfato do eletrólito ficam incorporados na camada de com cerca de 15% em peso.
- c) Há um excesso de íons de alumínio, aqueles necessários para formar Al_2O_3 em parte da fronteira da camada barreira, e uma falta nas camadas superiores.

d) A concentração de íons sulfatos diminui na superfície externa do óxido para a camada – barreira.

A reação básica da selagem parece ser de conversão do óxido de alumínio amorfo em uma forma estável e hidratada conhecida como boemita:



(Óxido de alumínio + Água → Boemita)

Uma camada anódica consiste de uma célula hexagonal com um poro central, que está separado do metal por uma camada – barreira muito fina. A conversão do óxido de alumínio para a boemita envolve um acréscimo de volume, tanto quanto um significativo aumento na resistência elétrica e na resistência da constante dielétrica da camada de anodização.

Os poros de uma camada anódica de ácido sulfúrico são de aproximadamente 150 – 200Å de diâmetro. O processo envolve a difusão de íons hidroxilas através da camada anódica e, sendo um processo de difusão, a taxa de selagem não é linear, relacionando-se diretamente com o tempo de selagem. Isto tem as seguintes implicações práticas:

- 1) A taxa de selagem, isto é, conversão do óxido para a boemita, diminui progressivamente com o tempo de selagem.
- 2) Em função do diâmetro dos poros e do processo de difusão, a camada de óxidos mais próxima a superfície será convertida em

boemita mais rapidamente do que a da base dos poros.

O processo de selagem está representado nas figuras de 1 a 4.

Efeito do tempo, da temperatura e do pH na selagem

O efeito dos parâmetros acima na selagem tem sido investigado usando-se água deionizada, para determinar o aumento de peso em camada de 25 micrometros, em temperaturas de 80°C, 100°C e vapor a 115°C. A maior parte da selagem ocorre nos primeiros 5 – 10 minutos e então, progride muito vagarosamente.

Os testes experimentais demonstraram que:

- a) A melhor selagem é obtida com pH 5,5 – 6,5.
- b) A qualidade de selagem está relacionada com a temperatura, de forma que uma boa selagem requer uma temperatura próxima a do ponto de ebulição.
- c) O tempo de selagem depende da espessura da camada e dos requisitos da especificação do teste de selagem; uma correta dimensão é 2,5 – 3,0 min/micrometros.

Efeito dos íons contaminantes na solução de selagem a quente

A qualidade da água varia nas diferentes regiões do país, podendo ser “mole” ou “dura”. A dureza da água pode ser subdividida em temporária e permanen-



Por Adeval
Antônio
Meneghesso

Colaborador:
João Inácio
Graccioli
(Surface
Finishing - CBA)

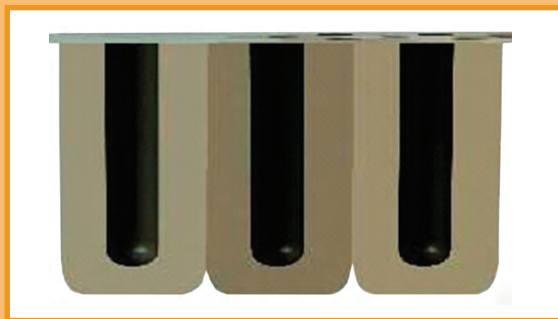


Figura 1 – Estrutura do filme anódico não-selado

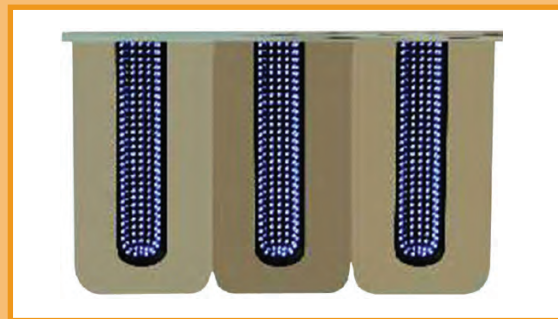


Figura 2 – Precipitação do gel nas paredes dos poros e no lado externo do filme

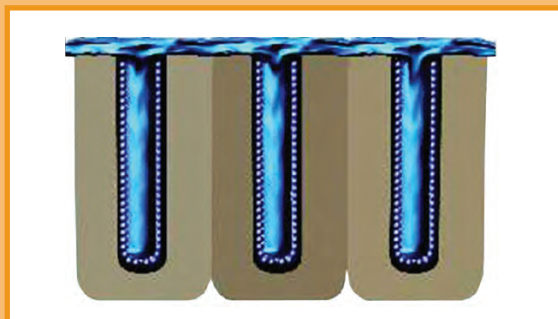


Figura 3 – Condensação do gel fará formar a pseudo-boemita, continuando a reação, cuja taxa é controlada pela difusão da água no filme e dos ânions no líquido

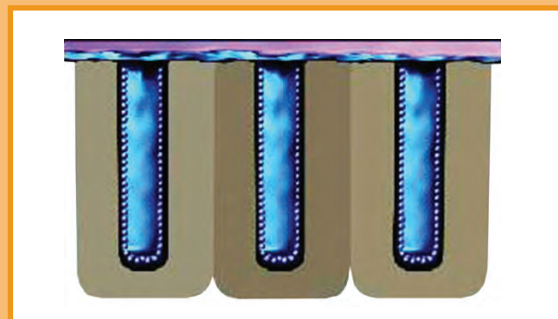


Figura 4 – Recristalização para formar a boemita iniciando na superfície formada, pela difusão da camada intermediária

te, a qual não indica como esta variável afeta a selagem.

O efeito da presença de íons contaminantes na qualidade da selagem, está resumido na tabela ao lado.

A sílica está presente na maioria das águas, mas sua presença em altas concentrações é mais comum nas águas duras do que nas moles. Mesmo removendo-se a sílica da água, através de uma coluna de leito misto de troca iônica, não é totalmente seguro. A sílica (SiO_2), presente na água como ácido silícico (H_2SiO_3), torna-se de difícil remoção quando as resinas do leito misto envelhecem. Com o uso contínuo pode ocorrer a liberação da sílica para a solução (fenômeno da ruptura da sílica). É aconselhável controlar regularmente o teor de sílica da água deionizada do tanque de estocagem, observando-se que:

- O teor de sílica não exceda 8 ppm

ÍONS PRESENTES	EFEITO
Al_3	Não há efeito adverso na qualidade da selagem
Na^+	Nada foi constatado
Mg^{2+}	Vários efeitos são constatados. Alguns anodizadores alegam melhoria na qualidade na selagem acima de 100 ppm, enquanto outros alegam deterioração em níveis acima de 5 ppm
Ca^{2+}	Tende a produzir esbranquiçamento na superfície da peça, porém não se observou efeito adverso.
Cu^{2+}	Prejudicial acima de 10 ppm
Fe^{2+}	Prejudicial acima de 10 ppm
F^-	Prejudicial acima de 20 – 30 ppm
Cl^-	Descrece a resistência a corrosão
SiO_2	Inibe a selagem acima de 10 ppm
PO_4^{3-}	Inibe a selagem acima de 5 ppm
SO_4^{2-}	Algumas dúvidas, mas parece ser prejudicial acima de 50 ppm. É arrastado pela água de lavagem e pode resultar em selagem pobre

- O teor de fosfato não exceda a 4 ppm

Selagem a frio

A característica essencial do processo é que ele opera a temperatura de 25 – 30°C e que a solução de selagem usada contém 1 – 2 g/l de íons níquel e 0,5

– 0,8 g/l de íons fluoreto.

Se a temperatura aumentar significativamente acima da faixa estabelecida, não mais proporcionará uma selagem efetiva, enquanto temperaturas mais baixas resultarão numa selagem mais vagarosa e de qualidade insatisfatória.

Mecanismo básico da selagem a frio

Enquanto o processo tradicional de selagem com água envolve hidratação da camada anódica para formar a boemita, a selagem a frio é normalmente descrita como um processo de impregnação a frio. Rigorosamente falando, é um processo de conversão química envolvendo a formação de um fluoreto de alumínio complexo. A função do níquel é promover e acelerar o processo natural de envelhecimento. Baixos teores de níquel e fluoreto resultam numa desaceleração da reação.

De acordo com Short e Morita, os resultados do teste ESCA sugerem a seguinte relação dos principais produtos da reação formada:



Eles consideram que há a possibilidade de uma quantidade significativa de alumínio, dissolvido na reação da selagem a frio, produzir o fechamento inicial do poro $\text{Al}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$, seguido por reações com o fluoreto, com o níquel e com o vapor d'água, para promover hidratação posterior do filme e preenchimento dos poros com os produtos de reação, resultando

numa melhor qualidade de selagem.

Procedimentos operacionais

Além do controle especificado de níquel, fluoreto, da temperatura e do pH, outra variável é a taxa de selagem. A taxa ótima de selagem deve ser 1,0 min/micrometro. Taxas menores não são efetivas e podem ocasionar o desenvolvimento de um pó branco ("smut") sobre a superfície das peças.

Uma lavagem em água desmineralizada antes da selagem a frio é um importante requisito, visto que arrasta o hidróxido de alumínio floculante para dentro da selagem a frio, podendo resultar em problemas insatisfatórios de selagem. A solução deve sempre ser limpa através de filtragem, se necessário.

Após a selagem, a peça deve ser lavada em água corrente limpa, e secada. Recomenda-se que a selagem a frio seja seguida por uma imersão em água desmineralizada com temperatura média de 50 a 60°C, contendo 5 – 10 g/l de sulfato de níquel com pH 5,5 – 6,5, pelo tempo de 1 min/micrometro de espessura da camada.

Efeito dos íons contaminantes na solução de selagem a frio

Contaminações acidentais com sais de ferro podem resultar numa iridescência de aparência amarelada. O ferro em combinação com o cobre e o zinco (50 – 100 ppm) afeta adversamente tanto a selagem quanto a resistência à corrosão. O alumínio acumula-se no banho de selagem a frio como resultado das reações químicas que ocorrem na selagem a frio. Há uma forte tendência para ele formar um complexo com os fluoretos, reduzindo efetivamente a concentração destes. O teor de alumínio não deve exceder 200 ppm.

Os sulfatos de potássio e sódio produzem uma iridescência pulverulenta branca ("smut") no nível de 7 – 9 g/l, enquanto o sulfato de amônia parece não ter efeito adverso, melhorando ligeiramente a resistência à corrosão quando avaliada pelos testes acelerados.

Eng. Adeval Antônio Meneghesso

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

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

Resolução de problema de bolhas em peças de aço-carbono zincadas e pintadas

A importância do emprego correto da etapa de desidrogenação

Por: Cleiton dos Santos Mattos, Rafael Guerreiro, Vinicius Dantas Cortez, Regina Nagamine, Vicente N. G. Mazzarella e Zebbour Panossian

O Projeto de Unidades Móveis do setor de Tratamento de Superfícies – PRUMO/TS é um dos projetos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A – IPT, cuja característica é realizar atendimentos tecnológicos *in loco*, principalmente às micro e pequenas empresas (MPEs), com auxílio do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de São Paulo – SEBRAE e da Secretaria de Desenvolvimento do Governo do Estado de São Paulo.

Um dos atendimentos realizados em 2007, que é apresentado neste artigo, contribuiu para a resolução de um problema no produto da empresa Joalmi Ind. e Com. Ltda, localizada no município de Guarulhos, SP.

O problema envolvia o aparecimento de bolhas em um modelo específico de peça automotiva (dobradiça lateral do vidro traseiro de um carro comercializado no exterior) de aço-carbono zincada e pintada. De março a julho de 2007, este problema causou a devolução de 29% das peças produzidas.

A peça que apresentou o problema passa por diversos processos produtivos. Primeiramente, a empresa Joalmi corta, dobra e solda. Posteriormente, uma segunda empresa realiza o processo de zincagem. Por fim, uma última empresa realiza o processo de pintura DKTL. Após o processo de pintura, bolhas estavam sendo reveladas, porém, não era possível saber se estavam entre a tinta e o revestimento de zinco ou se estavam entre o revestimento de zinco e o substrato.

A empresa solicitou o auxílio do IPT e, por meio do PRUMO/TS, uma assessoria tecnológica foi realizada. Os processos produtivos foram analisados e estão detalhados a seguir:

- 1º processo: estampagem do Blank – dobramento das abas – soldagem dos parafusos;
- 2º processo: desengraxe químico – lavagem – decapagem – lavagem – desidrogenação – zincagem – lavagem – ativação ácida – lavagem – secagem;
- 3º processo: desengraxe químico – desengraxe multimetal químico – fosfatização tricatiónica – lavagem com água deionizada – pintura DKTL – cura.

No atendimento, no qual estavam presentes representantes de todas as empresas, apontaram-se as possíveis causas, considerando as particularidades de cada processo. Desta forma, a seguir estão mencionadas estas causas e por quem foram levantadas.

Causa levantada pela empresa que executa o primeiro processo:

- imantação da peça estampada: eventual imantação da peça estampada poderia causar contaminações por partículas magnéticas na zincagem ou na pintura e posteriormente bolhas.

Causas levantadas pelo PRUMO sobre o segundo processo:

- oxidação das peças devido à secagem antes da zincagem e incorporação de hidrogênio na etapa de zincagem: a empresa realizava a etapa de desidrogenação entre as etapas de decapagem e zincagem, o que é inadequado, pois a secagem do aço pode provocar a formação de óxidos, mesmo inicialmente invisíveis a “olho nu”. O óxido não é condutor e pode provocar a falta de aderência do revestimento de zinco em pontos localizados. O hidrogênio incorporado nas peças na etapa de zincagem pode sair posteriormente, durante o aquecimento (na cura da tinta), e ficar aprisionado nas regiões de falta de aderência, formando bolhas (Fig. 1);
- desengraxe irregular: o desengraxe ineficiente das peças (isto também é válido para o processo de pintura), pode provocar regiões de falta de aderência do revestimento posterior, devido à presença de óleos e, da mesma forma, o hidrogênio incorporado pode sair e ficar aprisionado nestas regiões, formando bolhas (Fig. 1);
- falta da etapa de descarbonização: as peças são tratadas termicamente e podem manter resíduos de carbono em sua superfície. Ao adentrar na linha de galvanoplastia, se estes resíduos não forem eliminados, por não serem condutores, também podem provocar a falta de aderência localizada do zinco e, da mesma forma, o hidrogênio incorporado pode sair e ficar aprisionado nestas regiões, formando bolhas (Fig. 1);
- porosidade intrínseca do substrato: a porosidade elevada do substrato pode provocar a retenção de produtos químicos durante o processo e causar oxidação. Os produtos de corrosão formados não são condutores e podem provocar a falta de aderência localizada do zinco e, da mesma forma, o hidrogênio incorporado pode sair e ficar aprisionado nestas regiões, formando bolhas, (Fig. 1);

Causas levantadas pela empresa que executa o terceiro processo:

- ataque do desengraxante usado antes da pintura: o produto utilizado para o desengraxe das peças antes da pintura pode ser agressivo ao revestimento de zinco, inclusive podendo dissolver parte de sua camada e formar óxidos que prejudicam a deposição da tinta. O hidrogênio presente nas peças poderia causar bolhas nestas regiões;
- baixa quantidade de peças processadas na pintura: como o processo é eletrolítico, uma quantidade menor de peças processadas poderia aumentar a densidade de corrente, causando um aumento na produção de hidrogênio e possibilitando a formação de bolhas em regiões de falta de aderência.

Após o levantamento das possíveis causas, estabeleceram-se ações práticas que poderiam ser adotadas imediatamente e, paralelamente, estas causas seriam investigadas em detalhes.

Ações sugeridas pelo PRUMO:

- alterar o processo de desidrogenação para após a zincagem;
- incluir a etapa de decarbonização no processo de zincagem.

Ações sugeridas pela Joalmi:

- verificar a eficiência das etapas de desengraxe das empresas de zincagem e de pintura;
- pintar peças em duas situações diferentes: 1a) sem o processo de zincagem para verificar se as bolhas apareceriam; 2a) com o processo de zincagem, porém, alterando a etapa de desidrogenação para após a zincagem.

Paralelamente a estas ações práticas, foi sugerido pelo PRUMO:

- realizar ensaio superficial na bolha, utilizando um espectrômetro de dispersão de energia (EDS) acoplado a um microscópio eletrônico de varredura (MEV), para determinar os elementos presentes tanto fora como dentro da bolha, o que poderia mostrar as contaminações presentes na região e possivelmente revelar a origem do problema;
- realizar ensaio qualitativo e quantitativo da presença de hidrogênio nas peças;
- realizar ensaio metalográfico com um microscópio óptico, para determinar se a bolha se localiza entre o aço e o zinco ou entre o zinco e a tinta e verificar a porosidade do substrato.

Concluídas as ações sugeridas pela Joalmi, verificou-se que as peças que foram revestidas alterando-se a etapa de desidrogenação para após a zincagem, não apresentaram bolhas. Ao total foram 150 peças ensaiadas. Após isto, o processo de galvanoplastia continuou a ser realizado com esta alteração e as demais peças também não apresentaram o problema. Resolveu-se, então, não executar as outras ações, já que o problema foi sanado. Passado um mês após esta alteração, as peças continuaram a não apresentar o problema, comprovando que o fator principal que influenciava a formação das bolhas era a secagem das peças antes da zincagem. Recentemente, a empresa nos relatou que o problema não apareceu novamente. A devolução das peças passou de um

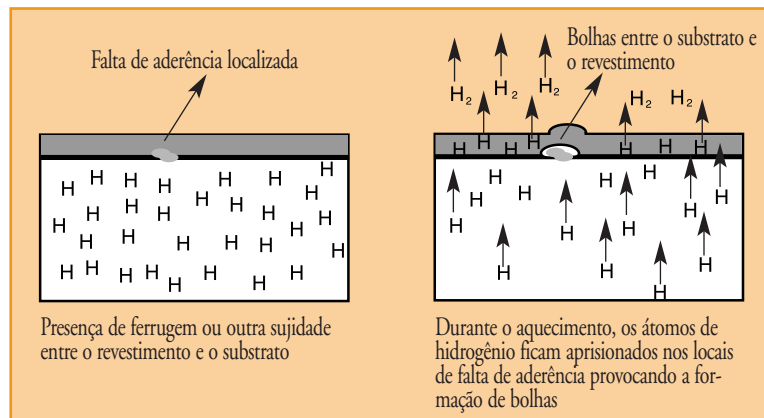


Fig. 1 – Ilustração esquemática da formação de bolhas devido à falta de aderência localizada entre o substrato e o revestimento de zinco.

índice de 29% para 0% já no mês seguinte ao atendimento.

O hidrogênio penetra o aço em duas etapas principais: decapagem e zincagem e, como conclusão deste atendimento, observou-se que a oxidação da superfície do aço, por sua secagem antes da zincagem, provocava a falta de aderência localizada do revestimento de zinco e quando as peças eram aquecidas durante a cura da tinta, o hidrogênio tendia a sair e ficava aprisionado nestas regiões de falta de aderência localizada, formando a bolha.

O sr. Alexandre Pan Mulato, gerente da qualidade da Joalmi, informou que este projeto foi muito importante para a empresa e que ele é usado como referência técnica em suas apresentações.

Cleiton dos Santos Mattos: Coordenador e executor de atendimentos tecnológicos às empresas do setor de Tratamento de Superfície pelo PRUMO – **Rafael Guerreiro:** Atuante no PRUMO – **Vinicius Dantas Cortez:** Atuante no PRUMO – **Regina Nagamine:** Coordenadora do setor de Tratamento de Superfície do PRUMO – **Vicente N. G. Mazarella:** Coordenador do PRUMO **Zebbour Panossian:** Responsável pelo Lab. de Corrosão e Proteção do IPT

Contato:

PRUMO - Projeto de Unidades Móveis
Telefones: 0800 557790 (São Paulo) e (11) 3767 4282 (para outras localidades).
E-mail: prumo@ipt.br



Moacir Moura

A química do sucesso

O que diferencia você dos demais vendedores é sua capacidade de conhecer os clientes. O segredo está na interatividade, no desejo sincero de servir e no prazer em proporcionar satisfação.

A soma destes princípios forma a química da venda.

Há formas e formas de atender. Atender por atender a fim de se livrar logo do cliente, sem saber realmente o que ele quer. Indiferença não combina com um profissional que está ali, sobretudo para servir. Nada mais simpático e produtivo se você direcionar o seu trabalho com o objetivo específico para vender, adotando uma postura de gestor de soluções. Disposição para servir.

Evite o óbvio. Você não é um mero atendente que se limita a atender o que o cliente veio comprar. Descubra outras particularidades, interesses e desejos. Conversando, ouvindo, servindo, você consegue entrar nos sonhos dos clientes. Abra o coração deles que eles abrem o bolso para você. Faça um show de atendimento. Trabalhe o inusitado, o surpreendente.

Desenvolva a imaginação. Crie e gerencie oportunidades. Em geral, o cliente é um “iceberg”, esconde o seu verdadeiro potencial. Ele não revela isso logo de cara para qualquer vendedor. Só para quem ele confia. Observe, olhe além do horizonte. Procure treinar essa habilidade e seja um especialista em descobrir necessidades. Os campeões de venda fazem assim todos os dias.

Claro que você precisa falar na hora certa e com segurança. Palavra e convicção são funda-

mentais na venda. Mas, economize um pouco as palavras, você vai precisar no momento certo. O diálogo interativo funciona mais do que o monólogo. Para descobrir necessidades, vontades e sonhos você precisa gostar de ouvir as pessoas. Ouvir inclusive o que ainda não foi dito. Interpretar gestos, olhares e atitudes.

Conhecer o produto, o mercado, a concorrência, essas coisas. Saber negociar, ajustar as condições da venda à capacidade de pagamento do comprador. Fazer uma venda consciente, para vender sempre. Mas o que diferencia você dos demais vendedores é a sua capacidade para conhecer o cliente. Saber lidar com as pessoas. Descobrir as razões da compra, falar a mesma linguagem. Entrar em perfeita sintonia com o comprador.

O segredo está na interatividade. No desejo sincero de servir. No relacionamento. No prazer em proporcionar satisfação. Esses princípios, somados, formam a química da venda. A magia do atendimento vivo, dinâmico e envolvente. Baseado na verdade. São os pilares da confiança. Sem esses ingredientes, pode até haver venda, mas será uma única vez.

O cliente não vira freguês. E sem fregueses não haverá negócio vigoroso. Para sua empresa prosperar e você crescer como ser humano e profissionalmente, todos aí da sua empresa precisam ser construtores de relacionamento. Desenvolver a consciência sobre a importância do cliente sempre, antes, durante e depois da compra.

Fomos educados para falar. Sempre achamos que o grilo falante se encaixa bem no perfil do vendedor. Quando ouvimos, queremos ouvir apenas o que nos interessa. Precisamos nos reeducar, aprender a ouvir. Com paciência e interesse. Perguntar é a melhor forma. Perguntas abertas e fechadas. Esta é uma boa técnica para se conduzir um diálogo inteligente ao fechamento. Levar a comunicação a bom termo.

Perguntas fechadas, respostas monossilábicas, sim, não. Abertas descontraiem e geram simpatia. Facilitam o entendimento. Você pode transformar em aberta uma resposta fechada do cliente, acrescentando: Por quê? Alternar abertas e fechadas. Questões abertas requerem explicação. Abrem as portas do diálogo. Estimulam o cliente a falar, expor sua opinião. E quem fala acaba abrindo as cortinas da alma.

Moacir Moura

Palestrante, consultor de varejo especialista em gestão e motivação de pessoas.

Organizador da feira de empreendedorismo Plataformashow

Contato: moacirmoura@terra.com.br / www.planetadovendedor.com.br

Empresas *associadas* à ABRACO

ADVANCE TINTAS E VERNIZES LTDA.

www.advancetintas.com.br

AKZO NOBEL LTDA - DIVISÃO COATINGS

www.international-pc.com/pc/

ALCLARE REVEST. E PINTURAS LTDA.

www.alclare.com.br

ASEL-TECH TECNOLOGIA LTDA.

www.asel-tech.com.br

BLASTING PINTURA INDUSTRIAL LTDA.

www.blastingpintura.com.br

CEPEL - CENTRO PESQ. ENERGIA ELÉTRICA

www.cepel.br

CIA. METROPOLITANO S. PAULO - METRÔ

www.metro.sp.gov.br

CIKEL LOGISTICA E SERVIÇOS LTDA.

www.cikel.com.br

COMÉRCIO E INDÚSTRIA REFIATE LTDA.

www.vpci.com.br

CONFAB TUBOS S/A

www.confab.com.br

CORROCOAT SERVIÇOS LTDA.

www.corrocoat.com.br

DEPRAN MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

www.depran.com.br

DETEN QUÍMICA S/A

www.deten.com.br

DUROTEC INDUSTRIAL LTDA.

www.durotec.com.br

DUTOS QUÍMICA LTDA.

www.dutosquimica.com.br

ELETRONUCLEAR S/A

www.eletronuclear.gov.br

ENGEDUTO ENG. E REPRESENTAÇÕES LTDA.

www.engedutoengenharia.com.br

EQUILAM INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

www.equilam.com.br

FIRST FISCHER CONSTRUÇÕES

firstfischer@wnetrj.com.br

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A

www.furnas.com.br

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

www.gaiatecsistemas.com.br

G P NIQUEL DURO LTDA.

www.grupogp.com.br

HENKEL LTDA.

www.henkel.com.br

IEC INSTALAÇÕES E ENGº DE CORROSÃO LTDA.

www.iecengenharia.com.br

IMPÉRCIA ATACADISTA LTDA.

www.impercia.com.br

INTECH ENGENHARIA LTDA.

www.intech-engenharia.com.br

KURITA DO BRASIL LTDA.

www.kurita.com.br

MAX PINTURAS E REVESTIMENTOS LTDA.

maxpint@terra.com.br

METAL COATINGS BRASIL IND. E COM. LTDA.

www.dacromet.com.br

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

www.morkenbrasil.com.br

MTT ASELCO AUTOMAÇÃO LTDA.

www.aselco.com.br

MULTIALLOY METAIS E LIGAS ESPECIAIS LTDA.

www.multialloy.com.br

MUSTANG PLURON QUÍMICA LTDA.

www.pluron.com.br

NALCO BRASIL LTDA.

www.nalco.com.br

NORDESTE PINTURAS E REVESTIMENTOS LTDA.

www.nrnordeste.com.br

NOVA COATING TECNOLOGIA, COM. SERV. LTDA.

www.novacoating.com.br

OPTEC TECNOLOGIA LTDA.

www.optec.com.br

PERFORTEX IND. DE RECOB. DE SUPERF. LTDA.

www.perfortex.com.br

PETROBRAS S/A - GENPES

www.petrobras.com.br

PETROBRAS TRANSPORTES S/A - TRANSPETRO

www.transpetro.com.br

PPL MANUTENÇÃO E SERVIÇOS LTDA.

www.pplmanutencao.com.br

PROMAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.

www.promarpintura.com.br

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

www.qualitywelding.com.br

QUÍMICA INDUSTRIAL UNIÃO LTDA.

www.tintasjumbo.com.br

Q&B SERVIÇOS LTDA.

www.qbservicos.com

RENNER HERMANN S/A

www.rennermm.com.br

REVEX METALIZAÇÃO LTDA.

www.revexbrasil.com.br

RUST ENGENHARIA LTDA.

www.rust.com.br

SACOR SIDEROTÉCNICA S/A

www.sacor.com.br

SEMOT COM. E SERVIÇOS EM CORROSÃO LTDA.

semot@uninet.com.br

SHERWIN WILLIAMS DO BRASIL - DIV. SUMARÉ

www.sherwinwilliams.com.br

SOCOTHERM BRASIL

www.socotherm.com.br

SOFT METAIS LTDA.

www.softmetais.com.br

SURTEC DO BRASIL LTDA.

www.surtec.com.br

TBG - TRANSP. BRAS. GASODUTO BOLIVIA-BRASIL

www.tbg.com.br

TECNOFINK LTDA.

www.tecnofink.com

TEC-HIDRO IND. COM. E SERVIÇOS LTDA.

tec-hidro@tec-hidro.com.br

TECNO QUÍMICA S/A.

www.reflex.com.br

TRIEX - SISTEMAS, COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA.

www.triexsis.com.br

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

info@ttsbr.com.br

ULTRAJATO ANTICORROSÃO E PINT. INDUSTRIAIS

www.ultrajato.com.br

UNICONTROL INTERNATIONAL LTDA.

www.unicontrol.ind.br

VCI BRASIL IND. E COM. DE EMBALAGENS LTDA.

www.vcibrasil.com.br

VERTICAL SERVICE CONSTRUÇÕES LTDA.

verticalservice@verticalservice.com.br

VOTORANTIM METAIS ZINCO S.A.

www.votorantim-metais.com.br

WEG INDÚSTRIAS S/A - QUÍMICA

www.weg.com.br

W.O. ANTICORROSÃO E CONSTRUÇÕES LTDA.

www.woanticorrosao.com.br

ZEcT PREVENÇÃO DE CORROSÃO LTDA.

www.zerust.com.br

Integre sua empresa à comunidade técnico-empresarial da ABRACO.

Mais informações:

Tel. (21) 2516-1982

www.abraco.org.br

Galvanoplastia



Aço Inoxidável



Ligas de Alumínio



Superligas



Fundição

A Votorantim Metais fornece o níquel adequado para atender as especificações de cada aplicação e uso.

Disponível em vários tamanhos e formatos para melhor atender as necessidades do seu negócio.

Oferecemos qualidade, além da garantia de disponibilidade do produto, que também pode ser adquirido através da nossa rede de distribuidores, que proporciona assistência técnica e garantia de procedência.

O níquel da Votorantim Metais possui grau de pureza de 99,9%, superando as exigências da norma ASTM B 39-79 e está registrado na London Metal Exchange.

Distribuidores:

ALPHA GALVANO Tel.: 11 4646.1500
COMERCIAL COMETA Tel.: 11 2105.8787
COMERCIAL FORMILIGAS Tel.: 11 4447.5101

DILETA
METAL COAT
PRODUQUÍMICA

Tel.: 11 2139.7500
Tel.: 19 3935.4095
Tel.: 11 3016.9587

Escritório de Vendas:

Praça Ramos de Azevedo, 254 | São Paulo | SP | 01037-912
Tel.: 11 2159.3259 | Fax: 11 2159.3260
www.vmetais.com.br

