

Corrosão & Proteção

 ABRACO
Associação Brasileira de Corrosão

ISNN 0100-1485

Ciência e Tecnologia em Corrosão

 APORTE
MOTOCAL

Ano 6
Nº 26
Mar/Abr 2008

ENTREVISTAS

*Neusvaldo Lira de
Almeida, coordenador
técnico da 10ª COTEQ*

*Wilma Ayako Taira dos
Santos, coordenadora
técnica do EBRATS 2009*

TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE

COMO OBTER UMA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

PROCESSO ALCALINO DE ZINCO NÍQUEL

SurTec 716

CARACTERÍSTICAS

- Três vezes mais duro que o Zn puro
- Excelente distribuição de camada
- Maior estabilidade do eletrólito
- Combina eletroquimicamente com o Al
- Alta resistência térmica até 160°C
- Sem periculosidade com fragilização por hidrogênio
- Resiste a todas substâncias hidráulicas comuns
- Não libera mais níquel metal que o aço Inox 316, tipo ASTM 316, conforme ensaio Scania em 2006

BENEFÍCIOS

- Melhor comportamento tribológico
- Ideal para peças de geometria complexa
- Processo de simples controle
- Enorme redução da corrosão por contato
- Ótimo para peças na região do motor
- Indicado para peças temperadas
- Alta resistência química
- Mínima periculosidade com dermatites

SurTec do Brasil Ltda.
11 4334.7316 • 11 4334.7317
central@br.surtec.com
www.surtec.com.br

**Sur
Tec**



Efeitos: Intacta Design



6 Entrevista

Salvador sedia a 10ª COTEQ – 2009
Neusvaldo Lira de Almeida

EBRATS marca os 40 anos da ABTS
Wilma Ayako Taira dos Santos

8

Matéria de Capa

Como obter uma produção mais limpa

14

ABRACO Informa

16

Notícias do Mercado

20

Treinamento & Desenvolvimento

21

Segurança & Prevenção

34

Opinião

Vida e morte em empresas familiares

Rogério Yuri Tsukamoto

Artigos Técnicos

18

Noções Básicas sobre Processo de Anodização do Alumínio e suas Ligas – Parte 13

Por Adeval Antônio Meneghesso

22

Fosfatização de Metais Ferrosos Parte 17 – Refinamento de grão

Por Zehbour Panossian

e Célia A. L. dos Santos

26

Corrosão e Proteção Catódicas de Tubulações Enterradas e Tanques em Plantas Industriais

Por Luiz Paulo Gomes

30

Ajuste da espessura do revestimento de Níquel em Processo de Niquelação

Por Cleiton dos Santos Mattos, Rafael

Guerreiro, Vinícius Dantas Cortez,

Regina Nagamine, Vicente N. G.

Mazzarella e Zehbour Panossian

ABRACO

Associação Brasileira de Corrosão

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 congregar toda a comunidade técnico-empresarial do setor, difundir o estudo da corrosão e seus métodos de proteção. ISSN 0100-1485

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

Diretoria

Presidente

Eng. Laerce de Paula Nunes – IEC

Vice-presidente

Eng. João Hipólito de Lima Oliver – PETROBRAS/TRANSPETRO

Diretora Financeira

Dra. Olga Baptista Ferraz – INT
Gerente Administrativo/Financeiro

Walter Marques da Silva

Diretoria Técnica

Eng. Alysson H. Santos Bueno – Akzo Nobel
Eng. Fernando Benedicto Mainier – UFF

Eng. Fernando de Loureiro Fragata – CEPEL
Mauricio José Deretti – WEG
M.Sc. Neusvaldo Lira de Almeida – IPT
Dra. Olga Baptista Ferraz – INT
Dra. Simone Louise D. C. Brasil – UFRJ/EQ

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 Antônio 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 – UFG
Dr. Ricardo Pereira Nogueira – Université Grenoble – França
Dra. Simone Louise D. C. Brasil – UFRJ/EQ

Redação e Publicidade

Aporte Editorial Ltda.
Rua Emboava, 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 maio de 2009.

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.

Conhecimento e *negócios*

DOIS EVENTOS DA MAIOR IMPORTÂNCIA SERÃO REALIZADOS NESTE MÊS DE MAIO, PROPORCIONANDO atualização tecnológica à comunidade técnico-empresarial do setor e a oportunidade para que as empresas expositoras mantenham um contato corpo-a-corpo com clientes e demais *prospects*. Trata-se do EBRATS – Encontros e Exposição Brasileira de Tratamentos de Superfície que será realizado em São Paulo (SP) e da COTEQ – Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos, em Salvador (BA).

Os indicadores apontam que o momento é de recuperação para a indústria nacional, com a retomada dos pedidos e a volta dos níveis de produção da época pré-crise financeira, situações consubstanciadas pela demanda reprimida do mercado interno. Novos equipamentos de produção estão sendo instalados e as encomendas para novos projetos voltam a aparecer.

Países em desenvolvimento acusaram de forma menos intensa a crise financeira mundial, em especial China, Brasil e Índia. No caso do Brasil, há uma dependência menor das exportações, porém as operações realizadas com os parceiros do Mercosul terão que administrar as políticas protecionistas. Aparentemente, caminhamos para fechar o ano de 2009 em patamares interessantes, se levamos em conta a grave situação sinalizada no final de 2008.

Toda crise, porém, apresenta oportunidades para gestores que conseguem enxergar o lado positivo dos acontecimentos. Quem está tirando proveito desta situação? Certamente as empresas que mantiveram seus investimentos em pesquisa e desenvolvimento, em produção, em marketing, em relacionamento com o mercado, enfim quem vislumbrou oportunidades de negócios em um momento no qual a maioria preferia adotar posturas restritivas.

Muito possivelmente, a situação atual deve levar a população a novos patamares de consumo e, por consequência, a indústria a novos níveis de produção. De qualquer forma, os que pensam estrategicamente e conseguem detectar mais rapidamente as novas necessidades vão sair na frente. No setor de tratamento de superfícies, uma área em expansão, busca-se de forma incessante soluções ambientalmente corretas. As empresas que conseguirem apresentá-las, com melhor relação custo-benefício, serão as novas referências de mercado e vão ditar as regras pelos próximos anos.

Os congressos técnicos – Abrimos nossa Carta ao Leitor comentando sobre dois congressos. É recorrente a pergunta: como, afinal, com tanto avanço tecnológico – que permite ter acesso a informações instantaneamente – os congressos técnicos são tão procurados e batem recordes sucessivos de participação?

Não existe uma resposta única, nem um estudo a respeito. Porém, a possibilidade da troca direta de informações entre palestrantes e ouvintes, o contato com profissionais de inúmeras empresas, a possibilidade de avaliar *in loco* produtos e trocar ideias com os prestadores de serviços durante um período pré-determinado e em um único local nos parece ser indicadores do porquê do entusiasmo dos profissionais com os congressos técnicos.

Boa Leitura!

Os Editores

RETIFICADOR



PARA PROTEÇÃO CATÓDICA

- Manual ou Automático
- Automático
 - Linear ou
 - Modular Chaveado
- Saída Simples ou Múltipla
- Potencial, Corrente e Tensão constante
- Refrigeração - Ar ou Óleo
- Grau de Proteção - IP-23 a IP-55



 **adelco**
sistemas de energia

www.adelco.com.br
vendas@adelco.com.br
55 11 4199 7500





Neusvaldo Almeida

Salvador sedia a 10ª COTEQ – 2009

A COTEQ tem sido um fórum privilegiado para o intercâmbio de conhecimentos e idéias entre especialistas, engenheiros técnicos e pesquisadores, além de constituir uma grande oportunidade para somar experiências e ampliar negócios

Por Carlos Sbarai

Um dos eventos mais renomados da indústria nacional, a COTEQ – Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos, chega à décima edição e mantém a cidade de Salvador como sede, como forma de homenagear os 30 anos do Pólo de Camaçari, devido a sua grande importância para a indústria nacional. O evento acontece de 12 a 15 de maio e serão apresentados estudos e inovações tecnológicas sobre inspeção, corrosão e pintura.

“A COTEQ destaca-se pela contribuição maciça dos especialistas do setor, dos acadêmicos e dos institutos de pesquisa”

ra, análise de falhas, integridade de equipamentos, tubulações e vasos de pressão, análise experimental de tensões e comportamento mecânico de materiais, além de ter uma exposição técnica e um concurso de fotografia. A idéia é promover a troca de conhecimentos e idéias, além de somar experiências e ampliar negócios com a troca de informações entre especialistas, engenheiros técnicos e pesquisadores ligados a Ensaios Não-Destrutivos (END), Inspeção, Análise Experimental de Tensões Integridade de Equipamentos, Análise de Falhas, Comportamento Mecânico de Materiais e Corrosão & Pintura. Neusvaldo Lira de Almeida, do

IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológicas e coordenador técnico da Conferência falou à Corrosão & Proteção sobre o evento.

Qual a importância da COTEQ para a indústria nacional?

É importante citar inicialmente que a COTEQ é um evento que acontece a cada dois anos e é organizado pela ABENDE – Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção, IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis e ABRACO – Associação Brasileira de Corrosão. Este tem sido um evento importante para o setor, pois congrega vários segmentos industriais além da participação efetiva dos institutos de pesquisas e das universidades. A expectativa é de um bom congresso, pelo número de trabalhos a ser apresentados e pelo número de expositores. Esses números são basicamente os mesmos da última COTEQ.

Quais os principais temas que serão abordados nesta edição da COTEQ?

Almeida – *No total, aproximadamente 250 trabalhos serão apresentados, além de conferências plenárias, orais e pôsteres. Os temas são os mais diversificados e envolve basicamente todos os tipos de corrosão e as mais diversas formas de proteção como revestimentos metálicos, proteção por meio de pintura,*

que sempre tem grande participação, inibidores, proteção catódica, além de naturalmente de novos ensaios e das novas tecnologias de monitoramento.

Existe algum destaque especial na edição 2009?

Almeida – *Participar de um evento técnico com o perfil da COTEQ é uma forma de obter e transmitir conhecimentos. Esse é um ponto extremamente importante. Existem basicamente duas vertentes nesse encontro: a primeira é o foco muito tecnológico – dado pelos trabalhos apresentados pelos técnicos ligados às empresas, e o segundo é a participação da comunidade científica, trazendo sempre novos temas para o debate e o resultado de novos estudos, que certamente encontrarão empresas interessadas em transformá-los em tecnologia. Essa troca é fundamental para o desenvolvimento do mercado.*

Como será a participação internacional?

Almeida – *Algumas apresentações de trabalhos estão confirmadas e essa troca de informações também é muito salutar para o desenvolvimento do setor. Além disso, mostra que os temas abordados no Brasil têm alcance internacional.*

Mais informações sobre a COTEQ, acesse o site www.abend.org.br



Wilma Santos

EBRATS marca os 40 anos da ABTS

A cidade de São Paulo será palco, entre os dias 7 e 9 de maio, do EBRATS 2009, que marca os trinta anos do encontro e os quarenta da ABTS

Por Carlos Sbarai

Segundo a coordenadora técnica do evento, Wilma Ayako Taira dos Santos, o EBRATS tem evoluído a cada evento, com expositores e visitantes reconhecendo a importância dele ser o palco preferencial para os debates técnicos e lançamentos de produtos para o setor de tratamento de superfícies. Wilma Ayako falou à Corrosão & Proteção sobre as expectativas para a nova edição do EBRATS.

Quais as principais novidades do EBRATS 2009?

Santos – Fizemos algumas alterações para atender melhor visitantes e expositores. Começamos por alterar o local do evento, que será no Transamérica Expo Center, em São Paulo, que conta com ampla infraestrutura. Quanto ao evento, mudamos as apresentações de trabalhos; reduzimos o número de trabalhos para apresentações orais e também o número de pôsteres. Qualquer visitante poderá assistir a todas as apresentações sem pagar por elas e sem se inscrever previamente. Para que isto se tornasse possível, abrimos espaço para que os patrocinadores fizessem apresentações técnico-comerciais, com permissão para divulgar suas marcas sem restrições.

A participação será gratuita para os profissionais do setor?

Santos – No formato que estamos propondo nosso encontro, vamos dar a todos os profissionais a oportunidade de assistir a todas as palestras, sendo algumas de caráter acadêmico, outras tecnológicas e técnicas-comerciais. Acreditamos que assim estamos “presenteando” os técnicos e profissionais que realmente tenham interesse em se atualizar, sem gerar ônus para isto, tendo acesso aos conhecimentos técnicos desenvolvidos no Brasil e no exterior. Queremos uma participação muito ativa e massiva neste encontro tão importante para o profissional e para o nosso setor.

O EBRATS sempre teve grande participação do exterior. Isso vai acontecer nesta edição?

Santos – Sem dúvida, vamos ter autores e co-autores oriundos dos Estados Unidos, Alemanha e França. A presença destes autores é importante para a divulgação internacional dos progressos havidos no campo dos tratamentos de superfície. Entre os expositores encontram-se ainda representantes do Canadá, da Espanha e da Itália. Nesta edição, gostaria de destacar também o Encontro Panamericano, onde pretendemos juntar representantes de diversas associações das Américas para discutirmos assuntos afins e encontrarmos na união de todos melhor aproveitamento técnico e intercâmbio cultural.

A atual crise econômica global teve algum impacto na organização do EBRATS 2009?

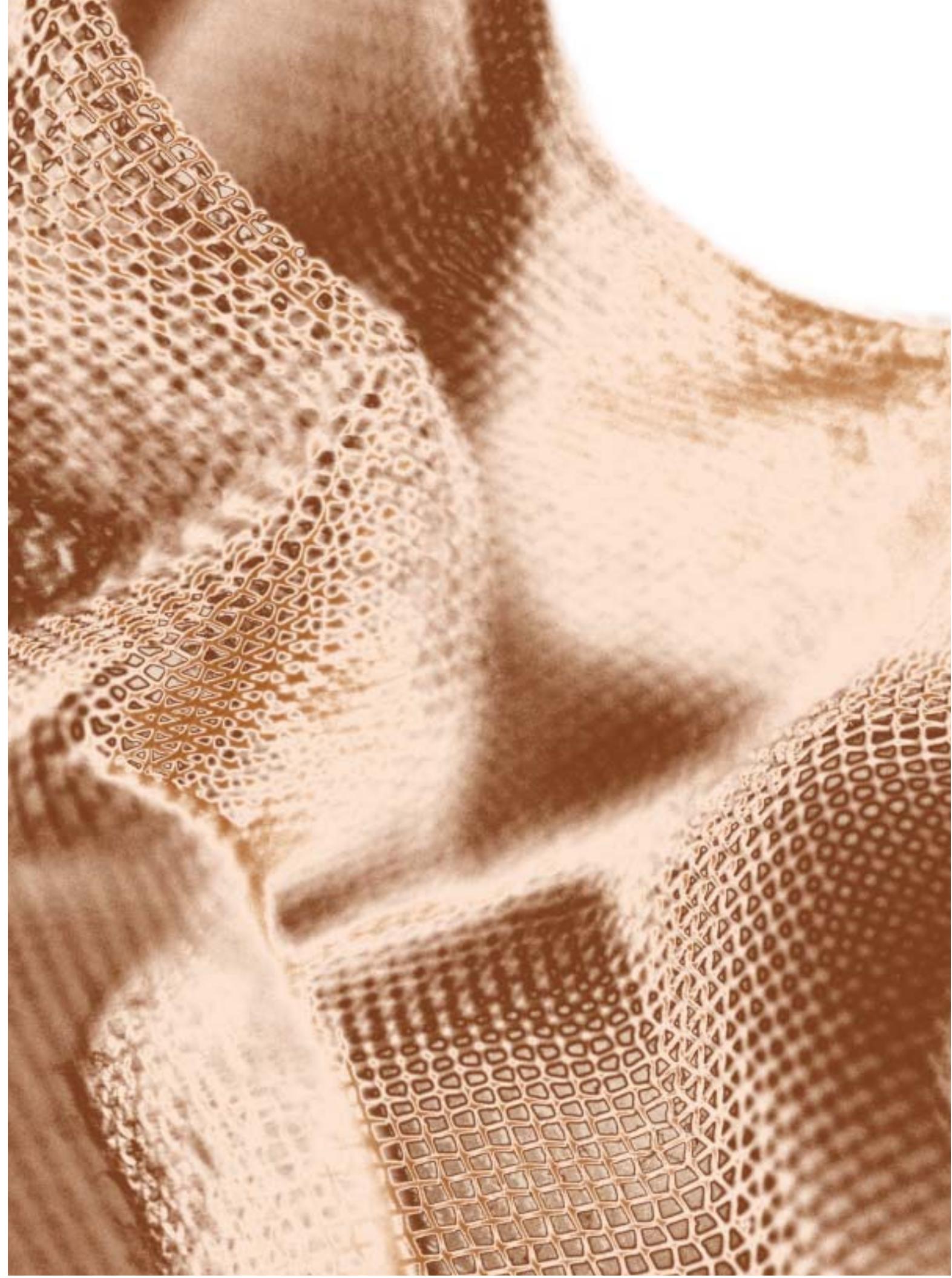
Santos – O momento incentiva as empresas estrangeiras a divulgarem seus produtos e serviços no Brasil. Ao contrário de outros países onde a crise afeta diretamente seu mercado, somos vistos como um país que tem grande potencial de consumo interno e, portanto, campo para o crescimento. Nesse contexto, o EBRATS é uma grande oportunidade de se aproximar do mercado interno.

“Qualquer visitante poderá assistir a todas as apresentações sem nenhum ônus e sem a necessidade de se inscrever previamente”

Quais os eventos paralelos ao EBRATS?

Santos – Para potencializar as possibilidades de formação dos profissionais, agregamos ao período do encontro cursos que são uma grande ferramenta para a atualização tecnológica. Os cursos iniciam dois dias antes da abertura do EBRATS e durante o encontro em horário que não atrapalha a programação do evento. São três os cursos oferecidos: curso de Tratamento de Superfície - Módulo Protetivo/Funcional e Módulo Decorativo/Metais Preciosos e curso de Cálculos e Custos em Tratamentos de Superfície.

Mais informações sobre o EBRATS, acesse o site www.ebrats.org.br



Como obter uma produção mais limpa

Novas normas do mercado vão exigir das empresas do setor de tratamento de superfície o desenvolvimento de técnicas que privilegiem uma produção com descarte eficiente de resíduos

Por Carlos Sbarai

As exigências normativas dos grandes mercados consumidores, como o americano, o japonês e o europeu, colocaram na ordem do dia dos fabricantes de processos químicos a necessidade de investir em pesquisa e desenvolvimento para encontrar soluções que agridam menos o meio ambiente e a saúde do trabalhador. Essa busca por soluções inovadoras, sempre foi um dos principais motes da indústria de tratamento de superfícies. O diferencial, no momento atual, é que o foco está justamente no desenvolvimento de soluções ecologicamente corretas. “Prova disso é que duas fortes entidades se uniram para elaborar um manual P+L (Produção mais Limpa), que deve estar disponível em novembro. As galvanoplastias trabalham com metais pesados, principalmente o cromo hexavalente. Sendo assim, adotar práticas de P+L e encontrar destinação adequada para os resíduos são duas necessidades básicas para que as empresas do setor possam atuar dentro da formalidade legal”, comenta Marco Antonio Barbieri, da Wadyclor e vice-presidente da Associação Brasileira de Tratamento de Superfícies (ABTS) e do Sindicato da Indústria de Proteção, Tratamento e Transformação de Superfícies do Estado de São Paulo (Sindisuper).

As entidades citadas por Barbieri são o Departamento de Meio Ambiente da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), que firmaram um convênio para elaborar um manual de práticas de produção mais limpa, de forma que as empresas do setor de tratamento de superfície possam crescer com sustentabilidade e estar ambientalmente adequadas ao MPL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo). “Esta é uma visão avançada e de vanguarda. Do lado do mercado exportador, é utilizada a política do REACH, que obriga as empresas que fabricam e importam substâncias químicas a avaliar os riscos decorrentes da utilização das mesmas e a tomar as medidas necessárias para gerir todos os riscos que identificam.

O ônus da prova da segurança das substâncias químicas comercializadas é da indústria”, esclarece Barbieri.

Outra ação importante no setor é a parceria entre a ABTS e o Sindisuper que resultou na contratação de uma empresa que vai desenvolver um *software* dedicado à gestão das empresas de galvanoplastia, que chega ao mercado nacional em novembro. O projeto galvano-gestão está sendo desenvolvi-



Marco Antonio Barbieri, da Wadyclor, vice-presidente da ABTS e do Sindisuper

Aparecida Helena Fogaça de Almeida, professora e coordenadora do único curso de lato sensu em tratamento de superfície da América Latina



do com a finalidade de ajudar empresas do setor. Trata-se de um *software* como serviço (SaaS *Software as a Service*) exclusivo para o setor de tratamento de superfícies, no qual as empresas poderão fazer sua gestão administrativa, financeira e produtiva. O *software* permite fazer o controle de estoque, de custo e de venda. Com isso, as entidades oferecerão uma ferramenta de baixo custo, com acesso de qualquer lugar do mundo e

com a grande vantagem de que os usuários poderão ter acesso aos números macros, ou seja, saberão quanto o setor consumiu de energia elétrica, quanto emprega, qual a quantidade total de matéria prima, mas nunca dados isolados de uma única empresa, muito menos suas informações cadastrais.

“O *software* também servirá para que a empresa usuária possa ter uma idéia do mercado global e com isso traçar suas ações de mercado. Por sua vez, o sindicato e a associação, com as informações globais poderão proporcionar ações políticas em função dos números que possui e reivindicar dos órgãos governamentais questões como a redução de impostos, em função do conhecimento que passaremos a ter do setor. Teremos ainda uma estatística real do mercado, sem que haja divulgação de informações localizadas de qualquer empresa usuária do serviço. A previsão de funcionamento é para novembro de 2008. Para as empresas interessadas o serviço também oferece espaço para propaganda”, esclarece Barbieri.

Gargalo é combatido

O executivo ainda revela que as duas instituições fizeram um diagnóstico dos principais gargalos do setor e uma série de ações para superar os problemas já estão em curso. Uma carência do segmento, informa Barbieri, é a falta de mão-de-obra qualificada. Esse problema começa a ser enfrentado com a instituição de quatro

“No momento atual, o foco está justamente no desenvolvimento de soluções ecologicamente corretas. Adotar práticas de P+L e encontrar destinação adequada para os resíduos são duas necessidades básicas para que as empresas do setor”

Marco Antonio Barbieri

AlclarePS
PINTURAS INDUSTRIAS E ANTICORROSIVAS

Superando desafios

Mais de 30 anos de tradição
em pinturas industriais e anticorrosivas

Sede Administrativa
Praca Dr. Sampaio Vidal, 265, Cj: 105/106 - 03346-060 - Vila Formosa - São Paulo / SP

Tel: (11) 3807-4222 / 3807-8222 / 3807-9222

Sede Industrial

Rua da Serraria, 213 - 07170-000 - Nova Bonfim - Guarulhos / SP - Tel: (11) 2436-1387

Como a crise mundial afetou o mercado

Segundo Barbieri, as empresas caminham de fato para a excelência na questão dos cuidados com o meio ambiente e a saúde e segurança do trabalho haja vista o cuidado com a certificação. “Esta é uma tendência, tanto que é atualmente existe um número muito reduzido de produção cativa no mercado. A empresa que fabrica determinado produto e utiliza seu próprio tratamento de superfície está fadada ao esquecimento. Isso tem haver com a política de meio ambiente e a saúde e segurança do trabalho, onde as normas utilizadas são extremamente rígidas e só mesmo os especialistas conseguem atendê-las em sua totalidade.

Hoje em dia é muito difícil um empresário de uma metalúrgica, por exemplo, utilizar a produção cativa, já que as normas são completamente diferentes das exigidas nas galvânicas. Além da questão das normas rígidas, tem ainda a poluição e o custo financeiro que é muito alto. A terceirização tem sido a grande saída, pois o serviço oferecido é de qualidade”.

Barbieri destaca ainda que o setor de tratamento de superfície só não está melhor por conta do caos que teve início no final de 2008 no mercado financeiro dos Estados Unidos. “O Brasil não teria como não ser afetado, mas ao contrário do que se esperava a indústria da construção civil, por exemplo, vem respondendo bem à crise. Além disso, as medidas do governo de combate à crise, que no meu entender estão corretas, deve surtir um bom efeito, a exemplo do projeto de construção de casas populares. Pode até acontecer desse segmento passar sem sofrer quase nada com a crise. Outro exemplo ocorre nas indústrias de linha branca, que estava encarando a situação de forma mais dura comparada a construção civil, e agora devem respirar com mais fôlego depois que o governo também anunciou incentivos para esse setor”.

Ele ressalta porém que o setor metalúrgico é o que mais está sofrendo por causa da parada nas exportações de veículos e com o desaquecimento do mercado interno, mas já começa a dar sinais de recuperação depois dos números registrados no inicio de 2009 e outras iniciativas para melhorar o crédito. Como em quase tudo que existe na indústria requer a utilização do tratamento de superfície, pode-se definir que hoje existem segmentos que atravessam uma situação ruim e outros nem tanto assim. “Mas é importante informar que mesmo diante de uma visão mais otimista, eu diria que a perda geral no faturamento do setor será de 25% este ano. Não temos também a menor idéia do final desta crise, mas temos sim convicção que a indústria de tratamento de superfície demorará de um a três anos para voltar aos níveis registrados em 2008”, comenta o executivo.

Exemplo do mercado



Eneias Martins, diretor e fundador da Zincagem Martins

Um bom exemplo de que o mercado começa a dar sinais de recuperação pode ser visto na Zincagem Martins, que ao completar 30 anos de existência, conseguiu suplantar a crise com investimentos, segundo revela seu diretor e fundador, Eneias Martins. “É claro que nem tudo é um mar de rosas, o repasse dos custos é um grande entrave em nosso negócio. Hoje o mercado está muito mais exigente e a concorrência é grande. Trabalhar com qualidade e preço é uma tarefa desafiadora para qualquer empresa desse setor. Tem custo de perda de produção, quebra de maquinário, porém só poderemos continuar competitivos com maior investimento”.

A Zincagem Martins iniciou os pesados investimentos em julho de 2008, quando começaram a automatizar a empresa. Recentemente, foram adquiridos um forno desidrogenado, um investimento aproximado de R\$ 500 milhões, com capacidade de produção de 1.500 quilos por hora. A aquisição de uma nova máquina italiana para banho rotativo para zinco, investimento de R\$ 3,5 milhões, também será decisiva para o aumento da produtividade.

“Com isso, vamos produzir mais, com tempo reduzido, com custos mais baixos e com a certeza de levar ao mercado um produto com mais qualidade. Mesmo com a crise atual, nossa empresa já conseguiu se adequar e voltamos a operar nos mesmos patamares pré-crise”, comemora Martins.

escolas de galvanoplastia no SENAI, em um investimento de R\$ 15 milhões. A nova unidade da Escola Suíço-Brasileira, do SENAI, que foi inaugurada no início de maio é referência hoje no Brasil. As melhorias também vão se estender para as unidades Mario Amato, Osasco e Limeira.

técnico de mecânica de precisão pode ser situada a partir da assinatura do convênio de cooperação técnica e científica entre o SENAI e a Swisscontact (Fundação Suíça de Assistência ao Desenvolvimento Técnico). A escola foi construída com o apoio de empresas suíças e brasileiras e supervisão dos técnicos da Swisscontact, que também participaram da preparação dos docentes e da elaboração dos programas, iniciando atividades em 1973. A Swisscontact continuou prestando assistência e vários docentes foram enviados para a Suíça para estagiar.

A outra grande novidade sobre essa questão das iniciativas para

“ Assim que o aluno chega ao chão de fábrica, tem dificuldade em aplicar o que aprendeu na faculdade, pois a complexidade de processos é grande. Muitas vezes, ele detém o conhecimento, mas não sabe como colocá-lo em prática ”

Aparecida Helena Fogaça

A origem da Escola SENAI "Suíço-Brasileira" e do curso

a qualificação dos profissionais do setor é o inicio do curso de pós-graduação tratamento de superfície. O Centro de Pós-Graduação e Pesquisa Oswaldo Cruz, em parceria com a Associação Brasileira de Tratamento de Superfície (ABTS), iniciaram em agosto de 2008 o curso de *lato sensu* em Tratamento de Superfícies e Proteção. O curso é o único na área em toda a América Latina e visa a especialização na indústria de tratamentos e superfícies, já que os recém-formados saíam da faculdade e chegavam às fábricas sem conseguir transformar os conhecimentos teóricos em prática.

"Assim que o aluno chega ao chão de fábrica, tem dificuldade em aplicar o que aprendeu na faculdade e também sofre com alguns detalhes do processo produtivo que não foi passado para ele na faculdade, pois a diversidade e a complexidade de processos é muito vasta. Muitas vezes ele detém o conhecimento mas não sabe aplicá-lo. Isso porque esta é uma área muito complexa, pois envolve todas as áreas da química", comenta a coordenadora do curso e professora Aparecida Helena Fogaça de Almeida, que atua há 25 anos na área de tratamento de superfície, trabalhando como chefe de laboratório e gerência de desenvolvimento de novos produtos e processos.

O objetivo do curso está em tornar o aluno e o profissional já atuante na área capaz de identificar os problemas e resolver o tratamento ideal para cada tipo de superfície, identificar que tipo de corrosão está ocorrendo e saber como tratar cada problema com certeza e eficácia, além de oferecer uma visão das várias técnicas de proteção e tratamento de superfícies, envolvendo galvanoplastia, pintura, dentre outros tipos de revestimentos. "Nosso objetivo é passar todo nosso conhecimento adquirido ao longo desses anos para esses alunos", diz Helena Fogaça.

BINDER
Bient consulting for your success

REPRESENTAÇÃO NACIONAL

CÂMARAS DE CONTROLE CLIMÁTICO
As melhores câmaras disponíveis no mercado nacional e internacional.

Alto padrão em matéria de pesquisa e desenvolvimento bem como na fabricação e na garantia da qualidade

TECNOLOGIA DE ÚLTIMA GERAÇÃO

- Simulação climática
- Medição e controle
- Iluminação
- Sistemas a vácuo
- Soluções em software

Agende uma visita técnica com nossos profissionais especializados.

Tel: (11) 5188-0000 – Fax: (11) 5188-0006
www.ckltda.com.br • ckltda@ckltda.com.br
R. Cap. Otávio Machado, 618 – São Paulo – SP

Desengraxantes / Antispatter

► Linha Ecoeficiente



Indicados para Operações Intermediárias

Produto	Utilização	Características
DEXCLEAN PS 201/203/204	Desengraxante Protetivo Inter-Usinagem Especialmente indicado para operações intermediárias da usinagem onde uma proteção temporária é necessária até o final do processo.	<ul style="list-style-type: none">• Isento de Nítrito• Biodegradável• Opera à temperatura ambiente• Multimetal• Opera a altas pressões
ENGINE CLEANER ST	Desengraxante Multiuso Indicado para limpeza de componentes de motores, máquinas pesadas, vagões ferroviários, veículos, ônibus e outros.	<ul style="list-style-type: none">• Atóxico• Multimetal• Spray / Imersão• Não ataca borracha, plástico ou verniz
ANTISPATTER	Antiaderente para Respingo de Solda Indicado para utilização em áreas de solda como aditivo antiaderente de respingos da operação de solda. Na injeção de plástico é utilizado sobre a superfície do molde evitando a adesão do produto ao molde.	<ul style="list-style-type: none">• Líquido• Isento de Silicone• Inodoro• Boa proteção à corrosão

Porque a natureza tem os seus limites

Fone: +55 11 3662.1199 • info@dexterbrasil.com.br • www.dexterbrasil.com.br

DEXTER
the chemical surface treatment

NACE International – Corrosão 2009 reúne 4,5 mil profissionais

O congresso anual da NACE International – Corrosão 2009, que aconteceu no mês de março, na cidade de Atlanta, nos Estados Unidos, foi um grande sucesso, contabilizando a presença de mais de 4.500 profissionais da indústria corrosão. Os participantes foram contemplados com mais de 240 reuniões técnicas, fóruns e simpósios, além de ter contato direto com cerca de 300 empresas expositoras. O reflexo direto dessa mobilização é que o Corrosão 2010 já tem mais de 70% do espaço para exposição comercializado. Na abertura do evento, o presidente da entidade Mark Byerley Sr. ressaltou que, apesar da atual conjuntura econômica, houve um crescimento de 8% no número de participantes.

O Brasil esteve presente no evento com profissionais de várias entidades brasileiras do setor, entre elas o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Segundo a Dra. Zebhour Panossian, responsável pelo laboratório de corrosão e proteção do IPT, o evento foi realmente surpreendente. “O nível dos trabalhos apresentados, assim como a interatividade entre todos os participantes superou todas as minhas expectativas. O IPT apresentou dois trabalhos e a repercussão foi tão grande que fui procurada depois do meu retorno para o Brasil por profissionais que não tiveram oportunidade de participar do congresso, mas tiveram acesso às informações e queriam mais detalhes sobre o material apresentado. Também participamos de várias reuniões, nas quais pudemos discutir diversos temas ligados à corrosão em concreto, revestimentos, materiais não metálicos, dutos, refinaria, entre outros”.

Segundo a doutora Márcia Teresa Soares Lutterbach, que é gerente do Laboratório de Biocorrosão e Biodegradação – LABIO do Instituto Nacional de Tecnologia – INT, a NACE 2009 contou com a participação de cinco pesquisadores das três diferentes áreas da Divisão de Corrosão e Degradação do INT, Laboratório de biocorrosão e biodegradação (LABIO), Laboratório de H₂S, CO₂ e corrosividade (LAH₂S) e Laboratório de Corrosão e Proteção (LACOR). “O LABIO contribuiu neste evento com a apresentação de dois trabalhos técnicos na área de biocorrosão realizados em parcerias com a PETROBRAS e a Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ”.

Márcia Teresa conta ainda que foram apresentados trabalhos de várias nacionalidades de



universidades, institutos de pesquisas e empresas, fato não muito comum em congressos nacionais, que se restringe a trabalhos não comerciais. “Os trabalhos apresentados eram basicamente voltados para o setor de óleo e gás, alguns com aplicações bem práticas e outros, poucos, mais teóricos. Um ponto alto desta sessão foi o trabalho apresentado pela doutora Matilde De Romero, onde ela fez uma revisão bibliográfica sobre o tema proteção catódica e corrosão microbiológica, propondo inclusive a revisão da norma técnica NACE RP-01-69 (2002)”.

Outra sessão interessante apontada por Márcia Teresa foi a de biocombustíveis, com vários trabalhos sobre etanol e biodiesel, sendo o Brasil sempre citado como pioneiro nesta área. “Nesta sessão, questões sobre a possibilidade de ocorrer biocorrosão em metais que entram em contato com biodiesel foram levantadas. Vale destacar que os diesel para mistura ao biodiesel utilizados na Europa é o LSD e ULSD, enquanto que no Brasil ainda utilizamos o S-500. Sem dúvida, um congresso do porte da NACE é uma excelente oportunidade de divulgação mundial das atividades dos pesquisadores e instituições, sem contar na troca de experiências tanto para quem apresenta trabalho como para quem assiste”.

A NACE Internacional foi inicialmente conhecida como *“The National Association of Corrosion Engineers”*, quando foi criada em 1943 por onze engenheiros que trabalhavam na área de proteção corrosiva em oleodutos e que estavam envolvidos em um evento regional sobre proteção catódica. O grupo formado na década de 1930, quando o estudo de proteção catódica foi introduzido.

Com mais de 60 anos de experiência no desenvolvimento de corrosão prevenção e normas de controle, a NACE Internacional se tornou a maior organização do mundo comprometida com o estudo da corrosão.

**Protective Coatings for Water Ballast Tanks
and Double-side Skin Spaces**

Certificate No. MNDR 2008/2695

Page 1 of 2

COPY

This is to certify that the protective coating system manufactured at the plant below is in compliance with IMO Resolution MSC.215(82) *Performance Standard for Protective Coatings for Dedicated Seawater Ballast Tanks in all Types of Ships and Double-side Skin Spaces of Bulk Carriers* (PSPC) adopted on 8th December 2006.

This approval is granted in accordance with the PSPC, IACS Regulations and LR Rules. The surface preparation and application requirements specified in the product technical data sheet (PTDS) have been reviewed and comply with the PSPC. This approval does not cover properties other than corrosion prevention, such as service life, safety or toxicity etc.

The approval is subject to Lloyd's Register being informed of any changes in the product's formulation, specification or status of manufacturing quality control accreditation. Periodic auditing of the manufacturer's quality control and assurance systems will confirm compliance. Lloyd's Register reserves the right to withdraw or re-issue this certificate.

Manufacturer: **Akzo Nobel Ltda. (Brazil)**
Av. Paiva 999 Neves
Sao Goncalo, Cep 24426-140
Rio De Janeiro, Brazil

Coating system: **Interbond 808**

Product code(s): **KRA850, KRA853**

Curing agent: **KRA855**

Applications **Water ballast tanks and double-side skin spaces**

- Notes:
1. Surface preparation and coating application should be carried out in accordance with the manufacturer's PTDS.
 2. Product approved for use with the compatible shop primers listed on page 2, or on clean blasted bare steel.
 3. Approval based on IACS PE34 Rev.3, Method C: Existing Marintek B1 Approvals. (DNV report BGN-27021216, dated 12.11.2002)

Compatible Shop Primers:

<u>Primer</u>	<u>Product Code(s)</u>	<u>Manufacturer</u>
Interplate 855	NQA855, NQA856, NQA857, NQA858	Akzo Nobel Ltda. (Brazil), Rio de Janeiro, Brazil

Date of issue: **23 February 2009**

Date of expiry: **30 June 2013**



Richard Dawson
Surveyor to Lloyd's Register EMEA
A member of Lloyd's Register Group

Bayer investirá R\$ 140 milhões em 2009 no Brasil



Marc Reichardt, presidente para a América Latina da Bayer CropScience

O grupo alemão Bayer anunciou, no início de abril, que vai investir R\$ 140 milhões em 2009, um aumento de 31,7% em relação ao ano passado. Segundo o presidente da empresa e porta voz do grupo no Brasil, Horstfried Laepple, a iniciativa se deve aos bons resultados registrados no ano de 2008. "Existe muita incerteza sobre o futuro da economia mundial. Mesmo assim, o Grupo Bayer olha para o futuro com relativa confiança porque sua es-

tratégia corporativa mostra-se eficaz mesmo neste ambiente difícil. Os recursos serão usados na expansão da área de farmacovigilância, na reforma e modernização da sede empresa no Brasil, na expansão e atualização tecnológica das nossas três fábricas no país, em Belford Roxo (RJ), São Paulo (SP) e Porto Alegre (RS), no sistema de informática, além do crescimento planejado de 5% no nú-

mero de colaboradores".

O Grupo Bayer no Brasil alcançou lucro líquido de R\$ 152,1 milhões no acumulado de 2008, revertendo prejuízo líquido de R\$ 143,8 milhões no ano anterior. O faturamento do grupo no País foi de R\$ 3,7 bilhões no período, o que representou um incremento de 21% em relação a 2007. "As vendas brasileiras representaram 36% dos negócios da empresa na América Latina e 4% do total global, em 2008. O faturamento global da Bayer foi de 32,9 bilhões de euros, uma alta de 1,6% em relação a 2007", declara Laepple que destacou ainda o crescimento de 57% das exportações em 2008.

O presidente para América Latina da Bayer CropScience, fabricante de defensivos agrícolas, Marc Reichardt, disse que as perspectivas para a agricultura brasileira são muito boas. "Mesmo com o risco de crédito, os preços dessas *commodities* em moeda local influenciarão as decisões dos agricultores. O dólar nos níveis atuais favorece a rentabilidade das culturas em moeda local", diz o executivo.

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

Adelco lança o retificador pulsado ERPm-9000

A Adelco, fabricante de equipamentos para tratamento, condicionamento e conversão de energia em corrente alternada e corrente contínua, apresenta um novo produto no mercado nacional. Trata-se do Retificador Modular para eletro-depósito chaveado em alta frequência, lineares a pulsados, com sistema modular que permite o incremento da potência de saída.

Os Retificadores Modulares são microprocessados e com corrente de 100 A a 5.000 A e tensões de 6 a 60 Vcc, ripple <1%, fator de potência >0,92, contador de Ah, arquivo de programas/receitas de cada processo, log de eventos e interface para comunicação com su-

pervisório/PLC. Nos retificadores pulsados (onda quadrada), a empresa ainda apresenta a opção de reversão de polaridade. O lançamento oficial do produto foi no EBRATS – Encontro e Exposição Brasileira de Tratamentos de Superfícies, que aconteceu em meados de maio, em São Paulo.



Mais informações: vendas@adelco.com.br

Tintas WEG nas novas Plataformas da Petrobrás

Proporcionar um acabamento que confira maior durabilidade a uma Plataforma com vida útil média de 25 anos, instalada em alto mar, sem trazer danos ao meio ambiente. Essa é a missão da tinta Lackpoxi 76 Wet Surface, produzida pela WEG Tintas. O produto atende as necessidades de clientes como a Petrobrás, que em maio inicia a pintura de mais duas Plataformas, a P-59 e P-60, consumindo cerca 110 mil litros de tinta.

A tinta Lackpoxi 76 Wet Surface é uma solução eficiente para aqueles clientes que necessitam de um produto que permita a aplicação em ambientes com umidade relativa do ar acima de 85%, proporcionando um aumento de produtividade, já que não possui

restrições de aplicação em dias chuvosos ou com umidade relativa alta. Outra característica do produto é a ausência de solvente, fazendo com que a tinta não cause danos ao meio ambiente.

Todo o trabalho de pintura das plataformas será monitorado por um técnico da WEG Tintas, que acompanha a preparação da superfície, forma de aplicação e questões relacionadas à garantia do produto.



BLASTING

PINTURA INDUSTRIAL LTDA

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

Certificada nas normas ISO 9001 e OHSAS 18001, busca certificação nas normas ISO 14001 e SA8000 para conclusão do seu Sistema de Gestão Integrada.

Qualidade - Profissionais motivados e capacitados - Responsabilidade social e ambiental

Rodovia Amaral Peixoto 4885, km 183-5 - São José do Barreto - RJ - CEP 27971-130
Fone: (22) 2759 5824 - blasting@blastingpintura.com.br

Rua Marechal Eduardo Sócrates, 80 - Centro - Caçapava / SP - CEP 12281-430
Fone: (12) 3652 1186



Noções Básicas sobre Processo de Anodização do Alumínio e suas Ligas – Parte 13

13^a Etapa – Defeitos



Por Adeval
Antônio
Meneghesso

Colaborador:
João Inácio
Graccioli
(Surface
Finishing – CBA)

Esta parte do artigo irá tratar dos defeitos que, embora sejam revelados no processo de anodização, são oriundos de diversas fontes e diversos estágios de manuseio, estocagem e transporte das peças a serem tratadas.

Defeitos no processo de anodização, manuseio, estocagem e transporte

Corrosão ácida ou alcalina

Característica: Aparece na forma de *pitting* profundos, distribuídos ao acaso, muitas vezes isolados, na superfície do material.

Causas: A corrosão é causada por borrifos ou gases ambientais alcalinos ou ácidos. A corrosão ácida caracteriza-se pelo ataque intergranular, enquanto a corrosão alcalina pelo ataque em forma de cratera e ausência de corrosão intergranular.

Onde ocorre: No tanque de fosqueamento.

Correção: Melhorar a estocagem. Após a ocorrência, a recuperação dos perfis torna-se difícil devido à profundidade do *pitting*.

Corrosão atmosférica geral

Característica: Aparece na forma de *pitting*, distribuídos ao acaso na superfície do alumínio.

Tende a localizar-se ao longo das linhas da matriz.

Causas: Dissolução do filme MgO/Al_2O_3 por partículas de pó ácidas.

Essas partículas se depositam sobre a superfície do alumínio, resultando numa rápida corrosão nessas áreas.

Onde ocorre: No tanque de fosqueamento.

Correção: Uma boa estocagem, visto que o MgO é muito sensível à corrosão. Polir os perfis atingidos.

Corrosão por atritos

Característica: Aparece na forma de manchas escuras, razoavelmente pequenas, compostas de grupos de arranques e riscos.

Causas: Atritos gerados pelo contato entre duas secções em movimento relativo, produzindo um pó fino de alumínio, o qual se oxida rapidamente para Al_2O_3 (duro), causando abrasão rápida e acumulativa no local.

Onde ocorre: No transporte ou manuseio, por escorregamento e por movimentos oscilatórios.

Correção: Melhorar o sistema de embalagem e manuseio, através de fixação e amarração dos pacotes e da carga.

Corrosão por papel

Característica: *Pits*, distribuídos ao acaso, na superfície do material.

Causas: Ataque preferencial sobre a linha de contato entre o papel e o metal em presença de radicais ácidos, principalmente cloreto e sulfato, contidos no papel, mais a presença de umidade, gerando uma corrosão intergranular.

Onde ocorre: No tanque de fosqueamento e estocagem.

Correção: Usar papel com composição controlada, baixo teor de umidade e relativamente livre de sulfato e cloreto. Evitar umidade durante o transporte e estocagem.

Defeitos de origens diversas

Característica: Diferenças de tonalidade em materiais coloridos eletroliticamente, em produtos extrudados para construção civil, pode ser um problema de processo (tempo e/ou condições elétricas), da composição da liga de alumínio, do tratamento térmico de homogeneização antes da extrusão ou do tratamento térmico de envelhecimento após a extrusão.

Composição química

Respeitadas as faixas dos elementos de liga e os limites de impurezas, o teor do elemento químico Fe merece uma consideração especial, devendo estar situado entre 0,16 – 0,30 % nas ligas 6060 e 6063. Abaixo de 0,16% o brilho torna-se muito intenso, devendo ser utilizada a liga 6463 em anodizações que requerem “alto brilho”.

Tratamento térmico de homogeneização

Materiais mal ou não homogeneizados apresentam a fase b (AlFeSi), que afeta também a tonalidade da coloração.

Tratamento térmico de envelhecimento

Um tratamento heterogêneo, sem circulação adequada de ar quente, pode resultar em perfis com variação de dureza, propiciando, também, diferença de tonalidade. Perfis nas temperas O ou T4, juntos com T5 ou T6C, apresentarão diferenças. A témpera T6, quando muito dura, também pode apresentar diferenças, além do que, nesta témpera, não há garantia contra manchas de solubilização.

Observação

Se a diferença de tonalidade é no sentido transversal (mais escura numa lateral), no caso de perfis muito largos que acumulam solução de coloração, uma boa inclinação, tanto longitudinal como transversal, junto a um manuseio adequado entre a coloração e as lavagens, terá o defeito bastante minimizado. Isto é comum em perfis tipo "lambri".

Eng. Adeval Antônio Meneghesso

Dir. Exec. superintendente da Italcerca do Brasil - Contato com o autor:
adeval.meneghesso@italcerca.com.br
Fax: (11) 3825-7022

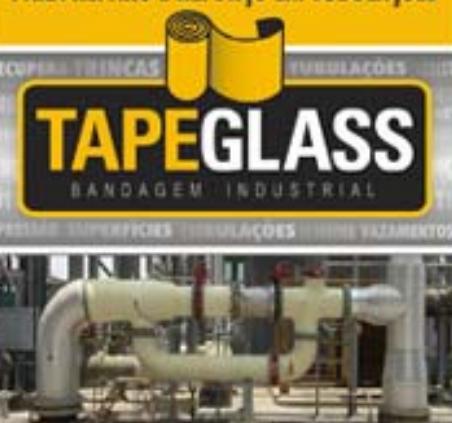
MBX® MONTI
MONTI
MONTI
MONTI

TECNOLOGIA EM TRATAMENTO
DE SUPERFÍCIE "Jato com Cerdas"



SOLUÇÃO EM TRATAMENTO DE
SUPERFÍCIE COM FERRAMENTA PORTÁTIL
PNEUMÁTICA OU ELÉTRICA

KIT TAPEGLOSS DE BANDAGEM INDUSTRIAL
PARA REPARO E REFORÇO EM TUBULAÇÕES



FAÇA REPAROS E REFORÇOS EM TUBULAÇÕES COM ATÉ 500 PSI
ELIMINE VAZAMENTOS SOB PRESSÃO (40 PSI)
ADAPTÁVEL A QUAISQUER SUPERFÍCIES IRREGULARES
RECUPERA E PREVINA A CORROSIÃO EM TUBULAÇÕES
REPARO EMERGENCIAL EM FUROS, TRINCAS, RACHADURAS, ETC.
REPARO EM MENOS DE 5 MIN.
CURA FUNCIONAL EM MENOS DE 30 MIN.
RESISTE A TEMPERATURA DE 140°C CONSTANTE E 260°C INTERMITENTE

STOPKIT
Vedação de vazamentos sob pressão

Vedação de
vazamentos
ativos com até
120kgf/cm²
sem perda
de produção
por paradas



TECNOFINK®
PARCEIRA EM MANUTENÇÃO

Rua Santa Lúcia, 40 - Olhos D'Água Norte - Belo Horizonte MG Brasil - CEP 30390-560
PABX: (31) 2112-4000 - Fax: 2112-4012 - tecnofink@tecnofink.com

www.tecnofink.com



Nem todos querem dar 100% de si próprio

Se a pessoa não está disposta a dar-se a chance de aprender o que errou, pelo meio do esforço individual obstinado, sequer merece a benesse do que acertou!



Por Orlando
Pavani Júnior

Extremamente recorrente me deparar com pessoas e profissionais dispostos a “lei do mínimo esforço” ou ainda dispostos a darem o “mínimo minimorum” de sua capacidade, normalmente alegando que não foram contratados para fazer esta ou aquela atividade, nitidamente fora do escopo original de sua função, ou de que não ganham suficientemente para tanto! Raramente estas pessoas conseguem enxergar a oportunidade do aprendizado que está contida em todas as atribuições diferentes daquelas que normalmente executa-se com tranquilidade!

O mundo corporativo, e até nas relações extra-profissionais (tais como nos relacionamentos afetivos, nos ambientes acadêmicos etc.), cada vez mais demandam uma postura muito diferente do “comodismo” purista e irritante! A “moleza” precisa dar espaço a proatividade, é preciso encorajar os seres humanos a dizerem mais freqüentemente a expressão “me desculpe...” (típica de quem toma iniciativa e realiza coisas, as vezes até erradas, mas realiza) do que a expressão “me dê licença...” (típica de quem sempre espera que alguém lhe fale o próximo passo).

Eu, como professor acadêmico, tenho aplicado um desafio que demonstra claramente esta tendência. Em minhas disciplinas costumo dizer a meus acadêmicos que espero 100% do empenho deles durante as aulas, da mesma forma que imagino que eles esperam 100% de meu empenho durante as exposições! Alinhado

a estas expectativas aviso, logo de cara, que em minha primeira prova duas serão as notas possíveis, ou o acadêmico vai conseguir nota máxima (10) ou ele conseguirá a nota mínima (zero), sem a possibilidade de notas intermediárias! O acadêmico respeita, faz uma cara de desconfiança, às vezes resmunga um pouco, mas normalmente espera para ver que tipo de prova lhe será oportunizada!

No dia da prova, chega a ele um exemplar clássico com o formato de que existam dez coisas diferentes a responder ou a demonstrar conhecimento, valendo cada uma das proposições um ponto, permitindo assim que, caso acerte 100% das proposições, ele consiga a nota máxima (10). A partir daí é que os problemas acontecem, pois se o acadêmico acertar, por exemplo, apenas sete das proposições, sua nota será a mínima (zero)!

Assim que constato que ele acertou menos do que as dez proposições digo a ele a seguinte frase: “Querido, você quase chegou lá, ou seja, acertaste apenas sete das dez proposições, portanto, se tudo se mantiver como está, sua nota final nesta avaliação será realmente **zero!** No entanto, tenho uma proposta a lhe fazer para viabilizar nosso acordo de que exijo 100% de você, ou seja, lhe darei mais uma semana para pesquisar as proposições que erraste no intuito único de dar-lhe mais uma chance de sair do **zero** e merecer seu 10. Se não conseguir nesta semana, dou-lhe mais uma, e mais uma, e mais outra, até o limite da data da segunda prova, para que consigas acertar com total perfeição as três questões erradas. Este é o preço para não merecer o **zero**, dedicar-se para acertar as três questões erradas! Topa?”

E você, leitor, acha que os acadêmicos topam?!

O mesmíssimo exemplo aconteceria se ele tivesse acertado nove proposições e errado somente uma.

Infelizmente, o que tenho constatado é que uma grande quantidade de acadêmicos não aceitam o desafio e pleiteiam fortemente (indo até, às vezes, as vias de fato) o merecimento pela nota que representa seu índice de acertos (7), sem desejar qualquer esforço adicional para reparar a deficiência de aprendizado (exemplificado pelas proposições respondidas erradamente).

Minha alegação sempre foi: “se a pessoa não está disposta a dar-se a chance de aprender o que errou, pelo meio do esforço individual obstinado, sequer merece a benesse do que acertou”!

Pense nisto!

Tirá-lo da zona de conforto e fazê-lo refletir e agir é a minha principal função... Você sempre é o único culpado... por tudo de bom... e de ruim, em sua vida!

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

Consultor Titulado CMC pelo IBCO/ICMCI e Diretor da Solutty, empresa de soluções em gestão comercial – pavani@gaussconsulting.com.br

Educar para *agir* de forma preventiva

O impacto da educação na prevenção de acidentes e doença no ambiente de trabalho

Esse artigo tem por finalidade apresentar uma visão geral das questões relativas à necessidade de educação dos trabalhadores, no que se refere aos riscos em suas atividades laborais. Inclui ainda uma apreciação de quem são os principais interessados no assunto prevenção de acidente e doença no ambiente de trabalho.

Um estudo realizado em 1981 sobre a formação em Segurança e Saúde dos trabalhadores, realizado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) começava com a seguinte citação do francês Victor Hugo: "Nenhuma causa pode triunfar sem que se faça primeiro a educação como aliada". Esta observação é bastante apropriada para qualquer tipo de organização que tenha trabalhadores empregados e em todos os níveis de ações laborais.

Educar para agir de forma preventiva é, sem sombra de dúvida, um dos meios de capacitar o trabalhador a prevenir lesões e doenças relativas ao trabalho. Na proporção em que cada lugar de trabalho se faz cada vez mais complexo, surgem novas exigências de uma melhor compreensão das causas e meios de prevenir os acidentes, lesões e enfermidades. E aqui, neste caso, a alta administração e, em especial, o pessoal de RH, têm um importante papel a desempenhar no desenvolvimento das ações voltadas para esse assunto.

É preciso facilitar aos trabalhadores as instruções necessárias ao desenvolvimento de suas atividades com segurança. É necessário promover condições para que recebam instruções claras e ine-

quívocas, vinculadas ao processo ligado à segurança e à saúde do trabalho. Assim, cada trabalhador deve conhecer perfeitamente os riscos inerentes a cada operação que realiza, bem como os prováveis efeitos da exposição aos agentes tóxicos e físicos envolvidos em suas atividades.

Além disso, não só trabalhadores operacionais como também os Gerentes de Linha e Supervisores devem estar cientes sobre as formas mais seguras de se executar cada atividade de sua área de atuação. Isso tem a ver com a responsabilidade perante a lei em manter e zelar pela integridade física e a saúde do trabalhador. Para isso, necessita também obter informações de acordo com cada circunstância específica, tornando-se consciente de todos os riscos potenciais que afetam seu quadro de pessoal no dia-a-dia e conhecer as possíveis medidas preventivas, direitos, responsabilidades e recursos ao seu alcance, que podem ajudar a cumprir suas obrigações perante a legislação.

Segundo a Norma "*Occupational Health and Safety Assessment Series*" – OHSAS 180001, similar ao programa da qualidade normalizado pela ISO9001, no processo de treinamento, conscientização e competência, é recomendado que os seguintes elementos sejam incluídos, entre outros:

- identificação da necessidade de conscientização em assuntos relacionados à Segurança e Saúde em cada nível e função dentro da organização;
- medidas para identificar e corrigir pequenas falhas entre o nível atual de conhecimento e o nível de conscientização e competência em Saúde e Segurança Ocupacional de cada pessoa;
- fornecimento de treinamento identificado como necessário, de forma sistemática e em prazo adequado;
- avaliação dos funcionários a fim de assegurar que adquiram e mantenham o conhecimento e a competência exigidos;
- manutenção do registro apropriado referente ao treinamento e à competência de cada funcionário;
- treinamento sobre perigos e medidas locais de saúde e segurança, riscos, precauções a serem tomadas e procedimentos a serem seguidos.

Assim, entende-se por treinamento, conscientização e competência, como sendo um processo contínuo de comunicação e treinamento, de modo a manter os trabalhadores atualizados mediante a iniciativa de promover informações necessárias para a melhoria da segurança e qualidade do desempenho das suas tarefas.

A Empresa, ao estabelecer uma política educacional nesta área, estará garantindo pessoas mais capacitadas para o desenvolvimento de seu trabalho. Utilizando-se de procedimentos mais seguros advindo desta atividade, estarão evitando, certamente, ações trabalhistas e despesas extraordinárias com saúde e, principalmente, contribuindo para o estabelecimento de uma política de respeito ao trabalhador e atuando com responsabilidade social.

José Jorge Viegas Fereira

Engenheiro de Segurança do Trabalho especialista nas Normas ISO 14000 e OHSAS 18000 – maestsms@yahoo.com.br

Fosfatização de Metais Ferrosos

Parte 17 – Refinamento de grão

Neste artigo, o foco será o estágio de refinamento de grão, também denominado ativação ou condicionamento, o qual é fundamental para a obtenção de camadas fosfatizadas uniformes



Por Zebbour Panossian



Por Célia A. L.
dos Santos

Não é por acaso que este estágio de pré-tratamento é conhecido por três denominações: refinamento de grão, ativação ou condicionamento. A primeira, refinamento de grão, parece óbvia visto que este estágio foi introduzido para promover um refinamento de grão das camadas formadas sobre superfícies desengraxadas e/ou decapadas. A segunda, ativação, deriva do fato de que o tempo para a obtenção da camada de fosfato é reduzido. A terceira resulta do fato de que a superfície a ser fosfatizada é previamente condicionada de modo a se obter uma camada com características desejadas. A denominação mais adequada parecer ser a de condicionamento, fato justificado mais adiante.

O estágio de condicionamento faz parte dos processos de obtenção de camadas à base de fosfato de zinco e de manganês (FREEMAN, 1988, p.76) e precede imediatamente o de fosfatização, sem interposição de lavagem, e tem por objetivo principal contrapor a influência dos estágios de desengraxamento e de decapagem que determinam a obtenção de camadas de granulação grosseira. Assim, este estágio torna-se imprescindível quando se adota desengraxamento com solução alcalinas fortes e/ou decapagem em solução de ácidos fortes, podendo ser dispensado quando, por exemplo, o pré-tratamento consiste apenas esfregamento com querosene.

As soluções mais utilizadas neste estágio para obtenção de

camadas à base de fosfato de zinco são soluções levemente alcalinas contendo compostos de titânio ou soluções diluídas de ácido oxálico (BIESTEK & WEBER, 1974, p. 167; DEBNATH, BAHR & ROY, 1989). Estudos conduzidos com estes dois tipos de soluções mostraram que o efeito benéfico dos compostos de titânio é superior aos do ácido oxálico (DEBNATH, BAHR & ROY, 1989).

A descoberta da influência benéfica dos compostos de titânio nos processos de obtenção de camadas à base de fosfato de zinco ocorreu durante a Segunda Guerra Mundial, 1943, por Jernstadt que descobriu a influência da imersão em solução de fosfato monoácido de sódio contendo titânio sobre as características da camada de fosfato (FREEMAN, 1988, p.7).

O composto ativo para os processos à base de fosfato de zinco é obtido da seguinte maneira: evapora-se uma solução de fosfato monoácido de sódio contendo compostos solúveis de titânio até a secagem. O produto seco é novamente dissolvido em água, de preferência destilada, constituindo-se na solução de ativação. As condições de preparação do composto ativo são específicas de modo que variações podem levar à obtenção de compostos ativos inadequados. A concentração de titânio na solução de ativação é de aproximadamente 0,01% e a de fosfato monoácido de sódio varia de 1% a 2% (BIESTEK & WEBER, 1974, p.167). O uso de água destilada é para prolongar a eficiência da

solução de ativação. Caso se use água de dureza elevada esta eficiência cai, devendo-se adicionar à solução de ativação aditivos especiais para diminuir a ação prejudicial da dureza (RAUSCH, 1990, p.86; FREEMAN, 1988, p.104). Cuidados devem ser tomados também com a temperatura do refinador. Um aquecimento excessivo ($>66^{\circ}\text{C}$) pode prejudicar a ação do refinador (METALS HANDBOOK, 1987, p.439).

Outras soluções contendo compostos de titânio também podem ser usadas, citando-se (BIESTEK & WEBER, 1974, p.167):

- solução de polifosfatos contendo de 0,1 mg/ℓ a 100 g/ℓ de titânio;
- solução contendo fosfato de titânio, terpenos e agentes tensioativos.

A maneira com que os compostos de titânio atuam como refinadores de grão não é muito bem esclarecida. Acredita-se que as partículas de titânio (que se encontram na forma de colóides) são atraídas eletrostaticamente pelas zonas catódicas da superfície do substrato constituindo núcleos ativos para a formação de cristais de fosfato. Informações complementares podem ser obtidas a partir de estudos mais aprofundados realizados por (TEGEHALL, 1989, 1990) e (WOLPERS e ANGELI, 2001).

Análises realizadas em camadas obtidas a partir de banhos à base de fosfato de zinco com o estágio de ativação mostraram a presença de titânio juntamente com a hopeita e a fosfofilita

(DEBNATH, BAHR & ROY, 1989).

Na tabela 1, a título de ilustração, apresentam-se os resultados de ensaios objetivando verificar o efeito da ativação com compostos de titânio em processos de fosfatização a base de fosfato de zinco. Observando a tabela 1, fica claro o efeito benéfico do estágio de ativação sobre a influência prejudicial do desengraxamento em solução alcalina forte e da decapagem em meio ácido.

Cabe lembrar que os compostos de titânio são efetivos apenas nos processos de fosfatização à base de fosfato de zinco. No entanto, quando o banho utiliza banho de fosfato de zinco modificado com cálcio, seu efeito não é bem estabelecido (RAUSCH, 1990, p.86).

A maneira com que o ácido oxálico age como refinador de grão é atribuída à formação de oxalatos na superfície do substrato. O ácido oxálico é utilizado na forma de soluções contendo de 5,0 g/ℓ a 10,0 g/ℓ à temperatura ambiente (FREEMAN, 1988, p.103).

Outras soluções podem tam-

bém ser utilizadas na ativação de processos de obtenção de camadas à base de fosfato de zinco, citando-se (LORIN, 1974, p. 117; BIESTEK & WEBER, 1974, p. 167; RAUSCH, 1990, p. 86; FREEMAN, 1988, p.107):

- solução diluída de sulfato de cobre ou de níquel (1,0 %). Durante a imersão nestas soluções, ocorre a deposição galvânica de cobre ou de níquel que agem como catodos efetivos durante a fosfatização determinando refinamento de grão;
- suspensão de fosfato de zinco neutro ($Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$) finamente dividido. Esta solução requer agitação constante para manter em suspensão as partículas de fosfato de zinco. Por esta razão, esta solução é adequada para aplicação por aspersão;
- solução ácida contendo compostos de bismuto ou antimônio. Com esta solução obtém-se camadas fosfatizadas escuras: os sais de bismuto ou antimônio depositam-se na superfície do substrato e são incorporados na camada fosfatizada fato que determina o escurecimento

da camada;

- solução de nitrito de sódio. Neste caso, o nitrito presente na superfície do substrato exerce ação de acelerar o processo de fosfatização.

Os banhos de fosfato de manganês apresentam tendência intrínseca em produzir camadas de fosfatização grosseira, por esta razão, a ativação torna-se uma etapa de fundamental importância nos processos à base de fosfato de manganês.

Até 1967, nos processos à base de fosfato de manganês, não era possível a utilização de desengraxantes alcalinos fortes e/ou decapantes. Com o advento das soluções de ativação, foi possível incluir estes dois estágios de pré-tratamento. Neste caso, a solução da estágio de ativação consiste de uma suspensão aquosa de fosfato de manganês insolúvel finamente dividido (RAUSCH, 1990, p.89; FREEMAN, 1988, p.76, 80, 104). A eficiência desta ativação depende da estrutura cristalina das partículas de fosfato de manganês mantidas em suspensão através de agitação eficiente. Quando se utilizam par-

Tabela 1 – Efeito da ativação com compostos de titânio em processos de fosfatização à base de fosfato de zinco com pré-tratamentos diferentes (RAUSCH, 1990, p. 87)

CARACTERÍSTICAS DOS BANHOS	TIPO DE PRÉ-TRATAMENTO					
	Percloroetileno, fase vapor		Solução alcalina forte		Percloroetileno fase vapor + solução de ácido sulfúrico	
	Ti	sem Ti	Ti	sem Ti	Ti	Sem Ti
Banho acelerado com nitrato/nitrito a 60°C						
Massa de fosfato (g/m ²)	4,05	6,94	4,11	9,81	4,19	8,42
Rugosidade superficial (m)	1,0	8,0	2,5	10,0	6,5	9,5
Tempo mínimo de fosfatização (min)	1,0	3,0	1,5	5,0	1,0	8,0
Banho acelerado com clorato a 70°C						
Massa de fosfato (g/m ²)	1,54	1,77	2,09	1,97	1,71	4,93
Rugosidade superficial (m)	1,0	4,5	1,5	4,0	1,5	4,5
Tempo mínimo de fosfatização (min)	0,5	3,0	3,0	3,0	2,0	8,0
Banho acelerado com nitrato a 60°C						
Massa de fosfato (g/m ²)	5,26	11,23	5,36	11,56	4,91	13,42
Rugosidade superficial (m)	2,0	12,0	4,5	17,0	3,0	14,0
Tempo mínimo de fosfatização (min)	1,5	3,0	1,0	6,0	1,5	6,0

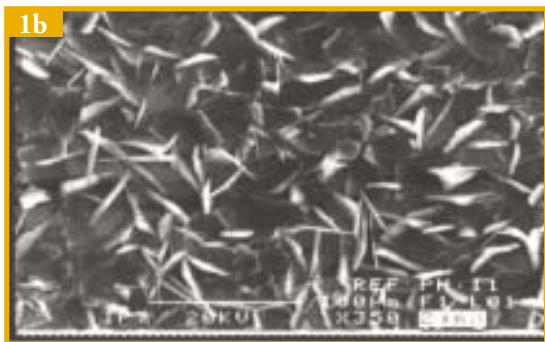


Figura 1 – Efeito da introdução do estágio de condicionamento no tamanho de cristais de fosfato sobre substratos de aço carbono laminado a frio (banho à base de fosfato de zinco acelerado com nitrato e nitrito). Na figura 1a, é mostrada a morfologia da camada de fosfato obtida sem o estágio de condicionamento e na figura 1b com o estágio de condicionamento (Aumento 350 x)

tículas de hureaulita cristalina os resultados são melhores. Tem-se ainda a influência do tamanho das partículas: quanto menor as partículas, maior é a capacidade de ativação. Na prática, utilizam-se suspensões com concentração entre 1,0 g/ℓ a 2,0 g/ℓ, com agitação contínua. A aplicação por aspersão também pode ser utilizada. Para melhorar as características de dispersão adicionam-se à suspensão pirofosfatos alcalinos (RAUSCH, 1990, p.89). Acredita-se que o fosfato de manganês se deposita mecanicamente sobre o substrato e age como núcleos para a formação da camada de fosfatos.

Cabe citar, novamente, que este estágio foi introduzido para conseguir uma diminuição do tamanho dos cristais de fosfato

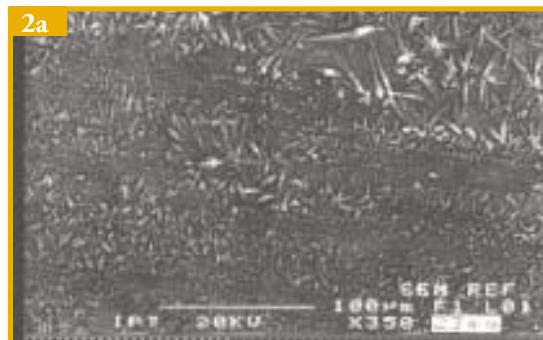


Figura 2 – Efeito da introdução do estágio de condicionamento no tamanho de cristais de fosfato em substratos de aço carbono laminado a frio (banho à base de fosfato de zinco acelerado com nitrato e nitrito). Na figura 2a, é mostrada a morfologia da camada de fosfato obtida sem o estágio de condicionamento e na figura 2b com o estágio de condicionamento (Aumento 350 x)

em substratos submetidos a um desengraxamento e/ou decapagem fortes. No entanto, nem sempre isto ocorre. Experiências mostraram (LEITE et al., 2000) que para uma superfície metálica altamente encruada, por exemplo devido a um tratamento mecânico de laminação, este estágio poderá determinar aumento do tamanho de cristais, fato que contradiz a própria denominação dada a este estágio, qual seja, **estágio de refinamento de grão**. Superfícies altamente encruadas apresentam muitos sítios ativos e, portanto, a camada de fosfato formada sobre elas apresentará granulação extremamente fina (caso não se adote um desengraxamento forte, nem uma decapagem forte e nem este estágio). Se, no entanto, for introduzido o

estágio de refinamento, a camada obtida apresentará cristais maiores, porém ainda bastante finos e muito uniformes. As figuras 1 e 2 ilustram este fato. Em ambos os casos, as camadas foram obtidas em processo contínuo a partir de um banho a base de fosfato de zinco acelerado com nitrato e nitrito. O pré-tratamento consistiu na imersão rápida em um desengraxamento alcalino fraco seguido de imersão em ácido muito diluído. Chapas de aço laminadas a frio foram utilizadas nos dois casos. Pode-se verificar que na ausência do estágio de condicionamento, a camada de fosfato apresenta cristais finíssimos. No caso da figura 2a, a camada não é uniforme devido a não-uniformidade do grau de deformação do substrato. Em

ambos os casos, as camadas obtidas, após a adição do estágio de condicionamento, são muito uniformes e apresentam cristais de fosfato ainda finos. Face ao exposto verifica-se que realmente a denominação **estágio de refinamento de grão** não é adequado.

Por outro lado, a denominação **estágio de ativação** pode trazer algum tipo de dúvida visto que esta mesma denominação é utilizada para um outro caso: quando o substrato a ser tratado não necessita de um estágio de decapagem, costuma-se mergulhar o substrato desengraxado em um banho de ácido diluído para neutralizar os possíveis resíduos provenientes do desengraxante. Em algumas empresas, o estágio de imersão em ácido diluído também é denominado de estágio de ativação. Isto porque a solução desengraxante determina a passivação do substrato de aço o que dificulta o início da formação dos cristais de fosfato. A imersão no ácido diluído despassiva o aço, portanto ativa o aço.

Assim sendo, o nome mais adequado para este estágio seria o de **condicionamento** pois nem sempre este estágio determina o refino de grão e não é o único que ativa a superfície, mas sempre tem a função de condicionar a superfície para que os cristais de fosfato sejam formados de maneira uniforme com granulação fina o suficiente.

Neutralização

Nos processos de fosfatização em que não se usa decapagem ácida, a probabilidade de aumento do pH do banho de fosfatização devido ao arraste de desengraxante alcalino é muito elevada. Este fato pode prejudicar a formação adequada de camadas fosfatizadas, principalmente nos casos em que o banho é à base de fosfatos de

metais alcalinos ou de amônio (lembre que estes banhos já operam com valores de pH relativamente elevados, de modo que qualquer arraste pode determinar aumento significativo do pH do banho). Além disso, o desengraxamento alcalino determina a passivação do aço o que dificulta o início da formação dos cristais de fosfato.

Por estas razões, é comum introduzir um estágio de neutralização após o desengraxamento e lavagem com água e antes da fosfatização. Esta lavagem consiste em imersão em uma solução acidificada com ácido fosfórico até pH 4,0 a 4,5 (HAMILTON, 1979). Uma sequência típica, para este caso, é a seguinte:

- desengraxante alcalino;
- lavagem com água;
- neutralização;
- fosfatização.

Na próxima edição, esta série de publicações terá continuidade com um artigo sobre pós-tratamento das camadas fosfatizadas.

Referências bibliográficas

- BIESTEK, T.; WEBER, J. 1976. *Electrolytic and chemical conversion coatings*. 1st ed. Wydawnictwa : Porteceilles. 432p.
- DEBNATH, N.C.; BHAR, G.N.; ROY, S. *The effects of grain refining chemicals on the morphology and corrosion resistance of zinc-phosphate coating on mild steel substrates*. JOCCA. n.12, p. 492-494, 1989.
- FREEMAN, D. B. 1988. *Phosphating and metal pre-treatment*. 1st ed. New York : Industrial Press, 229p.
- HAMILTON, A. J. *Iron phosphate spray systems. Plating and Surface Finishing*. v.66, n.8, p. 28-34, 1979.
- LEITE, E.; SILVA, S. A. B.; FERREIRA FILHO, A.; BONFIM, M. F.; OLIVEIRA, W.; PANOSIAN, Z.; ALMEIDA, L. A. B. *Otimização de produção de chapas fosfatizadas em processos contínuos para estampagem*. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE, 10. São Paulo, 2000, Anais... São Paulo : ABTS, 2000 (CD ROM).
- LORIN, G. 1974. *Phosphating of metals*. Great-Britain: Finishing Publications. 222p.
- METALS Handbook. 1987. 9 ed. Metals Park: ASM, 17v. v.5: *surface cleaning, finishing and coating*. p.439.
- RAUSCH, W. 1990. *The phosphating of metals*. 1st.ed. Great Britain : Redwood Press, 416p.
- TEGEHALL, P.-E. *Colloidal titanium phosphate, the chemical activator in surface conditioning before zinc phosphating*. Colloids and Surfaces, v. 42, p. 155-164, 1989.
- TEGEHALL, P.-E. *The mechanism of chemical activation with titanium phosphate colloids in the formation of zinc phosphate conversion coatings*. Colloids and Surfaces, v. 49, p. 373-383, 1990.

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

Corrosão e proteção catódica de tubulações enterradas e tanques em plantas industriais

A instalação de um sistema de proteção catódica é a única solução que garante proteção contra a corrosão das tubulações enterradas e tanques de armazenamento das plantas industriais



*Por Eng. Luiz
Paulo Gomes*

Por serem enterrados e de difícil inspeção visual, os fundos dos tanques e as tubulações enterradas existentes nas fábricas, plantas industriais, indústrias petroquímicas e terminais de armazenamento tendem a ser esquecidos pelos técnicos de operação e manutenção, que geralmente são surpreendidos quando os primeiros furos causados por corrosão começam a aparecer.

Estamos falando das tubulações enterradas de água de combate a incêndio, água de refrigeração, água potável, gás natural, ar comprimido, petróleo, derivados de petróleo e diversos produtos químicos e petroquímicos que existem em qualquer planta industrial.

Os problemas ocorrem, também, nos tanques de armazenamento enterrados ou com base apoiada, que apresentam problemas de corrosão no fundo (parte externa) ou nas superfícies internas do fundo e do costado, dependendo do produto armazenado.

O diagnóstico de corrosão dessas instalações pode ser feito com base na interpretação dos valores das resistividades elétricas e do pH do solo e na análise dos potenciais eletroquímicos tubo/solo e tanque/solo, que podem ser medidos em qualquer época, sem a necessidade de escavações e com a fábrica em operação.

O estudo permite verificar as condições de corrosão a que estão sujeitos os tanques e as tubulações e definir a necessidade da instalação de um sistema de pro-

teção catódica, que permite eliminar por completo a corrosão, sem interferir na operação normal da fábrica, mesmo que o processo corrosivo já esteja adiantado.

Corrosão pelo solo

O comportamento do solo como meio corrosivo em uma planta industrial é muito importante de ser estudado e depende de muitas variáveis, como: aeração, umidade, pH, presença de micro-organismos, condições climáticas, heterogeneidades, presença de bactérias redutoras de sulfato, presença de fertilizantes, despejos industriais e produtos químicos diversos.

Os problemas de corrosão pelo solo se agravam bastante devido à ocorrência de falhas nos revestimentos das tubulações enterradas e dos fundos dos tanques e, principalmente, devido ao par galvânico aço/cobre, causado pela presença da malha de aterramento elétrico da planta industrial, necessária para a segurança elétrica das instalações, mas extremamente prejudicial sob o ponto de vista da corrosão.

Em condições ainda mais adversas, as tubulações e os tanques de algumas plantas industriais podem, também, ser influenciados por correntes de fuga, oriundas de estradas de ferro eletrificadas, sistemas de proteção catódica existentes nas proximidades, máquinas de solda em operação e outras fontes de corrente contínua. Essas correntes de fuga destroem as instalações metálicas enterradas por corrosão eletrolí-

tica forçada, fazendo com que algumas delas comecem a furar antes mesmo da entrada em operação da planta.

Essa grande quantidade de variáveis faz com que o solo seja considerado um dos meios corrosivos mais complexos que existem, sendo praticamente impossível de se determinar com exatidão sua ação agressiva para os materiais metálicos nele enterrados, normalmente o aço carbono.

Os problemas de corrosão das instalações enterradas em uma planta industrial podem ser diagnosticados com boa precisão, mediante a determinação e análise das seguintes variáveis:

- resistividade elétrica do solo
- pH do solo
- valores dos potenciais das tubulações e tanques, medidos em relação ao próprio solo
- conhecimento das características de instalação dos tanques, das tubulações enterradas e das malhas de aterramento elétrico (comprimentos, diâmetros, tipo de revestimento e desenhos de instalação).

Influência das resistividades elétricas do solo

As resistividades elétricas do solo podem ser medidas por intermédio de um instrumento apropriado, pelo Método de Wenner ou Método dos Quatro Pinos, em todos os locais onde existem tanques de armazenamento ou tubulações metálicas enterradas.

Quanto mais baixas forem as resistividades elétricas medidas

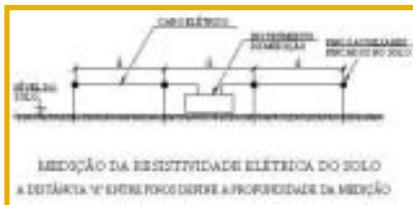


TABELA 1 – AGRESSIVIDADE DOS SOLOS EM FUNÇÃO DE SUA RESISTIVIDADE ELÉTRICA

Resistividade Elétrica	Agressividade
Até 10.000 $\Omega\text{.cm}$	Alta
10.000 a 50.000 $\Omega\text{.cm}$	Média
Acima de 50.000 $\Omega\text{.cm}$	Baixa

mais facilmente funcionarão as micro-pilhas e macro-pilhas de corrosão, sempre presentes nas superfícies enterradas do aço, devido à variação da composição química, presença de inclusões não-metálicas e tensões internas diferentes, causadas pelos processos de fabricação, conformação e soldagem dos tubos e tanques.

Podemos classificar a agressividade dos solos, sob o ponto de vista da resistividade elétrica medida, conforme a tabela 1.

Observações importantes

a. Alguns autores apresentam graus de agressividade diferentes, considerando, inclusive, que solos com resistividade elétrica superior a $10.000\Omega\text{.cm}$ não são agressivos. Nossa experiência mostra, entretanto, que os solos só podem ser considerados não agressivos quando apresentam resistividades elétricas bastante uniformes e bastante altas.

b. Mesmo em solos de muito alta resistividade elétrica, pode haver corrosão severa em tubulações metálicas enterradas, devido à ocorrência de outros fatores importantes, como, por exemplo, a presença de correntes de fuga e a existência dos pares bi-metálicos causados pelos sistemas de aterramento elétrico. Desse maneira, diagnósticos de ausência de corrosão não podem ser feitos apenas com os valores medidos das resistividades elétricas do solo.

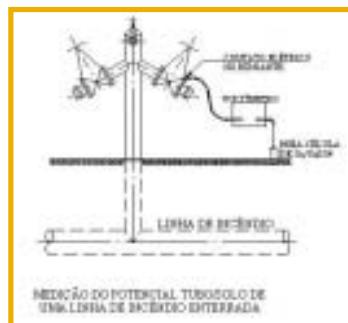
c. Em solos com resistividade elétrica variável, o que é comum de ocorrer, o grau de

corrosão é sempre mais acentuado, devido à presença das conhecidas macro-pilhas de corrosão ou pilhas de resistividade elétrica diferencial.

Influência dos potenciais tubo/solo e tanque/solo

Potenciais tubo/solo ou tanque/solo significam a diferença de potencial que existe entre uma tubulação enterrada ou um tanque de armazenamento e um eletrodo de referência em contato com o solo.

Essas medições são feitas usando-se instrumentos apro-



priados, normalmente voltímetros eletrônicos de alta sensibilidade e alta impedância, complementados por uma meia-célula ou eletrodo de referência de Cu/CuSO_4 .

Os valores dos potenciais tubo/solo e tanque/solo podem ser interpretados da seguinte maneira:

a. Valores da ordem de $-0,50\text{V}$ a $-0,60\text{V}$, fixos e sem flutuações, significam os potenciais naturais de corrosão do aço enterrado.

b. Valores da ordem de $-0,20\text{V}$, fixos e sem flutuações, significam o potencial natural do cobre enterrado, material

usado nos sistemas de aterramento elétrico.

c. Valores entre $-0,20\text{V}$ e $-0,50\text{V}$, muito comuns de ocorrer em plantas industriais, podem significar a presença de corrosão galvânica, causada pelo par galvânico aço/cobre, devido às ligações elétricas diretas (caso dos tanques, que são aterrados eletricamente mediante ligação direta com a malha de aterramento) ou indiretas (caso das tubulações, que são ligadas indiretamente à malha de aterramento, através dos motores das bombas e outros equipamentos elétricos aterrados ou através de ligações com os próprios tanques).

d. Valores iguais ou mais negativos que $-0,70\text{V}$ podem significar que os tanques ou as tubulações estão recebendo corrente de uma fonte externa de corrente contínua, que pode ser um sistema de proteção catódica ou um sistema de aterramento elétrico construído com anodos galvânicos de zinco, solução algumas vezes adotadas, especialmente em tanques, em substituição ao aterramento elétrico de cobre. Eletrodutos galvanizados enterrados, principalmente quando novos, costumam apresentar potenciais negativos dessa grandeza, devido à influência do zinco usado no processo de galvanização.

e. Potenciais flutuantes, com a ocorrência de valores positivos ou menos negativos que $-0,20\text{V}$, significam a ocorrência de correntes de fuga, com

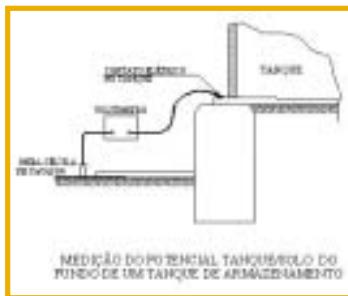
corrosão eletrolítica grave, forçada, causada pela influência de uma ou mais fontes externas de corrente contínua, como as já descritas anteriormente.

f. Potenciais iguais ou mais negativos que $-0,85V$ significam que as tubulações ou tanques que operam nessas condições estão protegidos catódicamente, e portanto livres de qualquer tipo de corrosão. Essa condição somente pode ser conseguida, mediante a instalação de um sistema de proteção catódica.

Influência do pH

As medições do pH podem ser feitas mediante análise em laboratório de amostras do solo colhidas em vários locais dentro da fábrica.

Os valores do pH do solo, quando comparados com os va-



lores dos potenciais dos tanques e das tubulações, nos permitem verificar se as instalações enterradas estão operando dentro da faixa de corrosão, de passividade ou de imunidade do conhecido Diagrama de Pourbaix (diagrama E-pH).

Embora seja válido para o ferro em meio aquoso, esse diagrama pode ser usado, na prática, por aproximação, para as instalações de aço enterradas.

Influência do revestimento

Muitos técnicos acreditam que os revestimentos usados nas tubulações e tanques enterrados ou que as camadas betuminosas

usadas nos fundos (parte externa) dos tanques de armazenamento são suficientes para proteger aquelas instalações contra a corrosão.

Os especialistas em corrosão sabem, entretanto, que essa crença é totalmente infundada, uma vez que os revestimentos externos aplicados nos tanques e tubulações enterrados possuem poros, falhas, absorvem umidade e envelhecem com o passar do tempo, permitindo o funcionamento das pilhas de corrosão.

Dessa maneira, todas as instalações enterradas, mesmo as bem revestidas, estão sujeitas à corrosão pelo solo e se corroem em pontos localizados, nas falhas e nos poros do revestimento, com maior ou menor intensidade, dependendo, como já vimos, das características do solo, dos valores dos potenciais tubo/solo e tanque/solo, da existência dos pares galvânicos aço/cobre (malhas de aterramento elétrico) e da ocorrência de correntes de fuga (corrosão eletrolítica).

Quanto melhor a qualidade do revestimento, entretanto, menores serão os problemas de corrosão e mais simples os sistemas de proteção catódica, que podem

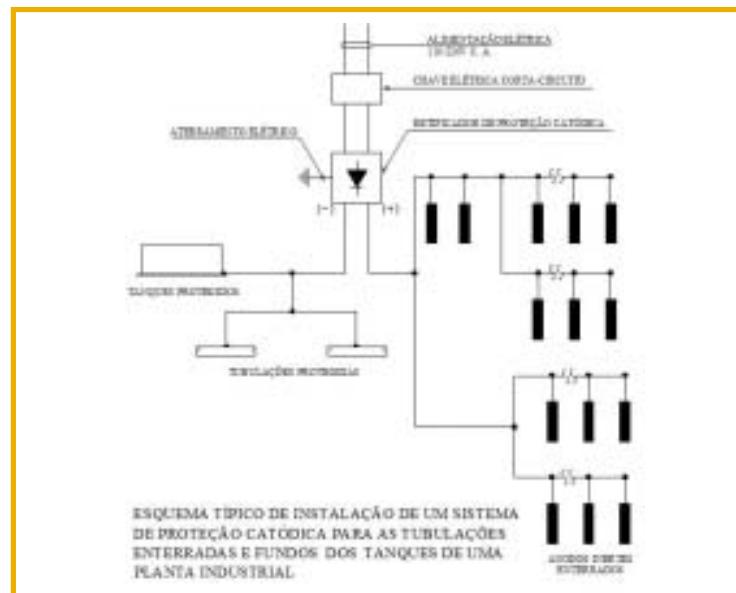
ser dimensionados, nesses casos, para densidades de correntes mais baixas.

Proteção catódica

Uma vez diagnosticada a ocorrência de corrosão nas tubulações enterradas e tanques de armazenamento recomenda-se sempre, qualquer que seja o tipo de corrosão (pelo solo, galvânica, por correntes de fuga ou todas ao mesmo tempo), a instalação de um sistema de proteção catódica.

A instalação do sistema de proteção catódica é a única solução capaz de eliminar os processos corrosivos das tubulações enterradas e tanques com baixo custo e total garantia.

O sistema de proteção catódica largamente utilizado em plantas industriais, por corrente impressa, consiste na instalação de um ou mais retificadores e anodos inertes de ferro, silício, cromo, distribuídos dentro da planta e enterrados na profundidade de até 3,0 metros. Os potenciais tubo/solo e tanque/solo, nessas condições, são mantidos com valores iguais ou mais negativos que $-0,85V$ ($Cu/CuSO_4$) e a corrosão é totalmente eliminada.



Exemplo prático real

Uma indústria petroquímica no Brasil estava com os fundos dos tanques, tubulações da rede de incêndio e rede de água de refrigeração apresentando furos frequentes, situação comum de ocorrer em plantas industriais, após alguns anos de operação.

As medições de campo que fizemos (resistividades elétricas, pH do solo e potenciais tubo/solo e tanque/solo), apresentaram os seguintes valores:

a. Resistividades elétricas do solo

As resistividades elétricas do solo, medidas em vinte pontos diferentes ao longo da fábrica, foram as seguintes:

- 20% dos pontos medidos eram inferiores a 10.000 $\Omega\text{.cm}$
- 80% dos pontos medidos estavam na faixa entre 10.000 $\Omega\text{.cm}$ e 100.000 $\Omega\text{.cm}$.

Comentário:

Esses valores mostraram que, sob o ponto de vista somente da resistividade elétrica, o solo da região apresentava agressividade variável, desde alta (valores abaixo de 10.000 $\Omega\text{.cm}$) a baixa (valores acima de 50.000 $\Omega\text{.cm}$), significando possibilidade de funcionamento de micro-pilhas e macro-pilhas de corrosão e ocorrência de ataque corrosivo variando de severo a moderado, justificando, por si só, os problemas de corrosão observados.

b. Potenciais tubo/solo e tanque/solo

Os potenciais tubo/solo e tanque/solo medidos apresentaram os seguintes valores:

- 60% dos pontos medidos apresentavam potenciais entre $-0,2\text{V}$ e $-0,5\text{V}$.
- 40% dos pontos medidos apresentavam potenciais entre $-0,5\text{V}$ e $-0,7\text{V}$.

Comentário:

Os valores entre $-0,2\text{V}$ e $-0,5\text{V}$ mostraram influência da malha de aterramento elétrico,

indicando a presença de corrosão galvânica, devido ao par aço/cobre, contribuindo para o agravamento da corrosão pelo solo.

Os valores entre $-0,5\text{V}$ e $-0,7\text{V}$ são os potenciais naturais de corrosão do aço enterrado, indicando a ocorrência de corrosão natural pelo solo.

A ausência de potenciais positivos e a ocorrência de potenciais fixos, sem flutuações, mostraram que as tubulações enterradas e tanques de armazenamento não estavam influenciados por qualquer tipo de corrosão por correntes de fuga.

c. pH do solo

As determinações do pH do solo, feitas em laboratório à partir de 10(dez) amostras colhidas na fábrica, apresentavam 100% dos valores com pH abaixo de 7, confirmado, mediante comparação com os potenciais medidos, que os fundos dos tanques e as tubulações enterradas estavam se corroendo, uma vez que operavam na faixa de corrosão do Diagrama Simplificado E-pH.

Solução adotada

Para eliminar os problemas de corrosão que estavam ocorrendo, recomendamos, projetamos e instalamos um sistema de proteção catódica por corrente impressa, que está operando com eficiência há muitos anos.

Os tanques e as tubulações operam agora com potenciais tanque/solo e tubo/solo da ordem de $-1,0\text{V}$ ($\text{Cu}/\text{Cu}/\text{SO}_4$) e os furos por corrosão foram totalmente eliminados.

Cumpre destacar que a instalação do sistema de proteção catódica evitou a troca de trechos e chapas corroídas das tubulações e tanques, exigindo apenas simples reparos das regiões perfuradas.

Inspeção de fundo de tanques de armazenamento

Os fundos e os costados dos

tanques de armazenamento com base apoiada podem ser 100% inspecionados, com segurança e baixo custo, pelo uso de equipamentos modernos de medição de espessura, disponibilizados no Brasil pela **Rosen**, que funcionam com tecnologia de fluxo magnético de alta resolução.

Esse tipo de inspeção permite localizar com exatidão os pontos corroídos das superfícies das chapas dos fundos e programar a substituição apenas das chapas mais corroídas, com considerável economia.

Recomendação

Para plantas industriais em construção ou já existentes, mesmo que os furos por corrosão ainda não tenham começado a aparecer, recomendamos adotar o procedimento seguinte:

- Providenciar a execução dos serviços de medições de campo, a análise dos valores medidos e o diagnóstico sobre a ocorrência de corrosão nas tubulações enterradas e tanques de armazenamento enterrados ou com base apoiada.
- Providenciar a instalação de um sistema de proteção catódica, com base nos resultados e recomendações do relatório de diagnóstico.
- Para tanques já existentes, providenciar a inspeção de seus fundos e costados com a tecnologia do fluxo magnético de alta resolução, para que se possa conhecer com precisão o estado de corrosão de todas superfícies inspecionadas, o que permite definir a necessidade ou não da execução de reparos, garantindo a segurança operacional do parque de armazenamento.

Luiz Paulo Gomes

Engenheiro de Equipamentos de Petróleo pela PETROBRAS e diretor da IEC - Instalações e Engenharia de Corrosão Ltda.

Contato: lpgoes@iecengenharia.com.br

Ajuste da espessura do revestimento de níquel em processo de niquelação

A importância do emprego de cálculos eletroquímicos para a obtenção da espessura almejada



Por Cleiton dos Santos Mattos



Rafael Guerreiro



Vinicius Dantas Cortez



Regina Nagamine

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-SP e da Secretaria de Desenvolvimento do Estado de São Paulo – SD.

Uma das empresas atendidas pelo PRUMO/TS em 2008 foi a Terrametal Galvanoplastia Ltda., localizada na Mooca, zona leste da cidade de São Paulo. O atendimento foi realizado pela modalidade “atendimento *in-loco*” do Edital 01/06 do SEBRAE (mais informações podem ser obtidas no site www.sebraesp.com.br). Atualmente, tais atendimentos têm 80% do valor subsidiado pelo SEBRAE e a MPE arca somente com uma contrapartida de 20% para ter seus problemas técnicos resolvidos. Os atendimentos também podem ser realizados às médias e grandes empresas.

Neste atendimento, a empresa, que atua no setor de niquelação rotativa e reveste peças, principalmente, para o setor eletro-metalmúrgico, possuía um problema comum nas galvanoplastias, que é a falta de parâmetros técnicos para aplicar espessuras adequadas de revestimentos, de tal forma que as peças resistam satisfatoriamente à corrosão quando expostas nos mais diversos ambientes.

Um dos clientes desta empresa exigia um valor mínimo de espessura de níquel de 7 µm em um tipo de mola de aço-carbono, e a empresa solicitou o auxílio do PRUMO/TS tanto para verificar quanto de espessura estava aplicando quanto para ajustar o processo para atingir o valor necessário.

As molas recebiam um revestimento inicial de cobre alcalino com a função de melhorar a aderência do níquel e, em seguida, recebiam o revestimento de níquel por um tempo de eletrodeposição de 1 h. Nos dias do atendimento, foram inicialmente medidas as espessuras de algumas destas peças pelo método de fluorescência de raios X, que possibilita medir a espessura de revestimentos metálicos inclusive em regiões muito pequenas, e o resultado médio obtido está apresentado na tabela 1.

Como pode ser observado, a espessura estava abaixo do valor exigido pelo cliente. Desta forma, a equipe do PRUMO/TS atuou para corrigir o problema. Primeiramente, foram verificados os parâmetros do banho:

- a corrente aplicada pelo retificador era de 188 A;
- a área de cada peça era de aproximadamente 32 cm²;
- a massa de cada peça era de aproximadamente 13,9036 g.

A empresa banhou 17 kg (17000 g) de peças no tambor rotativo. Desta forma, por cálculos simples de regra de três, verificou-se que havia aproximadamente 1223 peças, somando uma área total revestida de 39136 cm² (391,36 dm²).

Para atingir o valor de espessura exigido, a empresa poderia alterar dois parâmetros: aumentar o tempo de eletrodeposição ou aumentar a densidade de corrente. A alteração do tempo de eletrodeposição seria prejudicial, pois geralmente o cliente exige a conclusão do serviço em um curto período de tempo e, além disto, o aumento do número de horas custaria mais, apesar de que um aumento na densidade de corrente também custaria, mas no aumento do número de horas, a mão-de-obra, que é mais custosa, ficaria defasada para a realização de outros serviços. A alteração da densidade de corrente poderia ser realizada de duas maneiras: aumentando-se a corrente no retificador ou diminuindo a área total a ser revestida. A alteração de qualquer destes dois parâmetros também ocasionaria um aumento nos custos do serviço, afinal o valor de espessura exigido não era obtido no processo convencional, mas para a empresa era mais vantajoso alterar a área a ser revestida, pois possuía quatro banhos e às vezes um deles ficava sem operar. A corrente não poderia ser aumentada, porque o retificador não permitia.

Como a corrente (I) aplicada era aproximadamente 188 A e a área total das peças revestidas (A), aproximadamente 391,36 dm², a densidade de corrente (dc) utilizada para a obtenção dos valores de espessura apresentados na tabela 1 foi de aproximadamente 0,5 A/dm², já que $dc = I/A$. Geralmente, as densidades de corrente utilizadas em banhos de níquel variam de 1,5 A/dm² a 5 A/dm², sendo assim, o valor estava baixo. Nos tambores rotativos, geralmente as empresas

TABELA 1 – RESULTADO MÉDIO DE ESPESSURA DO REVESTIMENTO DE NÍQUEL, PARA CINCO PEÇAS

Peça	Tempo de eletrodeposição	Espessura média de Ni	Valor de referência
Mola	60 min	4,50 μm	Mínimo 7 μm

colocam muitas peças pequenas, somando uma área total muito elevada, fazendo com que a densidade de corrente seja baixa.

Para atingir o valor de espessura exigido pelo cliente, dois tipos de cálculos poderiam ser aplicados: os simplificados, partindo dos valores diretos de espessura obtidos na tabela 1 e os teóricos, que permitem calcular os valores desejados de qualquer parâmetro.

Para a aplicação dos cálculos simplificados, seria necessário ter um medidor de espessura que, na maioria dos casos, é inviável para empresas de pequeno porte. De qualquer forma, como as medidas foram realizadas pelo PRUMO/TS, tais cálculos foram aplicados por meio de regra de três simples e os resultados estão mencionados a seguir, primeiramente alterando-se a área e posteriormente alterando-se o tempo de eletrodeposição (apesar de ser mais vantajoso para a empresa alterar a área):

- para obter 4,50 μm de espessura de níquel utilizou-se uma área de 391,36 dm^2 de peças e para atingir 7 μm seria necessária uma área de 251,59 dm^2 , visto que estas grandezas são inversamente proporcionais, pois é preciso diminuir a área para aumentar a espessura, desde que sejam mantidos os outros parâmetros. Isto representaria cerca de 786 peças ou cerca de 10,9 kg.
- para obter 4,50 μm de espessura de níquel foi necessária 1 h de eletrodeposição, portanto, para obter 7 μm , seria necessária 1,56 h, ou seja, aproximadamente, 1 h e 33 min, desde que fossem mantidos os outros parâmetros.

Já os cálculos teóricos são baseados na Lei de Faraday, conforme literatura (BUZZONI, 1991), e uma vez a empresa os conhecendo, passa a ter um controle maior de seu processo, pois, por exemplo, é possível estimar qual o tempo de eletrodeposição necessário para atingir um determinado valor de espessura ou qual a espessura será obtida utilizando valores de corrente e área determinados etc.

Tais cálculos foram aplicados a seguir, considerando-se os parâmetros utilizados pela empresa. Primeiramente, calculou-se qual seria a espessura se a eficiência de corrente fosse 100%. A eficiência de corrente é a porcentagem da corrente total que é utilizada na deposição. Durante o processo, espera-se que toda a corrente aplicada seja utilizada para a eletrodeposição do material de interesse, mas sempre uma fração é perdida. Num processo de deposição, a eficiência de corrente é função da quantidade de hidrogênio gerada, sendo esta, função direta do metal a ser depositado, do tipo de banho (ácido ou alcalino) e da natureza dos aditivos. Num banho de níquel, esta eficiência de corrente, normalmente, é superior a 90% (PANOSSIAN, 1996):

Cálculo da massa do depósito (M):

$$M = \frac{I \cdot t \cdot m}{C \cdot n}$$

sendo:

M = massa do depósito, em gramas (g), em um total de 17 kg de peças com área total de 39136 cm^2 ;

I = corrente, em ampère (A);

t = tempo de eletrodeposição, em segundos (s);

m = massa atômica do metal a ser depositado, em gramas (g);

n = número de elétrons na reação;

F = constante de Faraday = 96500 Coulomb

Para os dados utilizados pela empresa, que foram:

I = 188 A;

t = 60 min = 3600 s;

$m_{\text{Níquel}} = 58,7$ g;

$n = 2$ ($\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$),

o valor da massa do depósito seria:

$$M = \frac{188 \cdot 3600 \cdot 58,7}{96500 \cdot 2}$$

$$M = 205,85 \text{ g}$$

A massa de níquel para uma única peça (x), considerando 100% de eficiência de corrente, pode ser estabelecida pela regra de três a seguir, partindo da massa total do depósito:

$$\begin{aligned} 205,85 \text{ g} & - 39136 \text{ cm}^2 \\ x & - 32 \text{ cm}^2 \\ x & = 0,1683 \text{ g} \end{aligned}$$

Cálculo da espessura (e):

$$e = \frac{M \cdot 10000}{A \cdot d}$$

sendo:

e = espessura em micrometros (μm);

M = massa do depósito, em gramas (g);

A = área da superfície a ser revestida, em centímetros quadrados (cm^2);

d = densidade do metal depositado, em gramas por centímetro cúbico (g/cm^3).

Para os dados utilizados pela

empresa, que foram:

$$M = 205,85 \text{ g};$$

$$A = 39136 \text{ cm}^2;$$

$$d_{\text{Níquel}} = 8,908 \text{ g/cm}^3$$

o valor da espessura com 100% de eficiência de corrente seria:

$$e = \frac{205,85 \cdot 10000}{39136 \cdot 8,908}$$

$$e = 5,90 \text{ } \mu\text{m}$$

Ou seja, usando-se os parâmetros da empresa, a espessura de níquel para 100% de eficiência de corrente seria 5,90 μm e não os 4,50 μm obtidos. Isto demonstra que a eficiência de corrente neste banho rotativo não era de 100%, aliás, nos processos de galvanoplastia, nunca é 100%, pois sempre há uma perda de corrente.

Para determinar a eficiência de corrente, é preciso comparar a massa real do depósito com a massa teórica, para 100% de eficiência de corrente, conforme já foi calculada. A massa de níquel depositada em cada peça foi medida em balança analítica e teve um valor médio de 0,1537 g, após a medição das mesmas cinco peças mencionadas na tabela 1. Mediú-se primeiramente as peças apenas cobreadas (obtendo um valor médio de 13,9036 g por peça) e, posteriormente, as peças após o revestimento de níquel (obtendo um valor médio de 14,0573 g por peça). A subtração deste último valor pelo primeiro determinou a massa real de níquel depositada.

Como o valor médio da massa de níquel para uma única peça, considerando 100% de eficiência de corrente, foi de 0,1683 g, a eficiência de corrente (y) pode ser determinada por regra de três, conforme segue:

$$\begin{array}{rcl} 0,1683 \text{ g} & - & 100\% \\ 0,1537 \text{ g} & - & y \\ y & = & 91\% \end{array}$$

Como a corrente aplicada pelo retificador era de aproximadamente 188 A, considerando 100% de eficiência, isto representa que foram realmente utilizados cerca de 171 A na eletrodeposição (91% de eficiência). A eficiência de corrente pode variar com a temperatura do banho, com o pH, com a quantidade de cloreto, com a concentração de níquel e com a densidade de corrente (PANOSIAN, 1996).

A perda de corrente no processo rotativo pode provir de diversos fatores, como, por exemplo, cabos de contato elétrico danificados ou oxidados ou feitos de material não adequado, garras de contato danificadas, sujas ou oxidadas, retificador não calibrado etc. Mas este valor obtido está de acordo com o valor mencionado pela literatura (PANOSIAN, 1996) para o banho de níquel, que geralmente é acima de 90%.

Como, para a empresa, era melhor alterar a densidade de corrente, para atingir o valor de espessura exigido, diminuindo a área a ser revestida, foram realizados os cálculos para estabelecer qual seria a área ideal para obter o valor de espessura especificado, considerando a eficiência de corrente de 91% e usando o tempo de eletrodeposição de 1 h.

Parâmetros para o cálculo da massa do depósito:

$$I = 171 \text{ A};$$

$$t = 3600 \text{ s};$$

$$m_{\text{Níquel}} = 58,7 \text{ g};$$

$$n = 2$$

Portanto, o valor da massa do depósito é:

$$M = \frac{171 \cdot 3600 \cdot 58,7}{96500 \cdot 2}$$

$$M = 187,23 \text{ g}$$

Parâmetros para o cálculo da

área, para se obter 7 μm de espessura de níquel:

$$e = 7 \mu\text{m};$$

$$M = 187,23 \text{ g};$$

$$d_{\text{Níquel}} = 8,908 \text{ g/cm}^3$$

Portanto, o valor da área a ser revestida é:

$$7 = \frac{187,23 \cdot 10000}{A \cdot 8,908}$$

$$A = 30026 \text{ cm}^2 = 300,26 \text{ dm}^2$$

Dessa forma, seria necessária uma área de aproximadamente 300,26 dm^2 para obter uma espessura de 7 μm . Esta área corresponderia a um total de aproximadamente 938 peças ou cerca de 13,0 kg de molas a ser colocadas no tambor rotativo.

A diferença dos resultados feitos com os cálculos teóricos, para os resultados feitos com os cálculos simplificados, está no fato da espessura não ser uniforme em todas as regiões da peça, o que pode causar erro nos cálculos simplificados. Como os cálculos teóricos foram realizados considerando a massa de níquel depositada, recomenda-se segui-los para obter a espessura especificada. Mas logicamente que as contas possuem aproximações que podem causar um certo erro.

É importante mencionar que os resultados obtidos correspondem às condições de operação no momento do atendimento. Qualquer alteração, na concentração dos sais, na temperatura, no pH, na quantidade de aditivos, na corrente, no tempo de eletrodeposição ou na área de peças a serem revestidas, pode alterar os resultados.

Após estes cálculos, uma carga de 13,0 kg de molas foi revestida, em um tambor rotativo, por 1 h, mantendo cerca de 188 A de corrente no retificador, e a espessura média de

TABELA 2 – RESULTADO DE ESPESSURA DO REVESTIMENTO DE NÍQUEL, APÓS CORREÇÃO DO PROCESSO

Peça	Tempo de eletrodeposição	Espessura média de Ni	Valor de referência
Mola	60 min	6,92 µm	Mínimo 7 µm

níquel foi medida. O resultado está apresentado na tabela 2.

Como pode ser observado, se for considerado somente um algarismo significativo, o valor obtido passa a ser 7 µm, o que atende ao valor exigido pelo cliente. Isto demonstra a eficiência dos cálculos empregados e a importância de aplicá-los, para ter um maior controle do processo. Tais cálculos são uma receita para as empresas de galvanoplastia e permitem calcular qualquer parâmetro.

É ideal aplicar espessuras que promovam uma resistência à corrosão satisfatória e para o revestimento de níquel, a norma ISO 1458:2002 pode ser utilizada para orientação, pois trata sobre os valores mínimos exigidos para a espessura de níquel brilhante (Ni b), ou níquel semi-brilhante (Ni p),

ou níquel fosco (Ni s), ou níquel duplex/triplex (Ni d), para diferentes condições de serviço, sobre peças de ferro ou aço. A tabela 3 apresenta estes valores.

O revestimento aplicado pela empresa era o de níquel brilhante e comparando os resultados obtidos de espessura, mostrados nas tabelas 1 e 2, com os valores da norma, mostrados na tabela 3, nota-se que as peças não atendiam nenhuma condição de serviço. Esta norma é geral e não é específica para o setor, mas serve como norteadora para se obter peças com qualidade satisfatória. No caso da mola, recomendou-se atender o valor de espessura especificado pelo cliente, mas se recomendou entrar em contato com o cliente para que tenha ciência da mesma, ajustando o valor se

necessário e, para as demais peças, recomendou-se adotar tais valores de referência.

O sr. Luis Bonatti, proprietário da Terrametal, informou que este projeto proporcionou grande contribuição à empresa, pois, além de promover um melhor controle do processo de niquelação e aumentar o conhecimento técnico dos envolvidos, fez atender prontamente a exigência do cliente e contribuiu para a conquista de novos clientes. A empresa ficou satisfeita com a atuação da equipe e informou que a chamará novamente caso tenha outro problema técnico.

TABELA 3 – ESPESSURA MÍNIMA DOS REVESTIMENTOS DE NÍQUEL SOBRE PEÇAS DE FERRO OU AÇO, ESTABELECIDA PELA NORMA ISO 1458:2002

Condição de serviço*	Espessura do revestimento de níquel (µm)	Tipo do revestimento de níquel
3	30	b
	30	p
	30	s
	25	d
2	20	b
	20	p
	20	s
	15	d
1	10	b
	10	s

* A descrição das condições de serviço é:

- condição 3 (severa): para peças expostas externamente, em ambientes úmidos onde possam ocorrer chuvas ocasionais ou frequentes;
- condição 2 (moderada): para peças expostas internamente, em ambientes onde possam ocorrer condensação;
- condição 1 (amena): para peças expostas internamente, em ambientes quentes e secos.

Cleiton dos Santos Mattos: Coordenador e executor de atendimentos tecnológicos às empresas do setor de Tratamento de Superfície pelo PRUMO – **Rafael Guerreiro:** Executor de atendimentos tecnológicos pelo PRUMO – **Vinícius Dantas Cortez:** Executor de atendimentos tecnológicos pelo PRUMO – **Regina Nagamine:** Coordenadora do setor de Tratamento de Superfície do PRUMO – **Vicente N. G. Mazzarella:** Coordenador do PRUMO – **Zebbour Panossian:** Responsável pelo Lab. de Corrosão e Proteção do IPT

Contato:

Site:

www.apt.br/atividades/politicasPublicas/prumo

PRUMO/TS – Tel: (11) 3767 4807

E-mail: prumots@ipt.br

*Rogério Yuri Tsukamoto*

Vida e morte em *empresas familiares*

Os problemas ocorrem porque o fundador acha desnecessária a processo preparatório para sua sucessão. Não importa o tamanho da empresa: o problema ocorre numa fazenda, num posto de gasolina, ou numa grande indústria

Os chineses têm um provérbio especial para explicar a morte de empresas particulares: "Pai rico, filho nobre e neto pobre". Aplica-se esta verdade em todo mundo. No Brasil, a revista EXAME fez um levantamento que apontou que de cada 100 fortunas atuais, apenas 18 são herdadas; em outros países, estudos mostram que dois terços das empresas morrem na passagem da geração: fundadas 100 empresas, na segunda geração restam 33 e, na terceira, 11. No Brasil, esses índices são 100, 33, 5, porque depois dos filhos a empresa passa a ser dirigida por um consórcio de primos e os parentes destes e a unidade desmorna...

A chave para entender uma empresa familiar é a indissolubilidade de vínculos entre os participantes; os empreendimentos precisam continuar. Quando digo que dois terços das empresas desaparecem, significa que quebram ou são vendidas, na troca de gerações, por não ter havido um acerto prévio. Digo que são os conflitos familiares, e não o mercado, que barram o desenvolvimento destas empresas.

E quando começam a surgir os problemas? Quando se perde a maturidade familiar, pois, nessa hora, a maturidade administrativa costuma desaparecer e, em consequência, a empresa quebra ou é vendida. Por isso, é

importante que os sucessores estejam bem preparados para continuar os negócios do pai e os pais, para passar a empresa aos filhos.

E os problemas, em geral, ocorrem porque o fundador acha desnecessário esse processo, não se importa com o assunto. Não importa o tamanho da empresa: o problema tanto ocorre numa fazenda, num posto de gasolina, ou numa grande indústria.

O problema tem peso diferente, conforme a área de atuação: numa indústria, morrendo o fundador, ela pode continuar porque tem um produto a vender; no comércio, deve-se começar o preparo do sucessor um pouco antes, porque precisa aprender as técnicas de bem comprar para melhor vender; nas empresas de serviços, sendo o produto o próprio serviço, o processo é mais difícil, requer mais tempo para ser ensinado.

O empreendedorismo, no Brasil, é determinado pela necessidade. Na primeira fase, toda a família dedica-se à empresa, visa-se o sucesso para garantir o sustento. A segunda geração, com conforto e educação garantidos, vai preocupar-se com segurança financeira, mas, como recebe as coisas com maior facilidade, têm os filhos menos motivação para se tornarem empreendedores, menos estímulos para criar novos empreendimentos. E se os herdeiros não tiverem vocação ou interesse em herdar a empresa? Neste caso, existem duas linhas de raciocínio: tratar a sucessão familiar como sucessão de ativos, isto é, como passar a casa, a empresa, etc. para os filhos. Sigo uma corrente diferente, não tradicional, que é a do enfoque empreendedor. O que significa isto: ensinar aos sucessores que liderança, comunicação, relacionamento, visão estratégica, conhecimento dos negócios da família são fundamentais, quer participem diretamente da empresa ou não. Ainda que a pessoa trabalhe em outra empresa, provavelmente será sócia da empresa da família e precisará ser um sucessor esclarecido.

Assim, a formação volta-se a ensinar o espírito empreendedor e a base sobre a qual se constroem os negócios, que é a existência do binômio risco-retorno. Quer dizer, quanto maior o risco, maior o retorno. Seu objetivo não deve ser a sucessão da riqueza recebida, porém o uso desses ativos para criar novas riquezas. Mas quero deixar um lembrete: profissionalizar não é tirar a família da empresa, mas sim alcançar uma maturidade familiar que possibilite a maturidade administrativa.

Rogério Yuri Tsukamoto

Professor da Faculdade de Administração da Fundação Getúlio Vargas e consultor da Associação Comercial de São Paulo. Presidente e sócio das empresas Gestare e PRYT International.

Contato:

Empresas associadas à ABRACO

A ABRACO espera estreitar ainda mais as parcerias com as empresas, para que os avanços tecnológicos e o estudo da corrosão sejam compartilhados com a comunidade técnico-empresarial do setor. Traga também sua empresa para nosso quadro de associadas.

ADVANCE TINTAS E VERNIZES LTDA.

www.advancetintas.com.br

AKZO NOBEL LTDA - DIVISÃO COATINGS

www.international-pe.com/pc/

ALCLARE REVEST. E PINTURAS LTDA.

www.alclare.com.br

BIESOLD INTRAGÁS DO BRASIL LTDA.

www.biesold.com

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 LOGÍSTICA E SERVIÇOS LTDA.

www.cikel.com.br

COMÉRCIO E INDÚSTRIA REFILET 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

DOERKEN DO BRASIL ANTI-CORROSIVOS LTDA.

www.doerken-mks.de

DUROTEC INDUSTRIAL LTDA.

www.durotec.com.br

EBAK MANUT. PINT. E JAT. INDUSTRIAL LTDA.

ebak@terra.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

GAIATEC 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 ENG^a DE CORROSÃO LTDA.

www.iceengenharia.com.br

IMPÉRIA ATACADISTA LTDA.

www.impercia.com.br

INSTITUTO PRESBITERIANO MACKENZIE

www.mackenzie.com.br

INTECH ENGENHARIA LTDA.

www.intech-engenharia.com.br

INT - INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA

www.int.gov.br

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

www.jotun.com

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

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 - CENPES

www.petrobras.com.br

PETROBRAS TRANSPORTES S/A - TRANSPETRO

www.transpetro.com.br

PINTURAS YPIRANGA

www.pinturasypiranga.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

RESINAR MATERIAIS COMPOSTOS

www.resinar.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 BOLÍVIA-BRASIL

www.tbg.com.br

TECNOFINK LTDA.

www.tecnofink.com

TEC-HIDRO IND. COM. E SERVIÇOS LTDA.

tec-hidro@tec-hidro.com.br

TECNO QUÍMICA S/A.

www.reflex.com.br

TRIEX - SISTEMAS, COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA.

www.triexsis.com.br

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

info@ttsbr.com.br

ULTRAJATO ANTICORROSÃO E PINT. INDUSTRIAS

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

WEG INDÚSTRIAS S/A - QUÍMICA

www.weg.com.br

W.O. ANTICORROSÃO E CONSTRUÇÕES LTDA.

www.woanticorrosao.com.br

ZECI PREVENÇÃO DE CORROSÃO LTDA.

www.zerust.com.br

INSTALAÇÕES AUTOMÁTICAS PARA PINTURA KTL



Desengraxe por imersão e túnel de pré-tratamento por spray



Estufa de cura de tinta
tipo contínua



Tanque de tinta KTL enclausurado



Sistema de recirculação de tinta

Inovação e Tecnologia

 **ELMACTRON**
Elétrica e Eletrônica Indústria e Comércio Ltda.



Rua Prof. João Cavalheiro Salem, 467
CEP 07243-580 - Bonsucesso - Guarulhos - SP
TEL: (011) 2480-3113 - FAX: (011) 2480-3169
E-mail: elmacon@terra.com.br

Aponte