

Corrosão & Proteção

ABRACOR

ISSN 0100-1485

Ciência e Tecnologia em Corrosão

ARORTE

Ano 12
Nº 57
Jun/Jul 2015

ENTREVISTA

*Aldo Cordeiro Dutra,
assessor especial da
presidência do INMETRO*

COTEQ 2015

NOVAS TECNOLOGIAS BENEFICIAM A INDÚSTRIA

Preparo de superfície SSP-11, SA 2,5 ou SA 3? Monti, a única ferramenta manual de "jato sem o uso de abrasivo"

montibrasil.com



O "jato" é executado por cerdas especiais que impactam na superfície na mesma velocidade que um abrasivo. Disponível para aço carbono ou inox. Por não fazer atrito sobre o metal, não existe geração de calor. Índices baixos de ruído e vibração garantem maior produtividade e conforto.



MÁQUINA INDUSTRIAL **MONTI** JATEAMENTO SEM ABRASIVO

Solicite hoje mesmo uma demonstração e se surpreenda com o resultado. Disponível máquinas pneumáticas à prova de explosão ou elétricas.

Conheça também o Oxifree polímero sem aderência e facilmente removível para proteger peças como flanges e válvulas contra a corrosão

OXIFREE METAL PROTECTION

PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO E CONTAMINAÇÃO



PROTEJA SEUS FLANGES E VÁLVULAS CONTRA A CORROSÃO POR ATÉ 30 ANOS

oxifree.com

 **tecnofink**

tecnofink.com

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



ISO
9001:2008
Certification

R. Santa Lúcia, 40 | Olhos D'Água Norte | Belo Horizonte | Minas Gerais | tecnofink@tecnofink.com | Tel: 31 2112-4000 | Fax: 31 2112-4012

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

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

Diretoria Executiva – Biênio 2015/2016

Presidente
Dra. Denise Souza de Freitas – INT

Vice-presidente
Eng. Laerce de Paula Nunes – IEC

Diretores

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

Conselho Científico

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

Conselho Editorial

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

Revisão Técnica

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

Redação e Publicidade

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



Diretores e Editores

João Conte – Denise B. Ribeiro Conte

Projeto Gráfico/Edição

Intacta Design – julio@intactadesign.com

Gráfica

Ar Fernandez

Edição nº 57 de Junho/Julho de 2015
ISSN 0100-1485

Circulação nacional – Distribuição gratuita

Esta edição será distribuída em agosto de 2015.

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



4

Editorial

Párabolas, quem diria, ainda atuais...

6

Entrevista

O DNA da corrosão no Brasil

9

Notícias do Mercado

10

COTEQ 2015

Novas tecnologias beneficiam a indústria

24

Cursos

Calendário 2015 – De Julho a Dezembro

34

Opinião

Um Brasil de progressos em meio à crise

Erik Penna

Artigos Técnicos

18

Corrosão de ímã permanente à base de Samário-Cobalto em meio aquoso

*Por Neusvaldo L. de Almeida
e Mauro Lúcio N. Luiz*

31

E se a relação de mistura de tintas bicomponentes não for obedecida?

Por Celso Gnecco

25

Identificação da carburização em tubos HP para avaliação não destrutiva ultrassônica

Por Ivan C. da Silva, Carla Beatriz F. do Carmo, Mateus Crusóe R. Rebello, Ygor Tadeu B. dos Santos, Gustavo da S. Pereira, Diego Henrique S. Zanini, Claudia Teresa T. Farias

Parábolas, quem diria, ainda atuais...

UM HOMEM ENCONTRA-SE EM MEIO A UM INCÊNDIO EM UM EDIFÍCIO. COM SÉRIAS DIFICULDADES para se desvencilhar da catastrófica situação, começam as tentativas para salvá-lo. Na primeira investida, seus amigos fazem de tudo para persuadi-lo a deixar o local pelas escadarias, mas ele recusa-se, argumentando que Deus o salvaria. Pela janela do prédio, um grupo de bombeiros tenta resgatá-lo com uma escada de longo alcance e, mais uma vez, ele nega o auxílio, reafirmando que Deus o salvaria. Com a aproximação do fogo, o homem decide subir ao topo do prédio e, logo, um helicóptero tenta o dramático resgate, mas novamente ele rechaça a ajuda, insistindo que Deus mesmo o salvaria. E quando o fogo toma conta do edifício, ele acaba sucumbindo em meio às chamas. Ao chegar ao céu, encontra Deus e imediatamente se queixa de que Ele, o todo poderoso, havia traído sua fé imaculada e o abandonara justamente quando ele mais precisava. Depois de ouvi-lo pacientemente, Deus, em sua infinita sabedoria, retrucou: Primeiramente, enviei seus amigos para lhe aconselhar a escapar pela escadaria do prédio e você se recusou. Sem perder a esperança, enviei um grupamento para resgatá-lo e mais uma vez negou meu amparo. Por fim, enviei um helicóptero e, mesmo assim, você desprezou a derradeira oportunidade que lhe ofereci...

“*Nem todas as pedras são de tropeço em nosso caminho, muitas servem para pavimentá-lo de oportunidades e nos dar maior segurança a cada passo*”

Esta parábola é a prova cabal de que essa técnica de narração transcende tempo e espaço e é capaz de nos entregar a mensagem certa na hora certa. Basta, para isso, que façamos um rápido exercício de imaginação e levantemos alguns dos véus que cobrem os múltiplos significados que ela abarca.

Atualmente, por exemplo, podemos lê-la como uma preciosa lição sobre nossa inércia diante das agruras do momento econômico em que estamos vivendo. Nem todas as pedras são de tropeço em

nosso caminho, muitas servem para pavimentá-lo de oportunidades e nos dar maior segurança a cada passo. É preciso identificá-las rapidamente e colocá-las em prática, deixando para trás conceitos arcaicos. A criatividade é o melhor meio para transpor nossos obstáculos.

Recentemente pode ser observado nas redes sociais um vídeo de um caminhão basculante articulado com duas caçambas lineares que funcionam em sequência, realizando a descarga com incrível eficiência, especialmente entulhos e similares, pela parte traseira do veículo. Vale a pena ver o show de tecnologia e pioneirismo (youtu.be/4UzID9P1yhU). Outra sensação do momento são os *food trucks* que têm se popularizado nas cidades com a oferta de alimentação, porém já existem inovações como os adaptados para banho e tosa de cães, para o atendimento em domicílio de cabeleireiros e manicures e para outras finalidades. Os serviços têm recebido a aprovação dos clientes pela comodidade, preço e qualidade.

É preciso quebrar os paradigmas enraizados dentro de nós, pois as inovações irão aflorar pela ação dos visionários.

Coteq 2015 – A matéria de capa apresenta uma retrospectiva sobre os principais fatos ocorridos na Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos – Coteq 2015.

A seção Entrevista traz revelações pioneiras do setor de corrosão relatadas por Aldo Cordeiro Dutra.

A corrosão de ímã permanente à base de Samário-Cobalto é explorada por Neusvaldo Lira de Almeida. Ivan Costa da Silva nos fala sobre a identificação da carburização em tubos HP.

E se a relação de mistura de tintas bicomponentes não for obedecida? Uma reflexão de Celso Gnecco.

Boa leitura!

Os editores

INTERCORR 2016

 **ABRACO**
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CORROSÃO

**Atlântico Búzios Convention & Resort
Búzios/RJ • 16 a 20 de maio**

**O maior evento internacional
de corrosão que acontece no Brasil!**



Eventos envolvidos

34º Congresso Brasileiro de Corrosão

20º Concurso de Fotografia de
Corrosão e Degradação de Materiais

34º Exposição de Tecnologias para
Prevenção e Controle da Corrosão

6th International Corrosion Meeting



Aldo Cordeiro
Dutra

O DNA da *corrosão* no Brasil

A história do desenvolvimento tecnológico no Brasil está intimamente ligada à de um pequeno grupo de pioneiros que difundiu a importância da prevenção, controle e combate à corrosão

A trajetória de Aldo Cordeiro Dutra no desenvolvimento dos estudos da prevenção, controle e combate à corrosão foi marcada pelo pioneirismo na formação da comunidade técnica do setor. Foi um dos membros do grupo que fundou a Associação Brasileira de Corrosão e assumiu sua presidência várias vezes. Graduado em engenharia mecânica em 1959, pela Escola Nacional de Engenharia, ingressou no curso de manutenção de equipamentos de refinarias de petróleo da Petrobras em 1960, dedicando-se, desde então, às atividades de inspeção e controle de corrosão em equipamentos. Atualmente, exerce o cargo de assessor especial da presidência do INMETRO.

Publicou cerca de cinquenta artigos em periódicos e foi co-autor do livro “Proteção Católica – Técnica de Combate à Corrosão”. Produziu mais de 300 relatórios técnicos sobre corrosão, proteção anticorrosiva, inspeção de equipamentos, e diversas pesquisas nessas áreas.

A **Revista Corrosão & Proteção** conversou com Dutra sobre alguns fragmentos da história do estudo da corrosão no Brasil, revelando o início da profissionalização do setor, suas atividades profissionais, os primeiros eventos que estimula-

ram a difusão dos avanços tecnológicos do setor da corrosão e as primeiras ações para a formação da estruturação associativa para a congregação de profissionais desse segmento.

Em relação às tecnologias de combate à corrosão, como o Brasil se encontra em nível internacional?

Aldo Dutra – *Tanto no campo da ciência como no da tecnologia, incluindo toda a área de proteção anticorrosiva, o Brasil está praticamente em pé de igualdade com os países desenvolvidos do restante do mundo. Vale a pena ressaltar que este desenvolvimento começou, de forma efetiva, com a implantação da indústria de petróleo no Brasil, particularmente após a criação e a entrada em operação da Petrobras.*

Como teve início o estudo da corrosão e de seus métodos de prevenção e controle no Brasil?

Aldo Dutra – *O estudo da corrosão surgiu no Brasil como necessidade da indústria do petróleo a partir da década de 50, quando o País passou a ter refinarias. A primeira delas foi uma de pequeno porte construída pelo Conselho Nacional do Petróleo – CNP, no entorno do ano de 1950, em Mataripe, na Bahia, região onde o petróleo foi descoberto no Brasil. Ela foi totalmente construída e operada por*

técnicos americanos e não temos registros de como a corrosão foi considerada por eles nesse período. Porém uma coisa é certa: havia a atividade de inspeção de equipamentos, a qual tem por objetivo avaliar sua integridade. Durante esse trabalho de suporte à manutenção dessas instalações, os americanos depararam-se com problemas de corrosão, já que esta é a principal causa de deterioração dos equipamentos.

Em que fase os engenheiros e técnicos nacionais passaram a assumir o controle no combate à corrosão?

Dutra – *Depois da refinaria de Mataripe, o CNP partiu para a construção de uma refinaria de maior porte, que foi a de Cubatão, no Estado de São Paulo. Era uma refinaria para processar 45 mil barris de petróleo por dia, inaugurada em 1954. Embora tenha sido construída e operada por técnicos americanos, ela começou a contar com apoio de técnicos nacionais ainda na década de 50, dentre os quais destacam-se os novos engenheiros de refinação formados pela Petrobras, em curso criado pelo idealista Antonio Seabra Moggi, ex-membro do CNP, o qual tinha sido transferido para a Petrobras. Tão logo esta unidade foi instalada, deu-se continuidade à formação*

de pessoal especializado para a nova indústria do petróleo no Brasil para atender à demanda da exploração, da produção e do refino do petróleo.

Em que fase a inspeção passou a ser considerada fator determinante para a prevenção e controle da corrosão?

Dutra – Primeiramente, a refinaria de Cubatão, hoje denominada Refinaria Presidente Bernardes – RPBC, passou a ter uma inspeção de forma mais estruturada e iniciou o treinamento de inspetores de equipamentos da própria unidade, a fim de que aprendessem com os americanos e formassem sua própria experiência. Pouco tempo depois, a Petrobras conseguiu trazer um americano, para colaborar no aprimoramento da organização da inspeção da refinaria. Foi o Mr. Tandy, um especialista que veio da refinaria de El Segundo, na Califórnia, Estados Unidos, que deu uma excelente contribuição ao órgão de inspeção da RPBC. Com isso, os nossos inspetores começaram a aprender também a lidar melhor com os problemas de corrosão e de outras causas de deterioração.

Quais foram as dificuldades encontradas pelos técnicos para a aplicação eficiente da inspeção?

Dutra – Com a formação de pessoal especializado, a operação, tanto na área de exploração e produção como no refino, caminhava bem, porém a atividade de manutenção era muito precária. Nessa época, a manutenção de uma forma geral era absolutamente incompatível com a complexidade de um amontoado de novos equipamentos não conhecidos do pessoal do ramo de manutenção no Brasil, tais como as torres de fracionamento, permu-



Da esquerda para a direita: Aldo Maestrelli, Aldo Dutra e General Iremar, redigindo a Ata de Fundação da ABRACO, no Hotel Glória.

tadores de calor, fornos de aquecimento, vasos de pressão e muitos outros, usados na exploração e produção de petróleo.

De que forma o senhor iniciou sua participação nos estudos da corrosão?

Dutra – Fui aluno do terceiro Curso de Manutenção de Equipamentos de Refinarias, em 1960, tendo depois sido incluído no quadro da RPBC, na Divisão de Inspeção de Equipamentos, como era meu desejo. Foi ali que, sob a firme orientação do engenheiro Albary Eckman Peniche, chefe da Divisão, realmente, iniciei minha capacitação técnica, aprendendo com os engenheiros de inspeção mais antigos e com os inspetores de equipamentos. No dia a dia, acompanhava a operação das unidades do processo sob minha responsabilidade de inspeção. E, nas paradas, acompanhava os inspetores mais experientes. Foi um período de extrema felicidade profissional. Fiquei ali até o dia 13 de maio de 1962, quando fui transferido para a Divisão de Inspeção de Equipamentos da refinaria Duque de Caxias – REDUC.

Quais ações foram introduzidas para o treinamento dos técnicos?

Dutra – O Dr. Moggi percebeu a grande dificuldade que a Petrobras estava passando, com elevado custo de manutenção e baixa eficiência e efetividade. Para solucionar esse problema, ele criou um novo curso de formação de pessoal para essa área, chamado Curso de Manutenção de Equipamentos de Refinarias que foi estruturado em articulação com o Instituto Tecnologia de Aeronáutica – ITA, em São José dos Campos, ocasião em que foi incluída, no curso, a cadeira de corrosão. Esse assunto ficou sob a responsabilidade do professor do ITA, Marco A. G. Cecchinni. O primeiro curso foi totalmente realizado no ITA no ano de 1958. Em 1959, o curso foi transferido para a refinaria Presidente Bernardes em Cubatão. Para a sua coordenação, foi contratado um especialista americano, o engenheiro Albert Francis Hollowell que, segundo fui informado, trazia uma experiência de cerca de vinte anos na refinaria de Delaware, nos Estados Unidos. Foi também um excelente professor na cadeira de ins-

peção de equipamentos. O professor Cecchini continuou ministrando essa matéria no mês de julho, ocasião de suas férias escolares no ITA. Com isso, ele se deslocava para Cubatão e cumpria muito bem sua missão, dando excelentes aulas de corrosão, acompanhando uma apostila cuidadosamente preparada por ele.

Os seminários e cursos mais avançados sobre a corrosão se deram a partir de que época?

Dutra – Em agosto de 1961, em minha plena atividade de inspeção de equipamentos, aconteceu no Rio de Janeiro o Primeiro Seminário do IBP cujo tema foi a corrosão. Aproximadamente no final de 1962, o Mr. Hollowell retornou para os Estados Unidos e o excelente professor de termodinâmica do nosso Curso de Manutenção, Candido Ribeiro Toledo, foi convidado e aceitou assumir a coordenação do curso a partir de 1963. Nessa condição, considerando que a REDUC já estava definitivamente em operação, ele decidiu transferir o Curso de Manutenção para o Rio de Janeiro, nas dependências da nova refinaria.

Quando o professor Vicente Gentil começou a difundir o estudo da corrosão?

Dutra – O professor Cecchini não tinha condições de vir ao Rio de Janeiro ministrar o curso de corrosão. Foi então que o professor Vicente Gentil entrou em cena. Com apoio de Cecchini, o professor Gentil preparou-se para sua nova missão da qual saiu-se muito bem, como se reconhece até hoje. Ele gostou muito da matéria e preparou também uma excelente apostila sobre o assunto, seguindo o exemplo dado por Cecchini.

De que forma foram estruturados os cursos sobre corrosão?

Dutra – Tomando conhecimento do assunto, Aldo Maestrelli, fun-

cionário da Indústria Brasileira de Pigmentos, uma empresa do setor de proteção anticorrosiva, procurou o professor Gentil e mostrou-lhe que os problemas da corrosão eram muito importantes e que transcendiam as fronteiras da Petrobras. Portanto, esse conhecimento deveria também ser levado aos profissionais dos demais setores industriais. Assim, estimulado pelo Maestrelli, Gentil apresentou o seu primeiro curso de corrosão, destinado ao público, aproximadamente em agosto de 1966. Ministrado à noite, o curso foi realizado na antiga Escola de Química da Praia Vermelha, no Rio de Janeiro.

O senhor participou desse primeiro curso?

Dutra – Quando tomei conhecimento desse curso, ele já havia ocorrido. Nessa época, eu estava na Divisão de Material do Departamento de Transporte da Petrobras (DETRAN), chefiando o Setor de Assistência Técnica, com a missão de implantar a atividade de inspeção de equipamentos nos terminais e oleodutos, subordinados ao novo departamento. Fiquei atento para não perder o próximo curso que não deveria demorar, pois o sucesso do primeiro tinha sido muito promissor. O segundo curso aconteceu em dezembro de 1966 na Escola de Química da Praia Vermelha. Inscrevi-me no curso, pois precisava atualizar conhecimentos e aprender um pouco mais sobre a corrosão. O curso foi realmente muito bom, especialmente com a inigualável didática do professor Gentil e a qualidade de sua apostila que foi distribuída a todos. Além dele, outros professores deram aulas, especialmente o professor Walter Mannheimer, da COPPE/UFRJ, cujo tema foi a corrosão sob tensão fraturante. As outras aulas foram voltadas principalmente para a proteção anticorrosiva por meio de revestimentos.

Qual foi a repercussão desses primeiros cursos?

Dutra – No último dia de aula, com a platéia cheia, o entusiasmado aluno general Iremar de Figueiredo Ferreira Pinto, aposentado e colaborador de comissões técnicas do IBP, fez um desabafo: “Professor Gentil, o Senhor terminou o curso, tivemos tanta coisa boa e agora vamos embora e nada mais acontece? É assim mesmo?” Não deixei o momento passar e tomei a palavra para sugerir a criação, no Brasil, de uma associação nos moldes da National Association of Corrosion Engineers – NACE, dos Estados Unidos, da qual eu era associado desde 1961. A ideia foi bem aceita e tratamos de levar o assunto a sério e passamos a trabalhar para fundar a nossa associação. Foi assim que, abrigado no IBP, criamos uma comissão com esse objetivo, da qual participava o professor Gentil, o Aldo Maestrelli, o general Iremar e eu. Depois, na Comissão de Inspeção de Equipamentos do IBP, da qual sou membro até hoje, propus a realização do V Seminário do IBP cujo tema proposto foi novamente a corrosão, repetindo o tema do seu primeiro seminário.

Qual foi a semente que deu origem à ABRACO?

Dutra – Durante o V Seminário do IBP, realizado de 14 a 18/10/1968, no Centro de Convenções do Hotel Glória, no Rio de Janeiro, o IBP fez, pela primeira vez, uma exposição empresarial associada aos seus eventos. Foi uma proposta minha como Coordenador da Comissão Organizadora do Seminário. Nesse evento, lançamos a proposta de criação da Associação Brasileira de Corrosão – ABRACO, aprovada por aclamação na reunião de encerramento do Seminário, no dia 18/10/1968. Foi essa a origem da ABRACO.

Monitoramento de Corrosão

SpotOn LR+U é uma ferramenta de monitoramento que permite, entre outras ações, um acompanhamento muito preciso da espessura de tubulações: verificações frequentes da taxa de corrosão interna, identificando ameaças à corrosão interna/externa e à erosão a vários metros de distância, a partir da posição da sonda e monitoramento remoto de ativos importantes.

Produzido pela A3 Monitoring, o sistema combina os benefícios de spotOn U e LR. SpotOn U fornece medições frequentes e altas espessuras de tubos de precisão, enquanto SpotOn LR utiliza uma solução patenteada de monitoramento inovadora para facilitar a identificação, a distância, de corrosão/erosão.

Esta solução pode ser aplicada em tubulações descobertas, isoladas, subterrâneas e subaquáticas.

Para mais informações: www.a3monitoring.com.



AkzoNobel lança o Interseal® 1509

A unidade de negócios Protective Coatings da AkzoNobel, uma das empresas líderes mundiais em revestimentos de proteção industrial com a marca International®, lança para a América do Sul mais uma novidade para os fabricantes de estruturas metálicas: o Interseal® 1509. Trata-se de um epóxi *primer/acabamento* com pigmentação anticorrosiva de fosfato de zinco, que possibilita alta espessura e boa resistência mecânica, conferindo-lhe excelente propriedade de retenção em arestas, quinas e cantos vivos, além de uma melhor resistência na movimentação de peças.

O produto foi desenvolvido como um sistema de demão única, que oferece proteção anticorrosiva ao aço estrutural em ambientes nos quais a aparência estética é importante, como áreas secas internas ou ambientes externos com corrosividade até C3 (considerado um grau médio de corrosividade), de acordo com a Norma ISO12944.

“Por conta da composição do Interseal® 1509 que apresenta cura em até duas horas, o produto possibilita a aplicação de demãos em um único dia e a fácil aplicação com diversos métodos, contribuimos para aumentar a produtividade de nossos clientes e agregar ainda mais qualidade aos seus produtos”, afirma Nigel Atkinson, Diretor Regional Protective Coatings América do Sul.

Para mais informações: sam.pcmarketing@akzonobel.com.

Consultoria e auditoria para empresas de todos os portes

A Verdus é uma empresa brasileira de consultoria e auditoria associada à rede Integra International, a qual possui mais de 120 coligadas, presentes em 68 países. No mercado desde 2008, possui escritórios em cinco cidades – São Paulo, Rio de Janeiro, São José dos Campos, Ribeirão Preto, São José do Rio Preto e atende, principalmente, empresas de médio e pequeno porte.

O BPO (*Business Process Outsourcing*) ou Terceirização de Processos de Negócios é uma solução cada vez mais presente em empresas de todos os portes e segmentos no Brasil e no mundo.

Com profissionais altamente qualificados oferece uma ampla linha de serviços e soluções integradas nas áreas de Gestão Empresarial, BPO (*Outsourcing*), Auditoria, Impostos, e garante a seus clientes a credibilidade desejada, além de uma ótima relação custo-benefício.

Mais informações: www.verdus.com.br.



Novas *tecnologias* beneficiam a indústria

O rápido avanço da tecnologia de equipamentos pôde ser comprovado nos quatro dias de exposições e debates que iluminaram intensamente uma plateia exigente de profissionais e empreendedores do setor

A Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos – COTEQ 2015 foi marcada pela apresentação de novas tecnologias. O evento que ocorreu entre os dias 15 e 18 de junho em Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, congregou o XXXIII CONAEND – Congresso Nacional de Ensaaios Não Destrutivos e Inspeção, o 35° CONBRASCORR – Congresso Brasileiro de Corrosão, o 35° SEMINSP – Seminário de Inspeção de Equipamentos, a 19ª IEV – *Conferencia Internacional sobre Evaluación de Integridad y Extensión de Vida de Equipos Industriales* e a 9ª EXPOEQUIP – Exposição de Tecnologia de Equipamentos para Corrosão & Pintura, END e Inspeção de Equipamentos.

Considerado o principal meio de divulgação no Brasil de novas tecnologias de ensaios não destrutivos, técnicas anticorrosivas, pinturas, avaliação de integridade estrutural e seus resultados, a COTEQ 2015 contou com 722 participantes, dez eventos paralelos, 41 expositores e dez patrocinadores, reunindo engenheiros, técnicos, consultores, pesquisadores e acadêmicos dessas áreas em um evento realmente memorável.

Os temas técnicos apresentados e debatidos traduziram os principais avanços tecnológicos do setor. Os congressistas tiveram a oportunidade de assistir explicações muito bem fundamentadas sobre os mais variados assuntos que permeiam a prevenção, o controle e o combate à corrosão.

A exposição empresarial trouxe as inovações do mercado com produtos e serviços de última geração, mostrando que o setor continua em plena evolução tecnológica. Como sempre, o evento possibilitou também o agradável reencontro de antigos parceiros e estimulou o intercâmbio com novos membros da comunidade técnico-empresarial do setor.

O evento foi também o palco da entrega do primeiro Prêmio Eduardo Campos para o melhor trabalho técnico advindo de instituições pernambucanas de ensino. A escolha do nome da premiação foi uma homenagem ao economista e político brasileiro Eduardo Henrique Accioly Campos, que governou o Estado de Pernambuco por dois mandatos. Durante seu governo, Eduardo apoiou com firmeza a realização da COTEQ e foi um grande entusiasta da evolução das Inspeções e dos Ensaaios Não Destrutivos no Brasil. O prêmio foi entregue por João Campos, estudante de engenharia da Universidade Federal de Pernambuco, filho de Eduardo Campos.

A presidente da Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO), Denise Souza de Freitas analisou a COTEQ 2015 pelos fundamentos que regem o evento, afirmando que foram alcançados os objetivos principais: compartilhar conhecimentos e fomentar o setor. “As escolas técnicas e universidades também tiveram participação efetiva e muito especial com a realização do primeiro Encontro Nacional de Estudantes (ENEST), onde os alunos foram envol-

vidos em todo o universo de informações que permeiam o estudo das ações corrosivas, preparando-os para uma nova profissão de uma forma lúdica e bem dinâmica”, explanou Denise Freitas.

Há de se destacar também a ilustre presença de Mike Farley, *chairman* do ICNDT (*International Committee for Non-Destructive Testing* – Comitê Internacional de Ensaaios Não Destrutivos), entidade sem fins lucrativos dedicada ao desenvolvimento internacional da ciência e prática de ensaios não destrutivos em parceria com as associações de END existentes em todo o mundo.

Novas tecnologias

Na versão de 2015, a COTEQ trouxe à tona mecanismos de falhas que demandam mais atenção dos profissionais de inspeção como a corrosão acelerada pelo fluxo, também conhecida como FAC (*Flow Accelerated Corrosion*) e novas técnicas para avaliação da integridade estrutural de equipamentos como ensaios de fluência em amostras reduzidas, entre outros. As palestras sobre as tecnologias voltadas aos mecanismos de controle da corrosão acelerada pelo fluxo foram muito comentadas. Luiz Felipe, gerente de manutenção da Tractebel Energia, Tomás D. S. Costa da Eletrobras Eletronuclear, Luis Raimundo Borba da Silva da Braskem, juntamente com as coordenadoras Heloisa Cunha Furtado,



*Denise Souza de Freitas,
presidente da ABRACO*

pesquisadora do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) da Eletrobras, e Denise Freitas, compuseram uma mesa-redonda sobre o tema. “Este fórum multidisciplinar reuniu especialistas em diversas áreas da engenharia para lançar a Prática Recomendada Abendi (Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos e Inspeção), “Análise de Falha em Equipamentos Estáticos e Tubulações pertencentes a instalações industriais PRe-002”, salientou Heloisa Furtado.

Outro profissional que também ficou impressionado pelas novas tecnologias apresentadas no painel sobre a FAC foi Laerce de Paula Nunes, engenheiro metalúrgico da IEC – Instalações e Engenharia de Corrosão e vice-presidente da ABRACO. “Um dos temas que me chamou bastante a atenção foi a questão da FAC, de água principalmente. Na minha opinião, além desse assunto ser novo, ele esclareceu várias dúvidas dos técnicos do setor e, por isso, foi muito debatido”, comentou Laerce Nunes.

Revestimentos com tintas

Para Celso Gnecco, gerente de treinamento técnico das tintas Sumaré, o evento deixou algo a desejar no quesito tintas e pinturas. “Quanto aos assuntos sobre tintas e pinturas, embora



Abertura da exposição empresarial, da esquerda para a direita: Marcelino Guedes, James Ramirez, Laerce de Paula Nunes, Cassius Cerqueira do IBP e José Luiz de França Freire

as matérias das palestras tenham sido interessantes, há necessidade de mais profissionais e estudiosos da área levarem seus estudos, seus casos ou pesquisas bibliográficas sobre revestimentos com tintas para serem apresentados no evento. Também os fabricantes ou representantes de equipamentos para preparação de superfície e para aplicação de tintas devem mostrar mais seus produtos e tecnologias”, alertou Gnecco.

Ainda segundo ele, o saldo do evento foi muito positivo, pois a maioria dos fabricantes de tintas deveria estar presente com suas marcas, fazendo contatos para novos negócios. Esperançoso, ele destacou a grande afluência de estudantes de universidades que participaram assistindo palestras e apresentando estudos interessantes sobre o tema corrosão. “Como o Fernando Fragata sempre lembra, é a nova geração de profissionais das tintas e pinturas que está vindo por aí e estes eventos são importantes motivadores para a renovação



A exposição empresarial despertou o interesse de congressistas e visitantes que interagiram com as novidades técnicas apresentadas no evento

da comunidade tecno-científica da corrosão e proteção contra a corrosão”, pontificou Gnecco.

Contribuição para o setor elétrico

A COTEQ 2015 conseguiu reunir entusiastas de inúmeras empresas brasileiras e internacionais com foco em tecnologias e suas melhores práticas de ensaios não destrutivos que visam alcançar a melhoria contínua do desempenho operacional dos ativos industriais. “Em particular para o setor elétrico, as tecnologias apresentadas pelas empresas e pelos artigos técnicos de elevado nível de conhecimento divulgados trarão benefícios importantes para os ativos de geração elétrica. Como exemplo, as Usinas Termelétricas e Hidrelétricas brasileiras, em inúmeros casos, encontram-se com tempo de operação acima dos 25 anos, tempo esse, previsto pela NR-13 (norma regulamentadora do Ministério do Trabalho que tem como objetivo condicionar a inspeção de segurança e operação de vasos de pressão e caldeiras) para uma avaliação de integridade estrutural criteriosa”, alertou Luiz Felipe.

COTEQ 2017 e INTERCORR 2016

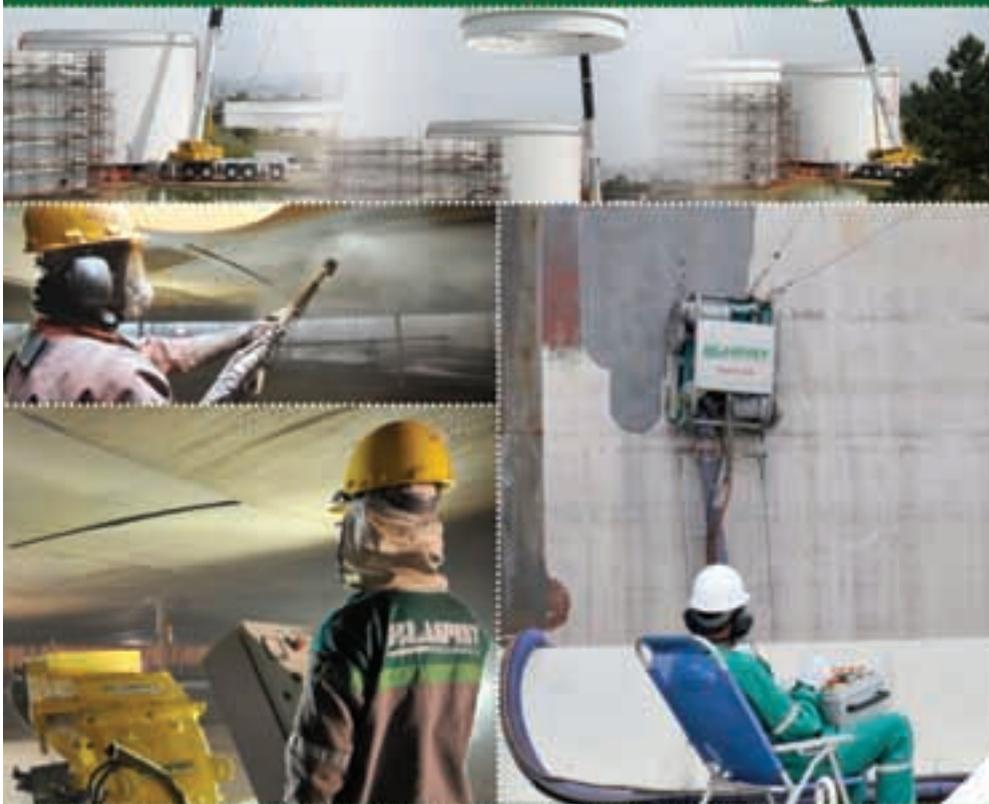
João Antônio Conte, diretor executivo da Abendi, anunciou durante o evento que, depois de seis anos na Bahia e seis em Pernambuco, o COTEQ 2017 ocorrerá no Rio de Janeiro. “Tenho certeza de que até lá o país estará vivendo um cenário muito melhor”, afirmou Conte.



João Antônio Conte, diretor executivo da Abendi

Já a professora-doutora de química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (URFJ), Simone Louise Delarue Cezar Brasil, aproveitou o evento para revelar que a INTERCORR 2016 acontecerá em Búzios, RJ. Segundo ela, a escolha se deu principalmente em função do cenário político-econômico e da maior proximidade do Rio

Referência em Pintura, Montagem e Manutenção Industrial



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

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

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



WWW.BLASPINT.COM.BR

BLASPINT
MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

SJCampes - SP | CEP: 12246-000

Av. Alfredo Ignácio Nogueira Perinetti, 255 | sl 1771, Ed. Le Classique, M. Aguaipe
Tel.: (12) 3911-2555 | sjcampes@blaspin.com.br

Caçapava - SP | CEP: 12285-810

Rod. João do Amaral Gorgel, 1501
Tel/fax: (12) 3634-4040 | blaspin@blaspin.com.br

de Janeiro, onde estão instaladas muitas das indústrias de óleo e gás, a Petrobras, a Transpetro e muitas universidades.

Sobre a COTEQ 2015, Simone Brasil fez coro com a maioria dos profissionais e empresários presentes, parabenizando a organização que, apesar da atual conjuntura política e econômica, conseguiu, mais uma vez, congrega expositores, patrocinadores e, obviamente, o público.

Ela ainda destacou a grande importância do apoio da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). “Além do suporte fundamental da UFPE, eu também gostaria de destacar a excelente escolha do local do evento pelo fato de ter conseguido agregar os participantes em um mesmo ambiente”, observou Simone.

Experiência internacional

Segundo Mariano Semorile, gerente de Mecânica e Metalurgia do IRAM (*Instituto Argentino de Normalización*), o Encontro Mercosul de Normalização em END reuniu representantes das principais empresas do Brasil, da Argentina, do Uruguai e do Paraguai.

O objetivo principal foi trocar experiências, desenvolver ideias e propor melhorias às práticas operacionais. O encontro ajudou a dirimir dúvidas, padronizar algumas normas e adotar decisões mais pontuais para questões que ainda seguem sem entendimento. A discussão abarcou procedimentos e terminologias em métodos como Ultrassom, Radiografia, Emissão Acústica e Ensaio Visual. “Este é um momento importante para analisar cuidadosamente métodos e procedimentos que assegurem um trabalho mais confiável e proporcionem maior segurança para as comunidades dos quatro países”, ponderou Semorile.

A questão dos compósitos

Materiais compósitos são aqueles que possuem pelo menos dois componentes ou duas fases, com propriedades físicas e químicas nitidamente distintas em sua composição. Separadamente, os constituintes do compósito mantêm suas características porém, quando misturados, formam um composto com propriedades impossíveis de se obter com apenas um deles. Alguns exemplos são metais e polímeros, metais e cerâmicas ou polímeros e cerâmicas.

Motores | Automação | Energia | Transmissão & Distribuição | Tintas

PROTEÇÃO TOTAL PARA ESTRUTURAS METÁLICAS

WEGPOXI BLOCK HPP 402

Primer epóxi Novolac de altos sólidos. Com formulação exclusiva dedicada aos diversos tipos de tratamento de superfície – do manual mecânico ao jateamento abrasivo. **O WEGPOXI BLOCK HPP 402** proporciona incomparável proteção química e anticorrosiva ao substrato em relação aos epóxios de alto desempenho, utilizados na manutenção de estruturas expostas a ambientes altamente agressivos.



A aplicação desses materiais compósitos que abrange desde simples artigos utilizados no dia a dia até produtos de alta tecnologia foi discutida durante o evento, causando grande impacto em muitos dos profissionais presentes.

“De tudo o que foi discutido, o que me marcou profundamente foi essa questão do compósito que é um assunto muito novo. Pessoalmente, tenho experiências em metais. Percebi o impacto dos compósitos e a necessidade da indústria nacional relativa a compósitos. Os compósitos têm uma demanda crescente, um mercado particular, e não existem projetos de construção de equipamentos com compósitos. Pouco se ensina e pouco se discute sobre equipamentos com essa origem. O mundo parece ser exclusivamente de metais. Resta ver o que amadurecerá das iniciativas que foram discutidas aqui”, analisou o professor Tito Luiz da Silveira, da Tito Silveira Engenharia e Consultoria Ltda. (TSEC), para quem o evento pareceu muito interessante como uma abertura para o que será realizado nos próximos anos em termos tecnológicos.

Ponto de encontro para intercâmbio de ideias

A COTEQ é sempre um evento muito aguardado pelos profissionais que trabalham nos diferentes setores das áreas de pesquisa, desenvolvimento e produção. Neste aspecto, a edição de 2015 não foi diferente. Apesar do momento difícil pelo qual passa a economia brasileira, pode-se afirmar que o evento alcançou os objetivos desejados. Os trabalhos apresentados foram de bom nível, fato este que

gerou debates intensos entre os congressistas. “Um aspecto importante a ser destacado diz respeito ao fato da Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos propiciar o encontro de profissionais de diferentes instituições, resultando em trocas de idéias importantes para a pesquisa e desenvolvimento em geral. Estão de parabéns todos os membros do Comitê Organizador pelo sucesso alcançado pelo evento deste ano”, elogiou Fernando Fragata, engenheiro químico e mediador da Sessão de Revestimentos da COTEQ.

Corrosão sob isolamento

Um dos problemas mais sérios e comuns em unidades industriais que possuem tubulações e equipamentos isolados é a corrosão sob isolamento. Trata-se de uma corrosão eletro-

SMARTCOAT

Tecnologia em hidrojetamento e preocupação com meio ambiente.

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



SMARTCOAT
Engenharia em Revestimentos Ltda



Taubaté:

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

Macaé:

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

www.smartcoat.com.br

química que evolui silenciosamente sob o isolamento térmico ou materiais de proteção passiva como o concreto, com uma taxa de corrosão acelerada quando comparada com a taxa que ocorre em tubulações sem isolamento, expostas à atmosfera. Devido à importância do assunto, foi realizada uma mesa-redonda sobre corrosão sob isolamento. “Eu mesmo já tive a oportunidade de dizer que corrosão sob isolamento parecia desleixo ou falta de cuidado com as instalações, mas depois de acompanhar a palestra sobre esse assunto, pude constatar que em plantas industriais bem cuidadas é necessário que tenha um foco muito grande nesse assunto, caso contrário, corremos o risco de ter corrosão sob isolamento quando menos esperamos. Vale a pena ressaltar que corrosão sob isolamento não é um assunto novo, mas da forma que foi apresentada aqui, com um gerenciamento adequado, tornou-se uma evolução significativa do tema”, testemunhou Laerce Nunes.

Evento pioneiro

O Encontro Nacional de Estudantes (ENEST) foi um dos eventos paralelos ocorridos durante o COTEQ e contou com a participação de estudantes em um *Quiz* interativo realizado no final da programação. As perguntas do *Quiz* basearam-se nos trabalhos apresentados no ENEST e os primeiros colocados receberam prêmios da organização.

O primeiro lugar coube a Izabella Kizzy Souza da Silva da Faculdade dos Guararapes, o segundo, a Luan Mayk Tôrres Costa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e o terceiro, a Ygor Ta - deu Bispo dos Santos do Instituto Federal da Bahia (IFBA). A vencedora do *game* do



Os congressistas tiveram a oportunidade de assistir explicações muito bem fundamentadas sobre os mais variados assuntos que permeiam a prevenção, o controle e o combate à corrosão

ENEST disse que o encontro foi muito importante, pois possibilitou a integração dos profissionais com os estudantes. “Aprendemos muito com as palestras. Todos tinham muito a nos ensinar. Durante a competição, dá um nervosismo grande. As questões estavam com níveis bem diversificados. Então, quem prestou atenção nas palestras, sabia as respostas”, ensinou Izabella Kizzy.

O gerente de certificação da ABRACO, Ednilton Alves Pereira, foi um dos palestrantes do ENEST. Sua palestra teve como foco apresentar os efeitos nocivos da corrosão e as principais técnicas anticorrosivas utilizadas atualmente.

Entusiasmado, ele conta que esse foi o primeiro evento voltado exclusivamente para estudantes de ensino técnico, superior e pós-graduação. “O principal objetivo do ENEST foi o de proporcionar aos estudantes de escolas técnicas e universidades a oportunidade de adquirir novos conhecimentos nas áreas de corrosão, END, Soldagem e Inspeção. Desta maneira, buscou-se despertar nestes alunos o interesse para uma nova profissão”, esclareceu Pereira.

Dentre vários assuntos apresentados, foram detalhados itens como corrosão eletroquímica, a importância e o custo da corrosão, problemas causados pelo processo de corrosão e técnicas de proteção anticorrosiva, tais como, a pintura industrial, proteção catódica e inibidores de corrosão.

Além disso, foi explicitada a importância da ABRACO no combate à corrosão pelo desenvolvimento de diversas atividades como a certificação de Inspectores de Pintura Industrial, treinamento de profissionais, realização de eventos (congressos, seminários e *workshops* na área de atuação da associação), elaboração de normas técnicas através do Comitê Brasileiro de Corrosão (CB-43) e auxílio na publicação de material técnico.

Laerce de Paula Nunes, diante do entusiasmo dos estudantes, disse que o ENEST servirá como um importante canal para a divulgação da corrosão em universidades e escolas técnicas, com o objetivo de motivar os jovens. Simone Brasil considerou o encontro nacional dos estudantes uma ideia sensacional cuja implementação contínua renderá muitos frutos no futuro, ao fazer com que os



As sessões especiais debateram temas relevantes e contribuíram para releitura de tecnologias já aplicadas e a introdução de outras inovadoras

alunos conheçam, interagindo com os profissionais da área, mais de todos esses segmentos do mercado tecnológicos.

Conclusões

O diretor executivo da Associação Brasileira de Ensaio Não

Destrutivos e Inspeção – Abendi, João Antonio Conte, disse que os resultados do evento superaram as expectativas, apesar do cenário bastante difícil, dos problemas econômicos e principalmente da retração industrial.

“Todos nós da organização da Abendi, ABRACO, do Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP) e Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas (ABCM) sabíamos que realizar o evento em um cenário como esse seria muito desafiador, mas valeu a pena. Volto a ressaltar que os resultados nos surpreenderam, apesar do número de presentes ter sido menor que as edições anteriores, devido à situação econômica. Em termos de conteúdo, essa COTEQ trouxe temas que tocam muito a indústria hoje”, afirmou Conte.

INSPEÇÃO DE PINTURA



- *Inspeção e análise de falhas em pintura naval, industrial por meio de Inspetor Certificado.*
- *Perícias sobre corrosão e integridade de estruturas e equipamentos de aço.*
- *Elaboração de especificações para pintura em projetos industriais.*
- *Programas de manutenção de revestimentos anticorrosivos.*



Tel.: (47) 3029 3484
www.narus.com.br



LANÇAMENTOS

- **ASTRONIKEL PLUS:** processo de níquel brilhante, claro, dúctil e de baixo consumo
- **KOPER BRIGHT ACID HL:** processo de cobre ácido de rápido nivelamento
- **CROMO DUR:** processo de cromo duro catalisado isento de fluoretos
- **ZINKO TRI LC:** passivação trivalente que proporciona acabamentos azul, iridescente ou amarelo
- **PROFOS NANO ZR:** fosfato nanocerâmico à base de zircônio
- **REMOVEX 490:** deslocante de tintas ecológico isento de solventes
- **DI CLEAR L 120:** verniz cataforético de baixa temperatura de cura

Porque **INOVAR** é preciso e a **DILETA** não para: novos produtos, novas parcerias, com qualidade e custo que têm sido referência em nossos 50 anos de existência

Dileta Indústria e Comércio de Produtos Químicos
Tel.: 11 2139-7500 www.dileta.com.br

Corrosão de ímã permanente à base de *samário-cobalto* em meio aquoso

Corrosion of permanent magnet based on samarium-cobalt in aqueous medium



Por Neusvaldo
Lira de Almeida

Co-autor:
Mauro Lúcio
Nascimento Luiz

Resumo

Ímãs de terras raras (TR) apresentam em geral baixa resistência à corrosão em vários meios de exposição, devido a grandes quantidades de elementos TR na sua composição e porque esses elementos são eletroquimicamente muito reativos. Ímãs sinterizados de liga Sm-Co trabalharam imersos em água a uma temperatura entre 60 °C e 80 °C, com condutividade da ordem de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e pH de aproximadamente 8. Após cerca de seis meses operando nestas condições, os ímãs apresentaram corrosão, alguns deles desintegraram-se completamente. Ímãs originais foram submetidos a ensaios de laboratório para simular o processo de corrosão/desintegração observado e a superfície dos ímãs com corrosão foi caracterizada por difração de raios-X, microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. As análises por difração de raios X identificaram produtos de corrosão tipicamente formados em meio aquoso, porém de volume praticamente desprezível. Os estudos mostraram que houve inicialmente o processo de corrosão, mas a desintegração foi decorrente da pressão do gás hidrogênio formado na reação catódica. Como o material era muito poroso, o gás acumulava-se gradativamente nos vazios do material gerando um aumento de pressão capaz de produzir fraturas intergranulares no material.

Abstract

Magnets rare earth (RE) gen-

erally have low corrosion resistance in various exposure environment due to large amounts of RE elements in its composition and because these elements are electrochemically very reactive. Sintered magnet of Sm-Co alloy immersed in water at a temperature between 60 °C and 80 °C with approximately 50 S/cm conductivity and pH 8 presented corrosion after six months under these operating conditions. Some of them were completely disintegrated. Original magnets were subjected to laboratory tests to simulate the process of corrosion/disintegration observed and the surface with corrosion was characterized by X-ray diffraction, optical microscopy and scanning electron microscopy. The analysis by X-ray diffraction identified corrosion products typically formed in aqueous solution, but of negligible volume. The studies showed that initially there was the corrosion process, but the disintegration process was due to the hydrogen gas pressure formed in the cathodic reaction. As the material was porous, the gas gradually accumulated in voids of the material causing an increase in pressure capable of producing intergranular fracture in the material.

Introdução

Os elementos terras raras (RE) estão entre os metais mais ativos eletroquimicamente, o que significa dizer que os potenciais de corrosão são elevados ou, em outras palavras, que possuem baixa resistência à corrosão, quando comparados com metais como o ferro e o níquel por

exemplo. Os potenciais de eletrodo padrão destes elementos (RE^{3+}/RE) são da ordem de - 2,6 V (EH) a - 2,0 V (EH) ¹, enquanto que para o caso do ferro, este potencial é de - 0,44 V (EH).

É relativamente bem conhecido da literatura que as ligas terras raras-metals de transição exibem forte interação com gás hidrogênio, principalmente porque as fases ricas em terras raras possuem grande afinidade pelo hidrogênio. Elas podem absorver facilmente quantidades significativas de H_2 à temperatura ambiente, mesmo em condições de baixa pressão parcial de hidrogênio ^{2,3}. A este comportamento inclusive, tem sido atribuída pelo menos em parte, a baixa resistência à corrosão das ligas terras raras-metals de transição ⁴. É fácil deduzir, portanto, que quanto maior a concentração de terras raras, menor a resistência à corrosão e vice-versa. No caso da liga Sm-Co, a concentração típica de samário pode chegar a (30-35) % ⁵. Assim, quando possível, costuma-se adicionar alguma concentração de metais mais nobre à liga, justamente para aumentar a resistência à corrosão.

Os mecanismos de degradação desta liga dependem do ambiente de exposição. Em ambientes marinhos, que são altamente contaminados com íons cloreto, as fases ricas em Sm e em Sm_2Co_7 , que são anódicas em relação à matriz, sofrem corrosão preferencial resultando na formação de pites. Já em ambiente industrial, a corrosão é preferen-



Figura 1 – Amostras de ímãs originais



Figura 2 – Ímã com processo de danificação, mas sem produtos de corrosão aparentes



Figura 3 – Ímã completamente desintegrado

cialmente na fase rica em Sm, localizada no contorno de grãos, resultando em um processo de corrosão intergranular¹.

Neste trabalho discute-se o processo de corrosão e desintegração de ímãs de liga Sm-Co em meio aquoso de condutividade da ordem de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e pH de aproximadamente 8 a uma temperatura que variava entre 60 °C e 80 °C.

Parte experimental

Amostras de ímãs originais tinham formato de bloco retangular com cerca de 5 cm de altura e base quadrada com 1 cm de lado, cujo aspecto está mostrado na figura 1. Uma análise visual preliminar mostrou que alguns ímãs estavam completamente íntegros, sem evidências de quaisquer tipos de desgastes,

apenas com coloração escura, como mostra também a figura 1. Um segundo conjunto de ímãs apresentava aspectos distintos: alguns deles com desgaste acentuado, porém com a superfície lisa, sem produtos aparentes (figura 2). Outros completamente fragmentados, mas também praticamente, sem produtos sobre a superfície. Embora esta última amostra estivesse desintegrada, os fragmentos mantiveram-se agrupados devido à atração magnética como mostra a figura 3.

Amostras foram submetidas à análise química quantitativa e à análise por fluorescência de raios-X, mas não foi possível determinar a composição da liga. A análise por fluorescência de raios-X indicou a presença de cobalto e de samário como preponderante e teores menores

TABELA 1 – RESULTADOS DA ANÁLISE SEMIQUANTITATIVA	
Elementos	Resultados
Alumínio – %	Al 0,11
Zircônio – %	Zr 1,03
Samário – %	Sm 40,50
Cobalto – %	Co 58,36

de zircônio e alumínio. Uma análise semiquantitativa, por dispersão de energia (EDS), foi realizada no material, quantificando-se apenas os elementos identificados na análise por fluorescência de raios-X. Os resultados obtidos estão mostrados na Tabela 1. Foi possível comprovar que era uma liga de samário-cobalto com teores da ordem de 60 % de Co e 40 % de Sm, contendo ainda Zr e Al.

Amostras originais e com processo de desgaste iniciado foram analisadas por dispersão de energia em um microscópio eletrônico de varredura, marca FEI, modelo QUANTA 400, com objetivo de identificar constituintes de eventuais produtos de corrosão ou de contaminantes adsorvidos na superfície do material. As áreas analisadas e os resultados correspondentes estão apresentados nas figuras 4 a 7. Do ponto de vista de corrosão, os contaminantes identificados foram o enxofre e

Área analisada	C	N	O	Mg	Al	Si	S	Cl	Ca	Co	Sm
1	24,30	6,73	23,93	0,10	0,16	5,41	0,29		0,18	24,9	14,00
2	24,49	6,83	22,92	0,07	0,20	5,33	0,21	0,28	0,26	22,6	16,82
3	27,09	6,28	24,41	0,21		5,33	0,28			24,36	12,03



Figura 4 – Amostra original. Regiões analisadas por EDS e resultados encontrados

o cloro; o primeiro foi encontrado apenas na amostra original, enquanto que o segundo foi identificado nas duas amostras. Portanto, provavelmente, estes contaminantes não estariam associados a processos de corrosão do material.

Seções transversais e longitudinais dos ímãs foram embutidas em resina fenólica, polidas e avaliadas em microscópio óptico e em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). O exa-

me de superfície revelou uma microestrutura com fases distintas e grande densidade de poros típica de materiais produzidos pelo processo de sinterização. As figuras 8 e 9 mostram o aspecto do material obtido em microscópio óptico e em MEV, respectivamente. Observam-se, também, além da matriz, pelo menos duas fases identificadas por EDS como fases ricas em zircônio, em samário e em cobalto como mostra a figura 10.

Como o processo de corrosão e desintegração dos ímãs ocorreu devido ao contato com água à temperatura de 60 °C, realizou-se um ensaio de imersão em água com o objetivo de simular as condições de exposição dos ímãs. Para isso, uma amostra original foi lixada, pesada e imersa em água destilada a 60 °C, durante 30 dias. A figura 11 mostra aspecto de um corpo de prova antes e após o ensaio. Não foram observadas alterações significativas na superfície, além de uma discreta alteração de coloração. Como não houve evidências claras da formação de produtos de corrosão na superfície, é razoável supor que o processo de desintegração do material não estava associado pelo menos, predominantemente, à reação catódica de redução do oxigênio.

Análises por difratometria de raios-X

Fragmentos da amostra foram desmagnetizados e analisados por Difratometria de Rai-

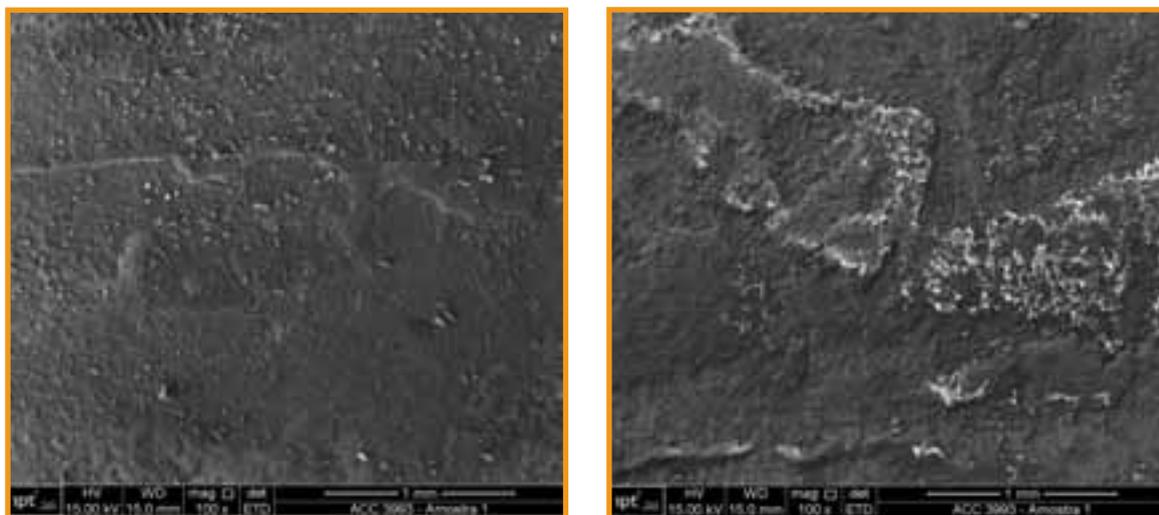


Figura 5 – Amostra original. Regiões 1 e 2 mostradas na figura 4. Imagens obtidas com microscópio eletrônico de varredura

Área analisada	C	N	O	Mg	Al	Si	P	Cl	Co	Sm
1	9,73	1,24	25,14	0,07		0,66		1,19	38,77	23,21
2	8,29	0,89	10,03		0,13	0,58	0,19		47,37	32,51
3	9,83	1,52	7,38	0,05		0,26	0,22		48,54	32,2

os-X (DRX), buscando-se identificar eventuais produtos de corrosão. Os resultados identificaram hidróxido de samário ($\text{Sm}(\text{OH})_3$), produto formado tipicamente pelo contato com água. Nenhum óxido ou sal dos metais constituintes da liga foi encontrado. Isto está em concordância com o fato de que a reação catódica predominante não foi a de redução do oxigênio. Sendo assim, é razoável supor que o processo de corrosão foi governado pela reação catódica de redução do hidrogênio (com a consequente formação de H_2). Como o material é extremamente poroso, o gás hidrogênio poderia acumular-se nos vazios e produzir níveis de pressão suficiente para desintegrar o material.

Ensaio para induzir a formação de hidrogênio

Para investigar a hipótese de que o processo de desintegração dos ímãs foi consequência da formação e acúmulo de hidrogênio nos poros do material, foi



Figura 6 – Amostra com danificação. Regiões analisadas por EDS os resultados encontrados

realizado um ensaio que induzia a formação de hidrogênio na superfície da amostra. O ensaio foi realizado em uma célula eletroquímica, com eletrólito de NaCl 3 %, anodo de platina e o eletrodo de trabalho. Após 48 horas de ensaio, submetido a um potencial catódico de 1 V, observou-se desintegração completa do ímã, similar àquela que ocorreu em uma das amostras estudadas. A figura 12 mostra uma representação esquemática do

ensaio e a figura 13 mostra o aspecto da amostra, após o ensaio, completamente desintegrada.

Discussão dos resultados

Os ímãs de Sm-Co são produzidos pelo processo de sinterização e apresentam três fases distintas como mostrado na figura 14. Uma matriz de SmCo_5 , pequenas quantidades de Sm_2Co_7 como precipitados de coloração cinza-escuro e, em menores concentrações ainda,

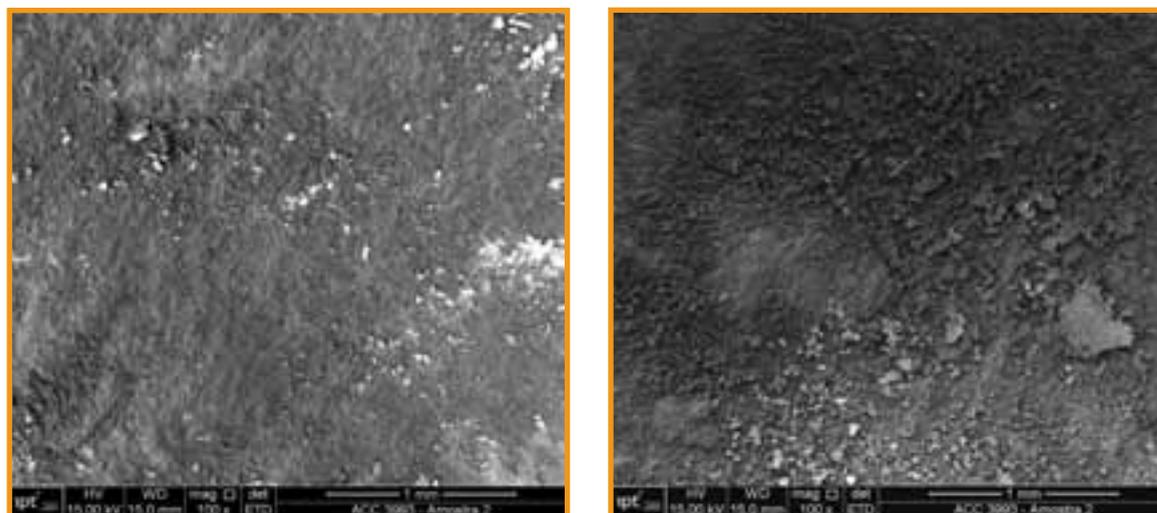


Figura 7 – Amostra com danificação. Aspecto das regiões 1 e 2 mostradas na figura 6. Imagens obtidas com microscópio eletrônico de varredura

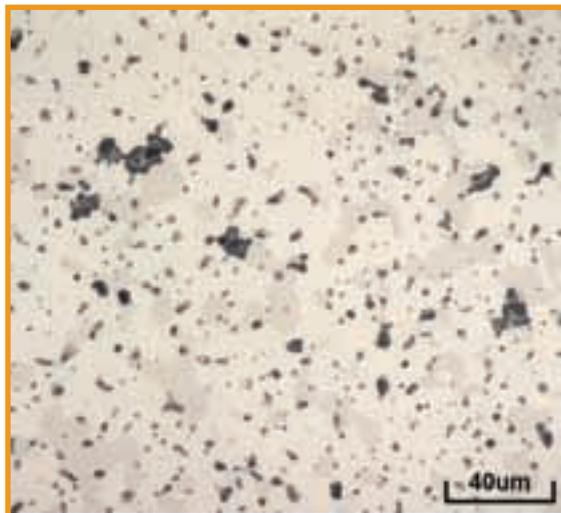


Figura 8 – Aspecto micrográfico do material dos ímãs mostrando microestrutura muito porosa, característica de material produzido pelo processo de sinterização

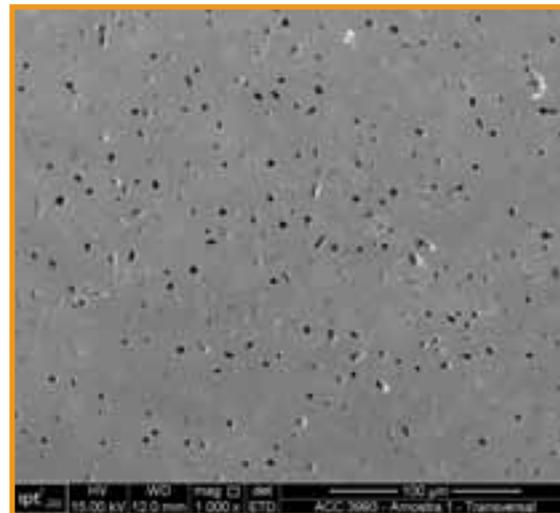


Figura 9 – Região observada com microscópio eletrônico de varredura, mostrando a porosidade da microestrutura

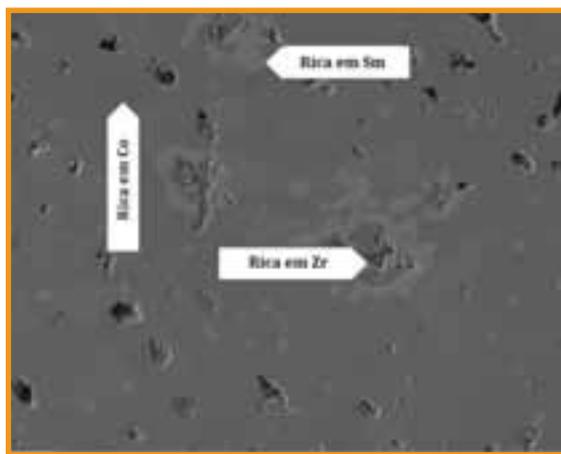


Figura 10 – Matriz e fases identificadas na microestrutura do material

uma fase rica em Sm nos contornos de grãos ⁶.

Os mecanismos de degradação desta liga dependem do ambiente de exposição. Em ambientes marinhos, que são altamente contaminados com íons cloreto, as fases ricas em Sm e em Sm_2Co_7 , que são anódicas em relação à matriz, sofrem corrosão preferencial resultando na formação de pites. Já em ambiente industrial, a corrosão é preferencialmente na fase rica em Sm, localizada no contorno de grãos, resultando em um processo de corrosão intergranular ¹. Comportamentos simi-

lares ocorrem com relativa frequência em vários outros sistemas metal/meio. Algumas ligas podem, por exemplo, apresentar resistência à corrosão por pite em ambiente industrial e ser susceptível a este tipo de corrosão em ambiente mari-

nho e vice-versa.

Neste estudo, análises por difratometria de raios-X dos produtos de corrosão identificaram apenas hidróxido de samário. Isto pode ser um indicativo de que o ambiente de exposição era água natural aparentemente, sem ou com baixa concentração de contaminantes. Outro fato importante nessa análise foi a ausência de óxidos e de sais nos produtos analisados, o que reforça a citação de que a reação catódica predominante foi a de redução do hidrogênio. Provavelmente, o oxigênio dissolvido na água de-

ve ter sido consumido na superfície do material, sem que tenha formado óxidos metálicos como demonstrou a análise por difração de raios-X.

Uma das características do material estudado é ser poroso e extremamente frágil; o simples efeito mecânico resultante da atração entre dois ímãs era suficiente para produzir a fragmentação das amostras. Analisando esta desintegração, apenas do ponto de vista dos processos de corrosão, não houve formação de produtos para justificar aumento de volume interno e consequentemente gerar pressão suficiente para desintegrar o material (o ensaio de imersão também não apontou formação de produtos de corrosão). Assim, uma possível explicação para a fragmentação do material é de que o gás hidrogênio, formado na reação catódica, foi acumulando-se gradativamente nos vazios do material, que era extremamente poroso, gerando um aumento de pressão capaz de produzir fraturas no material provavelmente intergranulares. De acordo com a literatura, isto pode ocorrer mesmo para baixas pressões parciais de



Figura 11 – Amostra de ímã submetida ao ensaio de imersão em água destilada à temperatura de 60 °C. Esquerda, antes do ensaio. Direita, após o ensaio

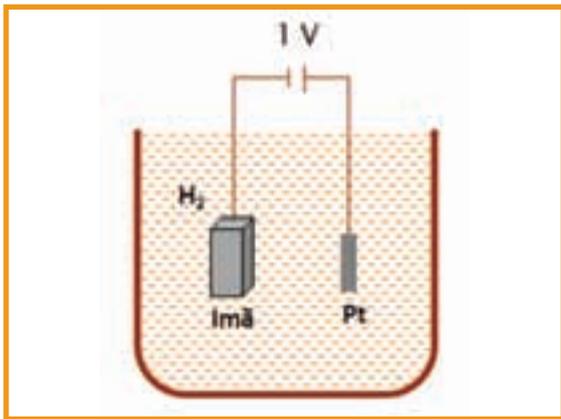


Figura 12 – Representação do ensaio para gerar hidrogênio na superfície do ímã



Figura 13 – Aspecto do ímã após o ensaio de indução de hidrogênio, mostrando a desintegração completa do material

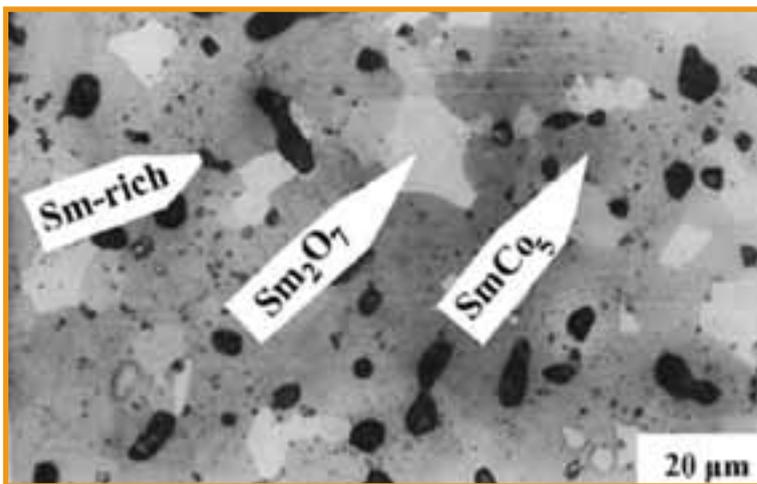


Figura 14 – Microestrutura da liga magnética $SmCo_5$ ¹

hidrogênio. Para comprovar esta hipótese, foi realizado um ensaio para induzir a formação de hidrogênio. Após 48 horas, foi observada a completa desin-

tegração do material com características similares as de uma das amostras estudada como mostram a figura 13. Dentre as medidas adotadas para evitar

ou minimizar os processos de corrosão destes materiais, o uso de revestimentos metálicos ou orgânicos tem sido uma delas.

Conclusões

Com base nos resultados das análises e dos ensaios realizados, concluiu-se que a danificação dos ímãs de samário-cobalto foi determinada por um processo de corrosão pela água, cuja reação catódica predominante foi a de formação de gás hidrogênio. Como o material era muito poroso, o gás hidrogênio penetrou o material e, acumulando-se nos vazios, criou níveis de pressão suficientes para provocar a desintegração do material, que era caracteristicamente frágil.

Referências bibliográficas

- Gurrappa I. *The corrosion behavior of SmCo₅ permanent magnets in different environments*. Materials Chemistry and Physics 78 (2003) 719–725.
- Bala H, Malik M, Szymura S, Ohashi K. *Electrochemical corrosion characteristics of RE₂TiCo₁₁ compounds*. Journal of Alloys and Compounds 217 (1995) 268-272.
- McGuinness Jr., Harris I, Scholtz U, Nagel, H. apud Lukin A, Bala H, Rabinovic, Yu. M, Szymura S, Zhuravlyev A. *Hydrogen embrittlement failure of (Sm, Dy, Gd)Co₅ permanent magnets*. Engineering Failure Analysis, Vol. 5 No.4, pp.317-321, 1998.
- Lukin A, Bala H, Rabinovic, Yu. M, Szymura S, Zhuravlyev A. *Hydrogen embrittlement failure of (Sm, Dy, Gd)Co₅ permanent magnets*. Engineering Failure Analysis, Vol. 5 No.4, pp.317-321, 1998.
- Bala H, Szymura S. apud Bala H, Malik M, Szymura S, Ohashi K. *Electrochemical corrosion characteristics of RE₂TiCo₁₁ compounds*. Journal of Alloys and Compounds 217 (1995) 268-272.
- Bala H, Malik M, Szymura S. *Progress in the Understanding and Prevention of Corrosion*, vol. 2, Institute of Materials, 1993 p. 1255.

Trabalho apresentado durante a 13ª Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Neusvaldo Lira de Almeida

Mestre em Metalurgia e Materiais pela Escola Politécnica da USP. Chefe do Laboratório de Corrosão e Proteção – IPT.

Mauro Lúcio Nascimento Luiz

Mestre em Metalurgia e Materiais pela Escola Politécnica da USP. Gerente de produção Linha Magnetron – Cebrace.

Contato com o autor: neusval@ipt.br

Cursos

Calendário 2015 – De Julho a Dezembro

CURSOS	HORAS	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
<i>Pintura Industrial</i>							
Inspetor N1 – Rio de Janeiro / RJ	88	13 a 24	10 a 21		19 a 30	23/11 a 4/12	
Inspetor N1 – Macaé / RJ	88			14 a 25			
Inspetor N1 – Rio de Janeiro / RJ ¹	88		18/7 a 3/10, exceto 5/9				
Inspetor N1 – São Paulo / SP	88	27/7 a 7/8				30/11 a 11/12	
Inspetor N1 – Salvador / BA	88			28/9 a 9/10			
Inspetor N1 – Rio de Janeiro / RJ ²	40	27 a 31				9 a 13	
<i>Pintor e Encarregado de Pintura Ind.</i>							
Curso – Rio de Janeiro / RJ	40				19 a 23		
Curso – Macaé / RJ	40		3 a 7				7 a 11
<i>Corrosão</i>							
Biocorrosão – Rio de Janeiro / RJ	24		24 a 26				

¹ Turma somente aos sábados ou como revisão para

² Curso Intensivo (para alunos não aprovados no curso regular prova de qualificação)

Mais informações: cursos@abraco.org.br – eventos@abraco.org.br

Atenção: Calendário sujeito a alterações

Identificação da *carburação* em tubos HP por avaliação não destrutiva ultrassônica

Identification of carburization in HP tubes with ultrasonic nondestructive evaluation

Resumo

Os tubos empregados em fornos de pirólise são de aço inoxidável da classe HP, com a matriz totalmente austenítica, o que possibilita trabalho em altas temperaturas com espessura de paredes menores. Devido à carburação, tem-se a formação de carbetos de cromo e o consequentemente empobrecimento deste elemento na matriz promovendo uma redução das principais propriedades mecânicas. Neste trabalho, o ensaio não destrutivo ultrassônico foi utilizado na análise de três amostras retiradas de um forno em operação com auxílio de Redes Neurais artificiais para relacionar alterações microestruturais.

Abstract

The pyrolysis furnace tubes are stainless steel HP class with the fully austenitic matrix which allows working at high temperatures with smaller wall thickness. Due to the carburization it has been the chromium carbides precipitation and therefore the depletion of this element in the matrix

by promoting a reduction of the main mechanical properties. In this work, the nondestructive ultrasonic testing was used in the analysis of three specimens taken from a furnace in operation. A backpropagation neural network was employed to recognize microstructural changes.

Introdução

Fornos de pirólise são equipamentos da indústria petroquímica utilizados para a produção de etileno a partir do craqueamento térmico de hidrocarbeto como a nafta, na presença de etano vapor. Os tubos que constituem as serpentinas de tais fornos onde são utilizados para produzir ou processar mais comumente o etileno a condições severas de trabalho chegando a temperaturas superiores a 1000 °C e pressões de até 4 MPa ^{1,2,3,4,5,6}.

Dentre os materiais utilizados nestes fornos, destacam-se as ligas HP por possuírem ótimas propriedades, principalmente resistência mecânica em temperaturas elevadas além da resistência

à corrosão e consequentemente resistência à carburação ⁷.

A carburação é uma forma de degradação que ocorre em altas temperaturas pela difusão do carbono do meio para o material. A partir da deposição de coque no interior dos tubos das serpentinas ocorre um superaquecimento que destrói a camada de passivação, responsável pela proteção do material, favorecendo assim a difusão de carbono para a matriz. O carbono provoca a precipitação de carbeto generalizados na matriz cujos efeitos principais são diminuição da ductilidade e tenacidade da liga diminuindo a vida útil de máquinas e equipamentos ⁸.

A formação dos carbeto leva ao empobrecimento de cromo na matriz do material alterando, principalmente, as características magnéticas do material que passa gradualmente de paramagnético a ferromagnético. Predominantemente até o momento, os ensaios não destrutivos magnéticos são empregados para inspeção das serpentinas de fornos de pirólise ¹. O ensaio ultrassônico,



Por Ivan Costa da Silva

Co-autores:

Carla Beatriz Fagundes do Carmo, Mateus Crusóe Rocha Rebello, Ygor Tadeu Bispo dos Santos, Gustavo da Silva Pereira, Diego Henrique Sampaio Zanini, Cláudia Teresa Teles Farias

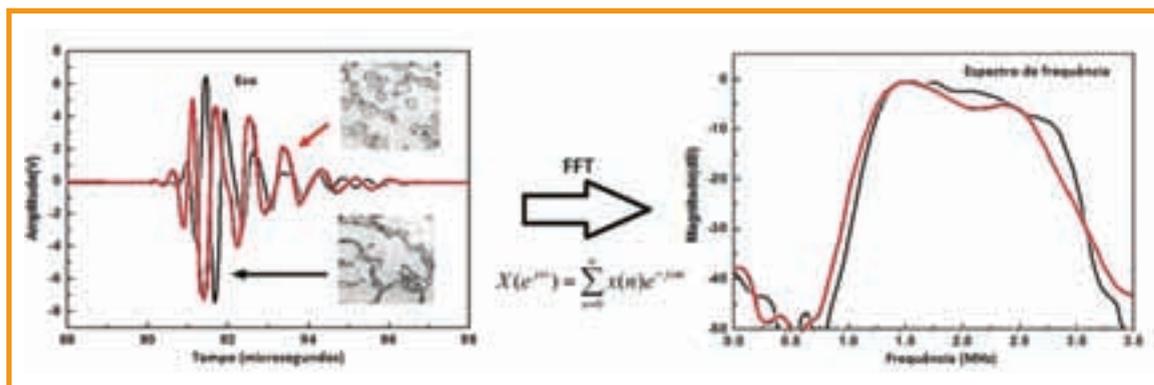


Figura 1 – Princípio do uso da FFT para observação de alterações na microestrutura de um material

amplamente empregado na caracterização não destrutiva de materiais, tem seu uso limitado devido à elevada atenuação do sinal provocada pela estrutura dos tubos (austenítica) que são fundidos por centrifugação. Contudo, para os casos em que há a possibilidade de obtenção do eco de fundo da parede interna, pode-se empregar esta técnica associada ao processamento do sinal por meio da transformada discreta de Fourier (DFT) e das redes neurais artificiais (RNA), como alternativa complementar ao ensaio magnético. Nas próximas seções deste trabalho, serão feitas uma breve descrição da análise espectral de sinais ultrassônicos e das redes neurais para reconhecimento de padrões, descrição da metodologia utilizada, juntamente com os resultados obtidos e conclusões.

Metodologia

Foram utilizadas três amostras de ligas de aço da família HP retirados em serviço de serpentinas de fornos de pirólise, em diferentes tempos de operação. A amostra 1 apresentava-se sem carburização, a 2, levemente carburizada e a 3, severamente carburizada.

O preparo das amostras para observação no microscópio óptico começou a partir da extração de parte selecionada seguida de: embutimento, lixamento, polimento e ataque químico. A extração das amostras foi realizada através de corte e embutimento a frio.

As granulações das lixas utilizadas foram 100, 220, 320, 400, 500 e 600. Posteriormente foi feito um polimento de pasta de diamante de 6, 1 e 0,25 μm . Seguido de um ataque químico de Água Régia (10 ml de HNO_3 , 20ml de HCl e 60ml de H_2O) saturada com CuCl_2 .

Em cada corpo de prova, foram coletados sinais em diferen-

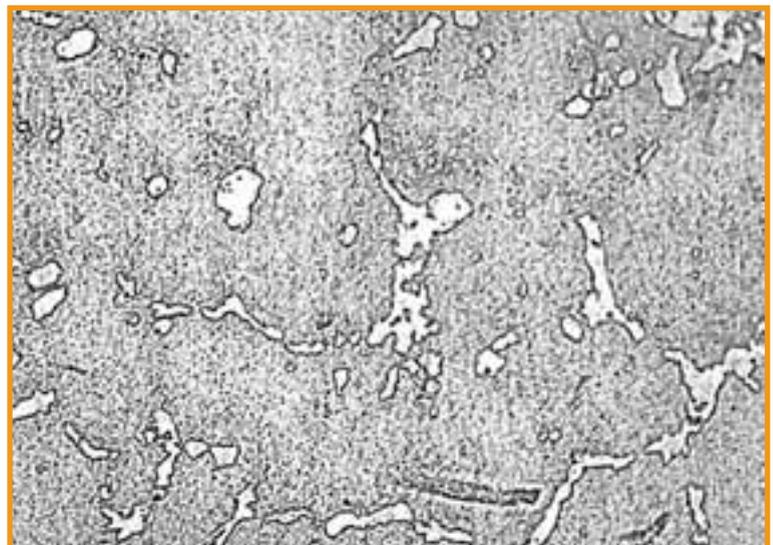
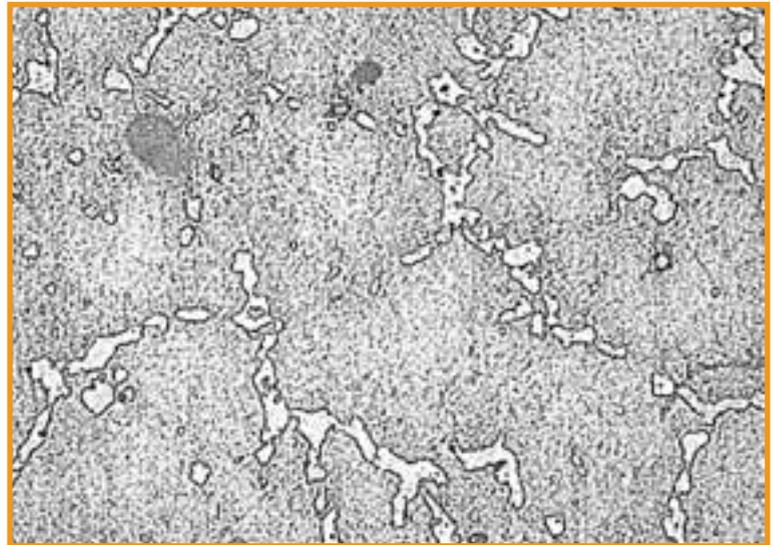
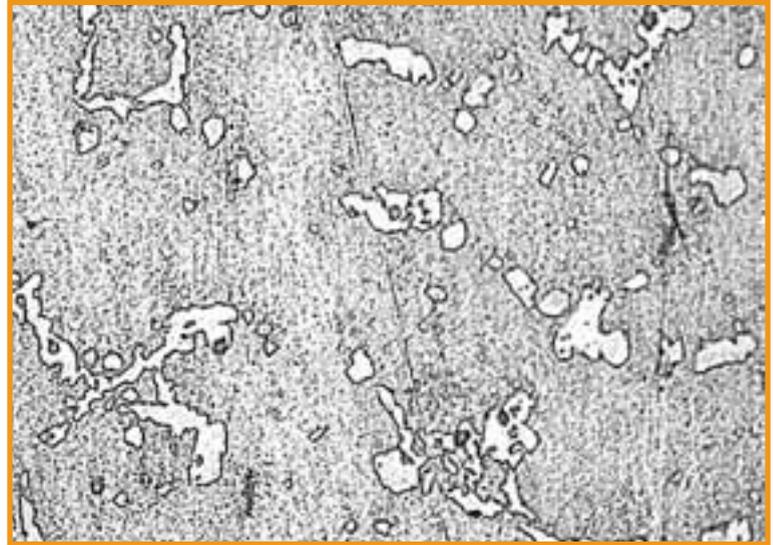


Figura 2 – Análise microscópica da amostra 1. a) Parede externa. b) Centro da parede. c) Parede interna. Amostras atacadas por imersão em água régia saturada com CuCl_2 com aumento de 300x

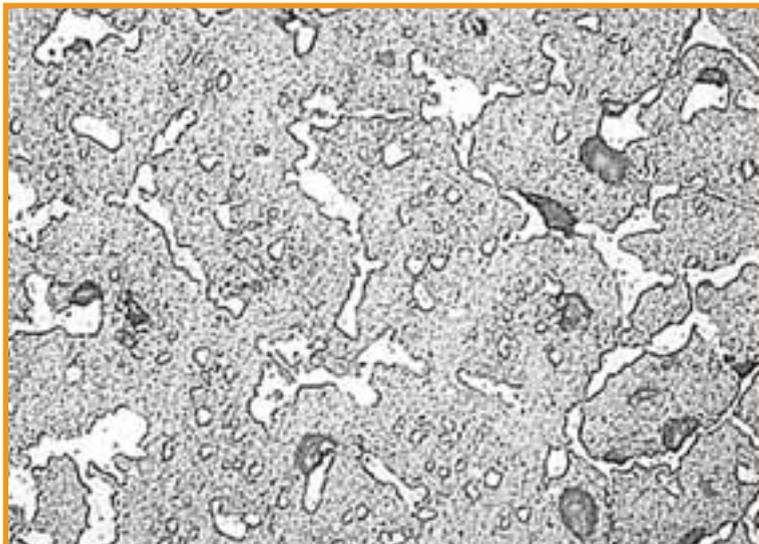
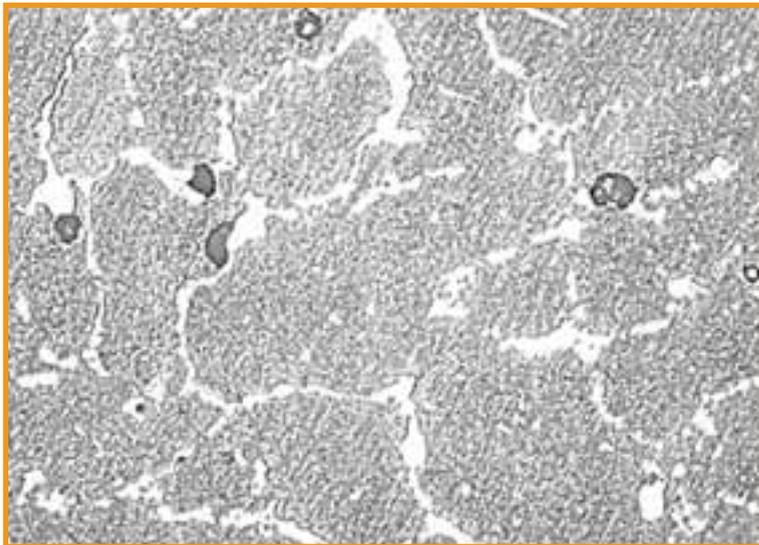
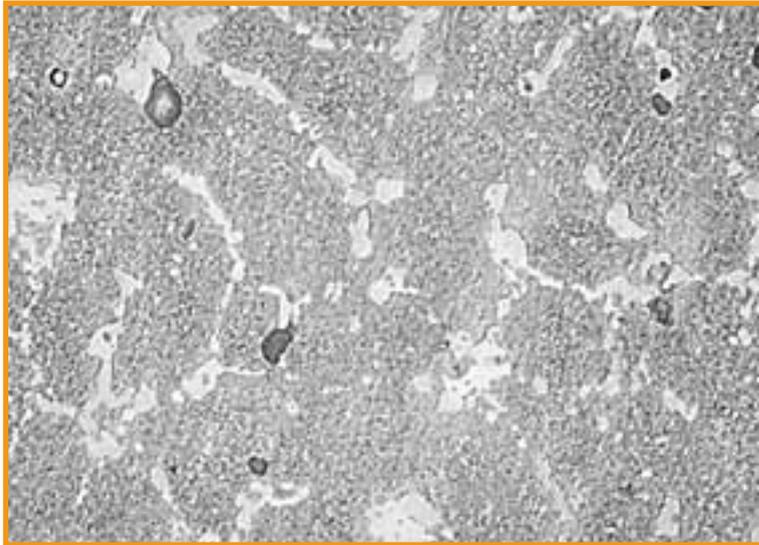


Figura 3 – Análise microscópica da amostra 2. a) Parede externa. b) Centro da parede. c) Parede interna. Amostras atacadas por imersão em água régia saturada com CuCl_2 com aumento de 300x

tes posições. Os sinais de ultrassom foram adquiridos de modo a conter somente o eco de fundo. Cada sinal foi digitalizado com 2500 pontos a uma taxa de amostragem de 100 Ms/s. A FFT dos sinais foi implementada no Matlab®, a Figura 1 mostra a fundamentação do método onde alterações na microestrutura do material provoca alterações não mensuráveis no domínio do tempo, mas perceptíveis no domínio da frequência.

O conjunto de entrada para cada amostra foi montado com 200 sinais, num total de 600 para as três amostras. A rede deve classificar em três categorias conforme o estado de carburização: Amostra 1, Amostra 2 e Amostra 3. Os sinais foram divididos da seguinte maneira: 60 % para treinamento da rede; 20 % para validação; 20 % para teste. A rede foi treinada de modo a aperfeiçoar, ao máximo, os seus resultados de classificação.

Análise e interpretação dos resultados

Primeiramente, foi feita uma macrografia com o intuito de se verificar a presença de carburização na secção transversal do tubo que apresentou o maior grau de carburização. Verificou-se, por meio da diferenciação de cores, a região mais carburizada da parte interna do tubo até mais que a metade da secção em direção à parte externa.

Após a macrografia, obteve-se microscopia ótica da amostra 1, estas mostram a matriz em três posições diferentes no corpo de prova (parede externa, meio e parede interna) do tubo. Verificou-se a precipitação de carbeto de cromo alongada. A fração volumétrica destes precipitados permanece constante ao longo de toda espessura de parede demonstrando não haver carburização, conforme as

Figuras 2 (a), (b) e (c).

A Figura 3 mostra a microestrutura da Amostra 2 que apresenta precipitação de carbeto de cromo mais arredondados próximos a parede interna, indicando carburização, Figura 3 (a). No centro da parede, os carbeto apresentam uma morfologia alongada com fração volumétrica menor o que a região da parede interna, Figura 3 (b).

Porém, na Amostra 3, estima-se uma carburização caracterizada como severa devido à morfologia que os seus precipitados possuem. Nas três amostras metalográficas, observa-se um aumento da fração volumétrica dos precipitados de cromo em relação às amostras anteriores. Verifica-se, na Figura 4 (b), a presença de carbeto observadas no centro da amostra demonstrando a severidade do processo de carburização.

A Figura 5 mostra os espectros de frequência médio dos 200 sinais de eco de fundo coletados para cada amostra. Observa-se que a Amostra 3, severamente carburizada, apresenta um espectro médio mais largo, com componentes de frequência menores do que as encontradas nas demais amostras. As amostras 1 e 2 apresentam componentes de frequência muito semelhantes. As frequências centrais dos espectros das amostras 1 e 2 estão próximas da frequência central do transdutor (1 MHz). Na amostra 3 (severamente carburizada), as componentes de baixa frequência possuem maior amplitude (0.5 MHz).

Foram testados dois conjuntos de entrada, o primeiro com 50 componentes de frequência e o segundo com 100. Observou-se que os resultados são próximos, mas o treinamento com 100 componentes apresentou resultados médios relativamente melhores. Mesmo du-

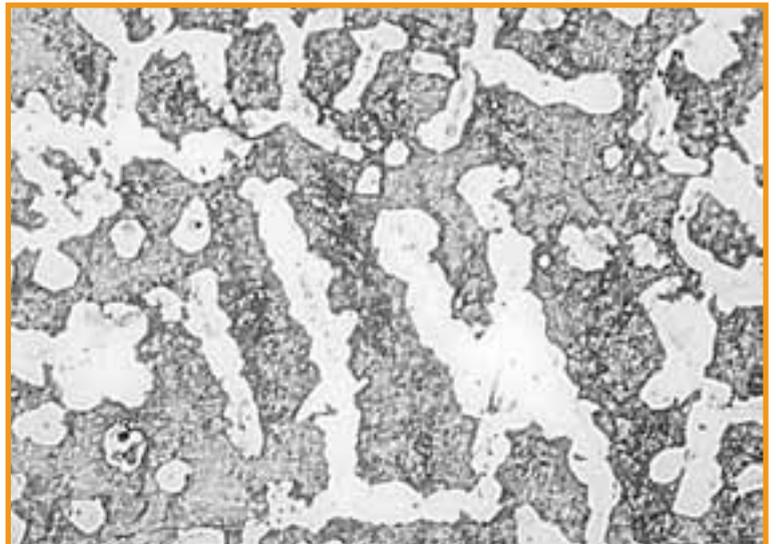
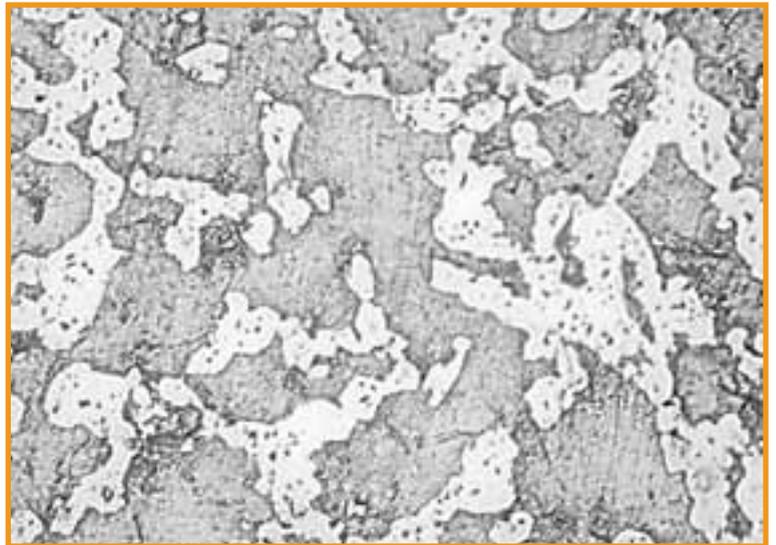
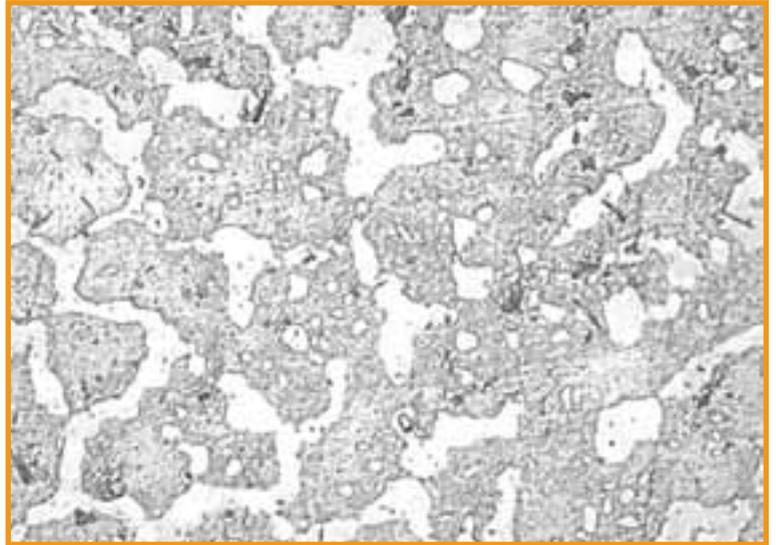


Figura 4 – Análise microscópica da amostra 3. a) Parede externa. b) Centro da parede. c) Parede interna. Amostras atacadas por imersão em água régia saturada com CuCl_2 com aumento de 300x

		Matriz Confusão Treinamento			
Classe de Saída	1	127	6	7	90,7%
	2	5	106	0	95,5%
	3	2	0	107	98,2%
		94,8%	94,6%	93,9%	94,4%
		5,2%	5,4%	6,1%	5,6%
		1	2	3	
		Classe Alvo			

		Matriz Confusão Validação			
Classe de Saída	1	27	4	1	84,4%
	2	1	43	3	91,5%
	3	3	0	38	92,7%
		2,5%	0,0%	31,7%	7,3%
		87,1%	91,5%	90,5%	90,0%
		12,9%	8,5%	9,5%	10,0%
		1	2	3	
		Classe Alvo			

		Matriz Confusão Teste			
Classe de Saída	1	30	3	7	75,0%
	2	5	37	0	88,1%
	3	0	1	37	97,4%
		0,0%	0,8%	30,8%	2,6%
		85,7%	90,2%	84,1%	86,7%
		14,3%	9,8%	15,9%	13,3%
		1	2	3	
		Classe Alvo			

		Matriz Confusão Total			
Classe de Saída	1	184	13	15	86,8%
	2	11	186	3	93,0%
	3	5	1	182	96,8%
		0,8%	0,2%	30,3%	3,2%
		92,0%	93,0%	91,0%	92,0%
		8,0%	7,0%	9,0%	8,0%
		1	2	3	
		Classe Alvo			

Tabela 1 – Matriz de Confusão da Rede Neural Artificial

durante o treinamento não foi possível ajustar os pesos sinápticos para uma classificação 100 % correta. As etapas de teste e validação apresentaram um desempenho geral de 13 % e 10 % respectivamente. Observa-se que, nestas etapas, os erros de classificação entre os

estados extremos não carburizado e severamente carburizado foi de 2,5 %. Já a confusão, na Amostra 2, foi inferior a 3 %, sendo 0,8 % em relação a amostra severamente carburizada. Durante a etapa de teste, 7 (1,9 %) sinais provenientes da amostra severamente carburizada

foram erroneamente classificados como não carburizados, porém, durante a validação, o erro foi de uma amostra (0,8 %).

Conclusões

Os sinais ultrassônicos obtidos durante as inspeções dos corpos de prova em aço HP, após processamento digital por meio da Transformada Discreta de Fourier, foram alimentados em uma RNA com o intuito de encontrar uma única característica para cada estado de carburização. A Rede Neural, neste caso, mostrou-se bastante eficiente na classificação destes estados de degradação, como mostradas nas análises micrográficas. O acerto médio da rede acima de 90 % demonstra a eficiência da RNA e da análise ultrassônica que, aliada as técnicas de processamentos de sinais, podem ser mais uma ferramenta de inspeção não destrutiva. Porém, novos testes deverão ser feitos a fim de consolidar a técnica ultrassônica na inspeção de equipamentos complexos como tubos HP.

Referências bibliográficas

1. Silva, I. C., "Avaliação da Carburização"

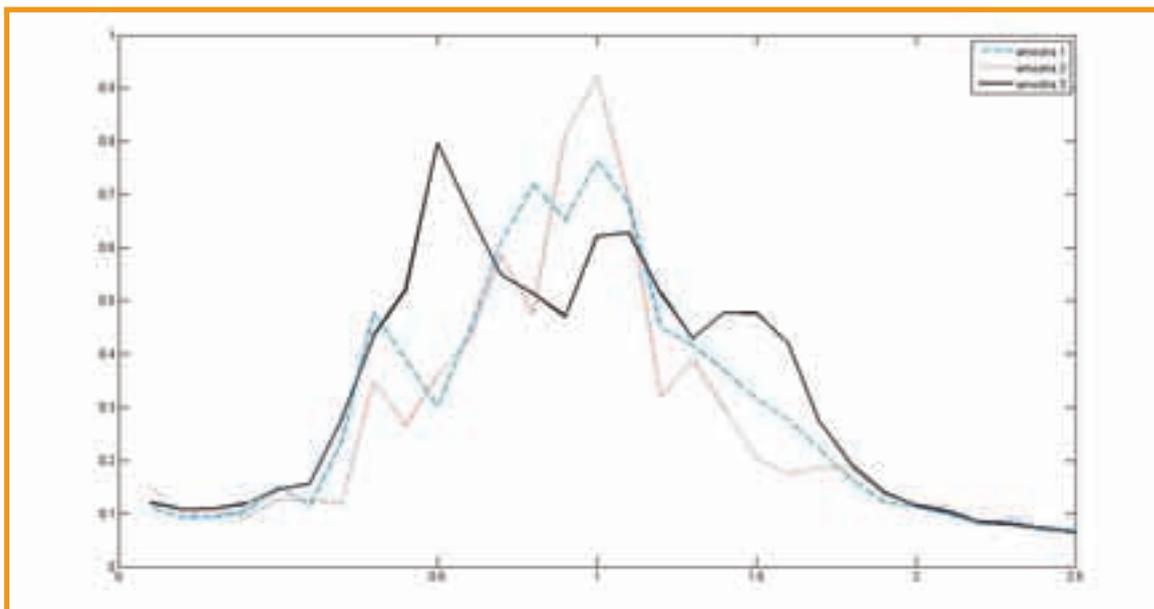


Figura 5 – Espectro das médias das FFT das amostras

- zação em aços HP por Ensaio não Destrutivo Magnético.” Tese de Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, COPPE /UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.
2. Silveira, T. L. and Le May, I., “Reformer Furnaces: Materials, Damage Mechanisms, and Assessment” The Arabian Journal for Science and Engineering 31 2C, pp. 99-119, 2006.
 3. Silveira, T. F., Silveira, T. L., Almeida, L. H. e Moreira, M. F., “Microestrutura de tubos de forno de pirólise desativado após 91.000h de operação – Resultados da metalografia ótica.” In: 6º Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos. Salvador, 2002.
 4. Silva, I. C., Rebello, J. M. A., Bruno, A. C., Jacques, P. J., Nysten, B. and Dille, J., “Structural and magnetic characterization of a carburized cast austenitic steel.” Scripta Materialia 59, pp. 1010–1013, 2008.
 5. Silva, I. C., Silva, L. L., Silva, R. S., Rebello, J. M. A. and Bruno, A. C., “Carburization of ethylene pyrolysis tubes determined by magnetic measurements and genetic algorithm.” Scripta Materialia 56, pp. 317–320, 2007.
 6. Silva, I. C., Silva, R. S., Rebello, J. M. A., Bruno, A. C. and Silveira, T. F. “Characterization of carburization of HP steels by nondestructive magnetic testing.” NDT&E International 39, pp. 569–577, 2006.
 7. Staszczak, E. J., Rebello, J. M. A., Carvalho, M. B., “Análise da inspeção ultra-sônica de aços HK 40 utilizados em fornos de plantas de processamento de petróleo” In: III Pan-American Conference for Nondestructive Testing, Rio de Janeiro, 2003.
 8. Moreira, M. F., Silveira, T. L., Almeida, L. H. e Ferreira, L. A. M., “Carburização de ligas resistentes ao calor em atmosfera composta por hidrogênio e metano.” In: 6º Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos. Salvador, 2002.
-
- Ivan Costa da Silva**
Formado em Engenharia Industrial Elétrica pelo CEFET “CSF” RJ. Possui doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2006). Atualmente é professor do Departamento de Automação e Sistemas, do Instituto Federal da Bahia, campus Salvador, onde desenvolve trabalhos de pesquisa na área de ensaios não destrutivos e controle de processos industriais.
- Carla Beatriz Fagundes do Carmo**
Graduanda em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA). Bolsista Voluntária no Grupo de Pesquisa de Ensaios não-destrutivos (GPEND) no IFBA.
- Mateus Crusóé Rocha Rebello**
Graduando em Engenharia mecânica pelo Instituto Federal Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA). Bolsista Voluntária no Grupo de Pesquisa de Ensaios não-destrutivos (GPEND) no IFBA.
- Ygor Tadeu Bispo dos Santos**
Atualmente é graduando em Engenharia Industrial Mecânica do Instituto Federal da Bahia. Estagiário do Laboratório de Ensaios Ultrassônicos (LEUS), integrante do grupo de pesquisa em ensaios não destrutivos (GPEND).
- Gustavo da Silva Pereira**
Atualmente é graduando em Engenharia Mecatrônica na UNIFACS – Universidade Salvador. Estagiário no Laboratório de Ensaios Ultrassônicos (LEUS) do Instituto Federal da Bahia (IFBA), pertencente ao Grupo de Pesquisa em Ensaios Não Destrutivos (GPEND).
- Diego Henrique Sampaio Zanini**
Atualmente graduando em Engenharia Mecatrônica pela Universidade Salvador - UNIFACS. Estagiário do Laboratório de Ensaios Ultrassônicos (LEUS) do Instituto Federal da Bahia - IFBA. Participante do Grupo de Ensaios Não Destrutivos (GPEND)

Claudia Teresa Teles Farias

Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal da Bahia (2000), mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2002) e doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2006). Atualmente é Professora Titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Campus Salvador. Coordenadora do Grupo de Pesquisas em Ensaios Não Destrutivos (GPEND) e do Laboratório de Inspeção Não Destrutiva I (LABIND I) do IFBA. Tem experiência na área de Engenharia de Materiais e Metalúrgica, com ênfase em Corrosão e Ensaios Não Destrutivos. Também é Coordenadora do Comitê Regional de Ensaios Não Destrutivos (COREND) Seção Bahia. Atualmente, é membro do Comitê editorial do COTEQ, do Comitê Científico do CONAEND e IEV, além de integrar o Grupo Regional de Inspeção (GRINSP/NE).

Contato com o autor:
ivanstv@gmail.com

E se a relação de *mistura* de tintas bicomponentes não for obedecida?

A relação entre estas quantidades de tinta é importante para que o produto final possa ter as propriedades para a qual ele foi idealizado

A maioria das tintas anticorrosivas como as epóxi e as poliuretânicas são bicomponentes, ou seja, são fornecidas em duas embalagens, cujos conteúdos devem ser misturados momentos antes da sua utilização. A mistura deve ser feita seguindo a relação indicada na ficha técnica ou nos rótulos das tintas.

A relação de mistura dos componentes tem que ser respeitada

O químico formulador de tintas estuda e determina a quantidade de resina básica que coloca na embalagem do componente A e calcula a quantidade de agente de cura que deve colocar no componente B.

Enquanto estão separados os componentes não tem função nenhuma. A tinta é formada somente após a mistura dos dois componentes e por isso a relação entre estas quantidades é importante para que o produto final possa ter as propriedades para a qual ele foi idealizado.

Misturas fora da proporção poderão resultar em tintas com problemas. Na Figura 1, são observadas três situações que podem ocorrer:

- se a proporção de mistura for respeitada a tinta será bem formada e as propriedades serão mantidas (isto é o ideal);
- se a proporção de mistura for feita com excesso de componente B que geralmente é o

agente de cura ou catalisador, a tinta pode resultar dura e quebradiça;

- se a proporção de mistura for feita com excesso de componente A, o componente base, a tinta resultará mole, pegajosa e demorará para curar.



Por Celso Gnecco

Engano comum causado por erro ao apanhar as tintas no estoque

Recomenda-se treinar o pessoal que prepara tintas a prestar atenção no momento da preparação, pois misturas fora da proporção resultam em tintas com problemas de secagem, de endurecimento e fora das propriedades idealizadas no projeto da tinta.

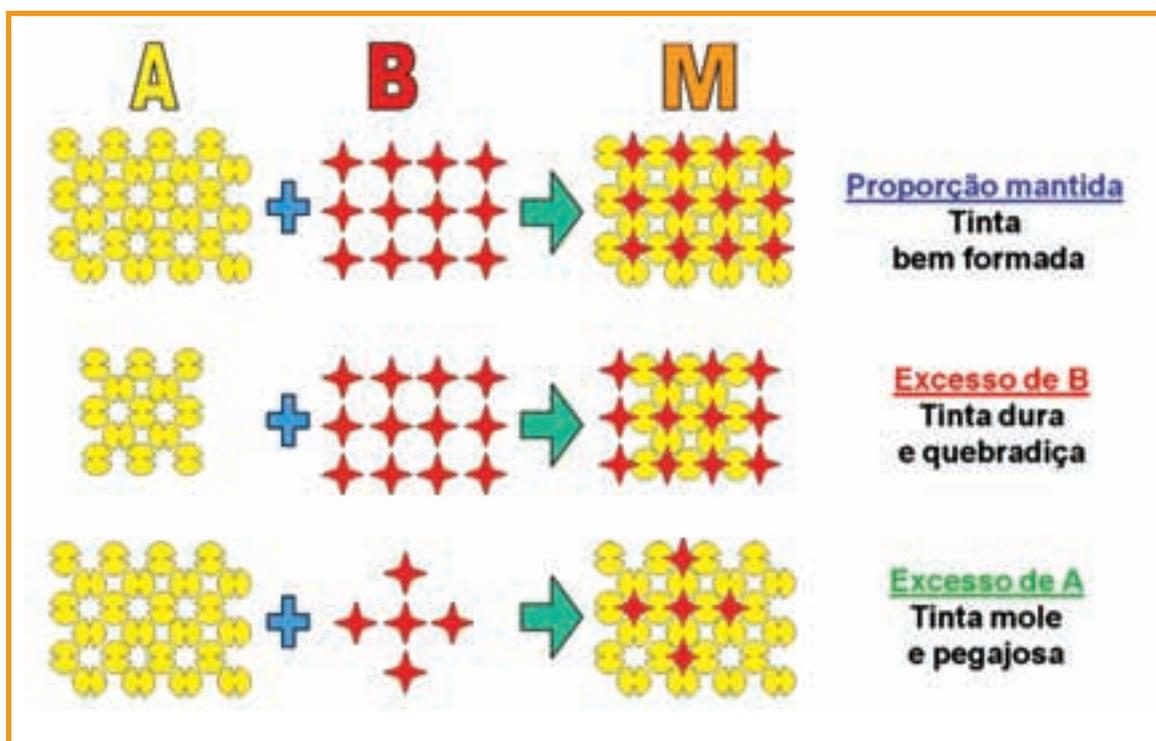


Figura 1 – Influência das quantidades de componentes nas propriedades da tinta

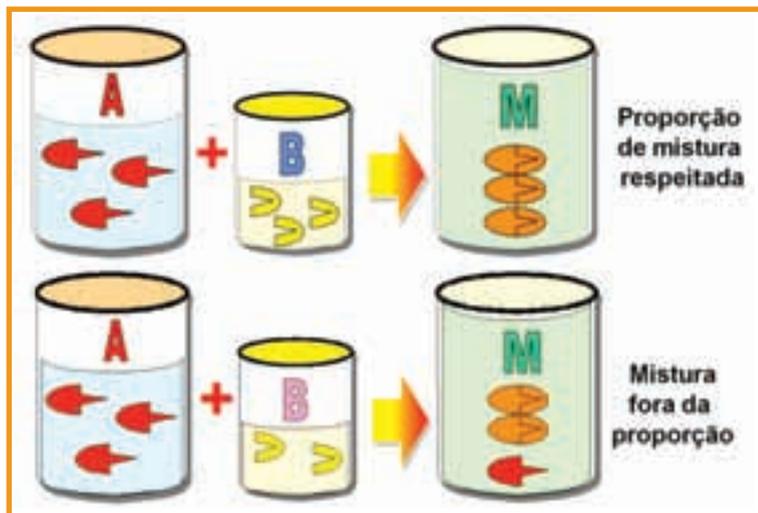


Figura 2 – Consequência da mistura errada dos componentes

Por exemplo, se o pintor misturou o componente A de uma tinta com o componente B de outra tinta, a proporção poderá ser alterada e o resultado é tinta com problemas, como mostrado na Figura 2.

Uma boa sugestão é amarrar com fita crepe o componente B junto com o seu componente A formando um *kit*. Desta maneira, no momento de buscar as tintas no almoxarifado, evita-se a retirada errada de componentes e a possibilidade de comprometer a preparação da tinta, perdendo duas tintas.

A homogeneização ou a agi-

tação de cada componente deve ser feita com todo o cuidado, com agitadores adequados e respeitando a relação de mistura recomendada pelo fabricante.

Nunca julgue que isto é uma perda de tempo, porque a aplicação de uma tinta com mistura fora da proporção gerará muita perda de tempo, prejuízos com desperdício de material, gasto com mão de obra extra e atraso na entrega do serviço.

Embalagens (formato) de tintas bicomponentes para proporção 1:1 e frações

Em proporções 1:1 são usa-

das duas embalagens galões que são preenchidas totalmente, perfazendo a quantidade de 3,6 litros cada uma. Uma tinta com proporção 1:1 só pode ser vendida em quantidade mínima de 2 galões, ou 7,2 litros, como mostrado na Figura 3a.

Nas tintas em proporções fracionadas como 2:1, 3:1, 4:1, ..., o conteúdo das duas embalagens totalizam 1 galão, como pode ser visto na Figura 3b. Na embalagem do componente A, há espaço vazio para receber a quantidade do componente B calculado para completar um galão ou 3,6 litros. Por isso, estas tintas são chamadas de “galão a completar”.

A preparação de tintas bicomponentes para grandes áreas

Se a área for grande e a tinta será consumida toda, é só misturar a totalidade do conteúdo da embalagem do componente B com o A e homogeneizar, tanto se a proporção for 1:1 ou frações como mostrado na Figura 4. Para áreas maiores ainda, é conveniente usar baldes de 18 litros (5 galões) para proporção 1:1 e baldes e galões para proporções fracionadas.

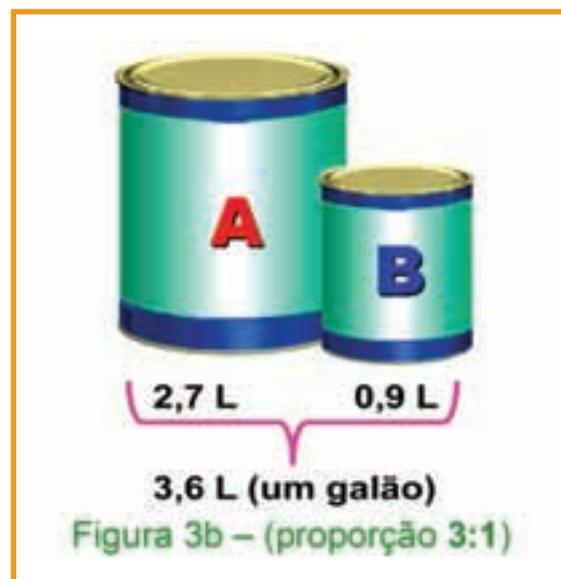
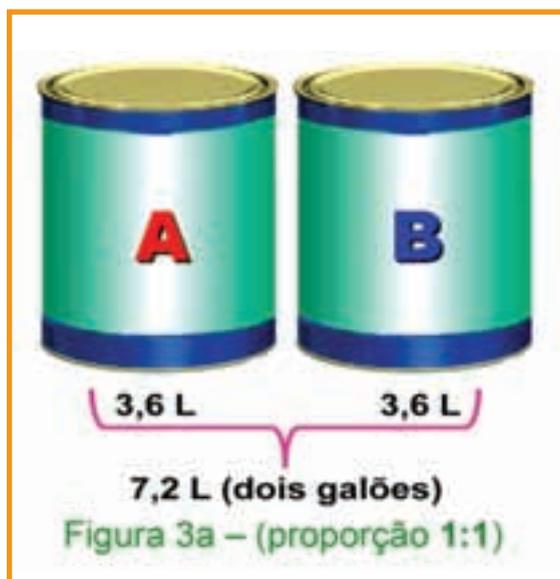


Figura 3 – Formatos de embalagens nas proporções 1:1 e frações

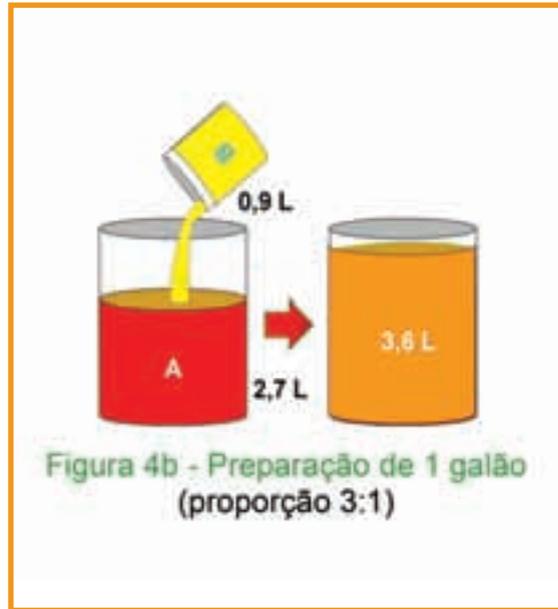
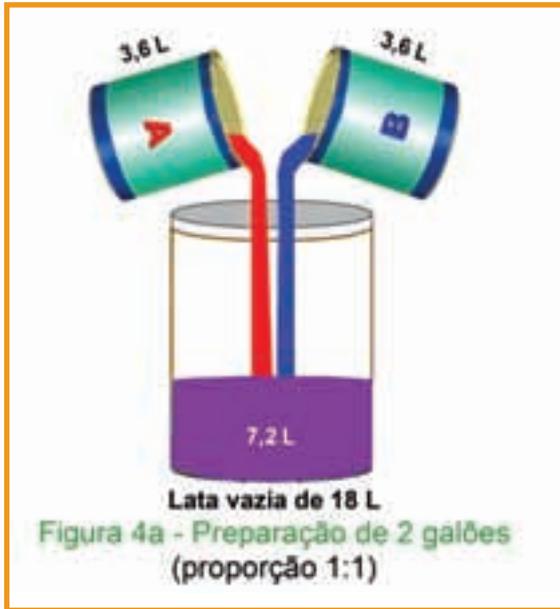


Figura 4 – Preparação da tinta, com mistura completa dos dois componentes

A preparação de tintas bicomponentes para pequenas áreas

Há necessidade de pintar apenas uma pequena área, pouca tinta deverá ser preparada. Por isso, uma parte do componente A deverá ser misturada com a parte equivalente do componente B, mantendo a proporção.

Por exemplo, se a proporção é 1:1, o pintor utilizará uma medida do componente A para uma medida igual do componente B, como pode ser visto na Figura 5a.

Se a proporção é de 3:1, o

pintor poderá utilizar três medidas de componente A para uma medida igual de componente B como pode ser visto na Figura 5b.

Em ambos os casos, a mistura preparada estará na proporção e as quantidades que restaram nas embalagens dos componentes A e B também estarão na proporção e poderão ser utilizadas posteriormente. É só manter as embalagens bem fechadas.

É conveniente que sejam usados copos graduados de polipropileno ou balanças digitais para a preparação das tintas.

O uso de balanças digitais é mais rápido e preciso, mas a maneira mais usada nas oficinas ou no campo, por ser mais barato e prático, são os copos graduados (medida volumétrica).

Celso Gnecco

Engenheiro, Gerente Treinamento Técnico da Sherwin-Williams do Brasil – Unidade Sumaré

Contato com o autor: celso@sherwin.com.br

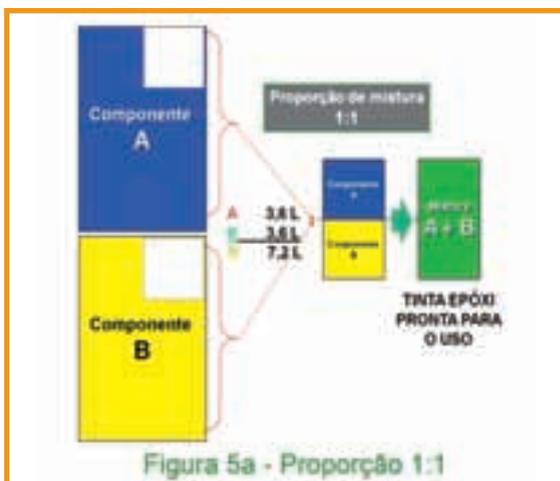


Figura 5 – Preparação de pequenas quantidades em que a tinta não será usada completamente



Foto: Davi Rodrigues

Erik Penna

Um Brasil de *progressos* em meio à crise

“Todo o progresso acontece porque as pessoas ousam ser diferentes”

Harry Millner

Cada vez que as pessoas encontram uma boa desculpa, abrem mão de um ótimo resultado. Digo isso porque há muita gente falando de crise, às vezes até utilizando o jargão “tempos difíceis” para justificar os maus resultados.

Será que as coisas estão realmente difíceis pra todo mundo? A resposta é não.

Há muito progresso e empresas ampliando os negócios, ganhando dinheiro e crescendo normalmente em 2015.

Não se apegue apenas às notícias ruins para explicar as metas não atingidas, aliás, o mercado está recheado de empresas com resultados expressivos. No mês passado, enquanto alguns *shoppings* reclamavam da crise, apliquei um treinamento num deles, em Pernambuco, que registrou um crescimento de dois dígitos no primeiro trimestre do ano.

Enquanto algumas organizações demitem, outras contratam, atuam em vários turnos e fazem horas extras. Segundo a ANFAVEA, a venda de carros novos caiu 19,2 % no período de janeiro a abril de 2015 em comparação a 2014, mas saiba que a Toyota, Hyundai, Jeep e Honda estão se dando muito bem. Para se ter uma ideia, enquanto algumas montadoras demitem ou dão férias coletivas, a Toyota vendeu 56,7 mil automóveis e comerciais leves (incluindo importados), 7 % a mais no mesmo período do ano passado. A Honda em meio à crise lançou o utilitário-esportivo HR-V. Hoje,

os funcionários fazem hora extra para atender o mercado, atualmente tem fila de espera de até 120 dias nas concessionárias e as vendas da marca aumentaram 15 % no primeiro quadrimestre de 2015. Outra marca asiática, a Hyundai, chega a operar em três turnos e, assim como a Honda e a Toyota, não adotou medidas de corte de produção, nem férias coletivas.

Acompanhei também o expressivo crescimento da Estrela Franquias, rede de lojas Barriga Verde/Caverna do Dino, vendendo cada vez mais no ramo de moda infantil. O que dizer então do setor de serviços, segundo a Pesquisa Mensal de Serviços (PMS), cresceu mais de 4 % com destaque ao segmento de seguros, que segundo a SUSEP, teve crescimento de 22,4 % no primeiro trimestre do ano em comparação a 2014.

Pesquisas apontam ainda crescimento nos setores de beleza, tecnologia, artigos de papelaria, comércio eletrônico, atacadista e alimentos, com grande destaque para o agronegócio.

Sei que enfrentamos dificuldades e não estamos vivendo em época de vacas gordas, mas não se iluda pensando que todas as empresas e setores estão fracassados, que só temos péssimos desempenhos e que tudo está perdido. A reflexão que fica é: analise esse contraste de performances e pense sobre o que será que estas organizações estão fazendo para crescer em meio à turbulência. Com certeza não ficam paradas reclamando da crise, mas ao contrário, estão se reinventando, inovando processos e produtos, revendo seus diferenciais, capacitando suas equipes, repensando o mix ofertado ao mercado, criando novas parcerias, adequando e aperfeiçoando seus produtos, descobrindo outros nichos, qualificando-se na prestação de serviço para atuar com excelência e investindo em diferentes canais de divulgação para atrair mais clientes em tempos difíceis.

As dicas acima são alguns dos caminhos que podemos trilhar ao invés de ficarmos apenas resmungando e nos escondendo atrás das agruras econômicas.

E lembre-se: a palavra chave agora é inovar. Para se ter uma ideia de como isso é vital, em 1973 a Exame/FGV elaborou um *ranking* com as 500 maiores empresas do Brasil. Atualmente, 77 % dessas organizações simplesmente desapareceram conforme aponta um estudo da Fundação Dom Cabral.

Erik Penna

Palestrante motivacional, especialista em vendas, consultor e autor dos livros “A Divertida Arte de Vender” e “Motivação Nota 10”.

Contato: www.erikpenna.com.br

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

AIR PRODUCTS BRASIL

www.airproducts.com

AKZO NOBEL LTDA - DIVISÃO COATINGS

www.akzonobel.com/international/

ALCLARE REVESTIMENTOS E PINTURAS LTDA.

www.alclare.com.br

API SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM DUTOS LTDA.

apidutos@hotmail.com

A&Z ANÁLISES QUÍMICAS LTDA.

zilmachado@hotmail.com

BLASPINT MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

www.blaspint.com.br

B BOSCH GALVANIZAÇÃO DO BRASIL LTDA.

www.bbosch.com.br

CBSI – COMP. BRAS. DE SERV. DE INFRAESTRUTURA

www.cbsiservicos.com.br

CEPEL - CENTRO PESQ. ENERGIA ELÉTRICA

www.cepel.br

CIA. METROPOLITANO S. PAULO - METRÔ

www.metro.sp.gov.br

CONFAB TUBOS S/A

www.confab.com.br

CORRPACK DO BRASIL

www.corrpack.com.br

DE NORA DO BRASIL LTDA.

www.denora.com

DETEN QUÍMICA S/A

www.deten.com.br

D. F. OYARZABAL

oyarza@hotmail.com

ELETRONUCLEAR S/A

www.eletronuclear.gov.br

ENGE CORR ENGENHARIA LTDA.

www.engecorr.ind.br

EUOMARINE SERVIÇOS ANTICORROSIVOS

www.euomarine.eng.br

FIRST FISCHER PROTEÇÃO CATÓDICA

www.firstfischer.com.br

FISCHER DO BRASIL – TECNOLOGIAS DE MEDIÇÃO

www.helmut-fischer.com.br

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A

www.furnas.com.br

GAIA TEC COM. E SERV. DE AUTOMAÇÃO E SISTEMAS

www.gaiatec.com.br

GCO PINTURA INDUSTRIAL

www.gcopintura.com.br

G P NIQUEL DURO LTDA.

www.grupogp.com.br

GCP DO BRASIL PROTEÇÃO CATÓDICA LTDA.

www.gcpdobrasil.com.br

HITA COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA.

www.hita.com.br

IEC INSTALAÇÕES E ENGª DE CORROSÃO LTDA.

www.iecengenharia.com.br

INSTITUTO PRESBITERIANO MACKENZIE

www.mackenzie.com.br

INT – INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA

www.int.gov.br

ITAGUAÍ CONSTRUÇÕES NAVAIS – ICN

qualidade@icnavais.com

JATEAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.

www.jatear.com

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

www.jotun.com

MANGELS INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

www.mangels.com.br

MARIA A. C. PONCIANO – ME

www.gsimacae.com.br

MARINE IND. E COM. DE TINTAS LTDA.

www.marinetintas.com.br

MAX EVOLUTION LTDA.

www.maxpinturas.com.br

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

www.morkenbrasil.com.br

MUSTANG PLURON QUÍMICA LTDA.

www.mustangpluron.com

NOF METAL COATINGS SOUTH AMERICA

www.nofmetalcoatings.com

NOVA COATING TECNOLOGIA, COM. SERV. LTDA.

www.novacoating.com.br

OPEMACS SERVIÇOS TÉCNICOS LTDA.

www.opemacs.com.br

PETROBRAS S/A - CENPES

www.petrobras.com.br

PETROBRAS TRANSPORTES S/A - TRANSPETRO

www.transpetro.com.br

PINTURAS YPIRANGA

www.pinturasypiranga.com.br

POLY-TÉCNICA TRAINING

www.polytecnica.com.br

PORTCROM INDUSTRIAL E COMERCIAL LTDA.

www.portcrom.com.br

P. G. MANUTENÇÃO E SERVIÇOS INDUSTRIAIS

www.pgindustriais.com.br

PPG IND. DO BRASIL TINTAS E VERNIZES

www.ppgpmc.com.br

PPL MANUTENÇÃO E SERVIÇOS LTDA.

www.pplmanutencao.com.br

PRESSERV DO BRASIL LTDA.

www.presservbrasil.com.br

PROMAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.

www.promarpintura.com.br

QUÍMICA INDUSTRIAL UNIÃO LTDA.

www.tintasjumbo.com.br

RENNER HERMANN S/A

www.rennercoatings.com

RESINAR MATERIAIS COMPOSTOS

www.resinar.com.br

REVESTIMENTOS E PINTURAS BERNARDI LTDA.

bernardi@pinturasbernardi.com.br

RUST ENGENHARIA LTDA.

www.rust.com.br

SACOR SIDEROTÉCNICA S/A

www.sacor.com.br

SHERWIN WILLIAMS DO BRASIL - DIV. SUMARÉ

www.sherwinwilliams.com.br

SMARTCOAT – ENG. EM REVESTIMENTOS LTDA.

www.smartcoat.com.br

SOFT METAIS LTDA.

www.softmetais.com.br

TBG - TRANSP. BRAS. GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL

www.tbg.com.br

TECHNIQUES SURFACES DO BRASIL LTDA.

www.tsdobrasil.srv.br

TECNOFINK LTDA.

www.tecnofink.com

TINÔCO ANTICORROSÃO LTDA.

www.tinocoanticorrosao.com.br

TINTAS VINCI IND. E COM. LTDA.

www.tintasvinci.com.br

ULTRABLAST SERVIÇOS E PROJETOS LTDA.

www.ultrablast.com.br

UTC ENGENHARIA S.A.

www.utc.com.br

VCI BRASIL IND. E COM. DE EMBALAGENS LTDA.

www.vcibrasil.com.br

WEG TINTAS LTDA.

www.weg.net

W&S SAURA LTDA.

www.wsequipamentos.com.br

ZERUST PREVENÇÃO DE CORROSÃO LTDA.

www.zerust.com.br

ZINCOLIGAS IND. E COM. LTDA.

www.zincoligas.com.br

ZIRTEC IND. E COM. LTDA.

www.zirtec.com.br

Mais informações: Tel. (21) 2516-1962
www.abraco.org.br

LL-Alugold SCR®

PRÉ-TRATAMENTO PARA PINTURA DO ALUMÍNIO

Processo isento de cromo, visível na cor castanha avermelhada

HOMOLOGADO PELA QUALICOAT

**Tecnologia inovadora SiNo – Fusão dos Conceitos
da Tecnologia dos Silanos e da Nanotecnologia**

Atende às normas nacionais e internacionais: ABNT NBR 14125 / Qualicoat / AMMA

- Resistência à corrosão com 1000 horas de Salt Spray Acético
- 100% de aprovação nos testes de aderência seca e úmida
- Controle operacional e de qualidade pela variação da cor
- Preserva o meio ambiente pela inexistência de cromo



Vídeo do processo em operação em:
www.italtecno.com.br

**Lançamento Mundial
Patente Internacional**



ITALTECNO
DO BRASIL LTDA.

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

Aporte