

Corrosão & Proteção

ABRACO
Associação Brasileira de Corrosão
ISSN 0100-1485

Ciência e Tecnologia em Corrosão

APORTE
EDITORIAL

Ano 9
Nº 44
Nov/Dez 2012

ENTREVISTA

*Dilson Ferreira,
presidente-executivo
da ABRAFATI –
Associação Brasileira
dos Fabricantes
de Tintas*

METALIZAÇÃO/ASPERSÃO TÉRMICA

VANTAGENS E APLICAÇÕES

LL-Alugold SCR®

PRÉ-TRATAMENTO PARA PINTURA DO ALUMÍNIO

Processo isento de cromo, visível na cor castanha avermelhada

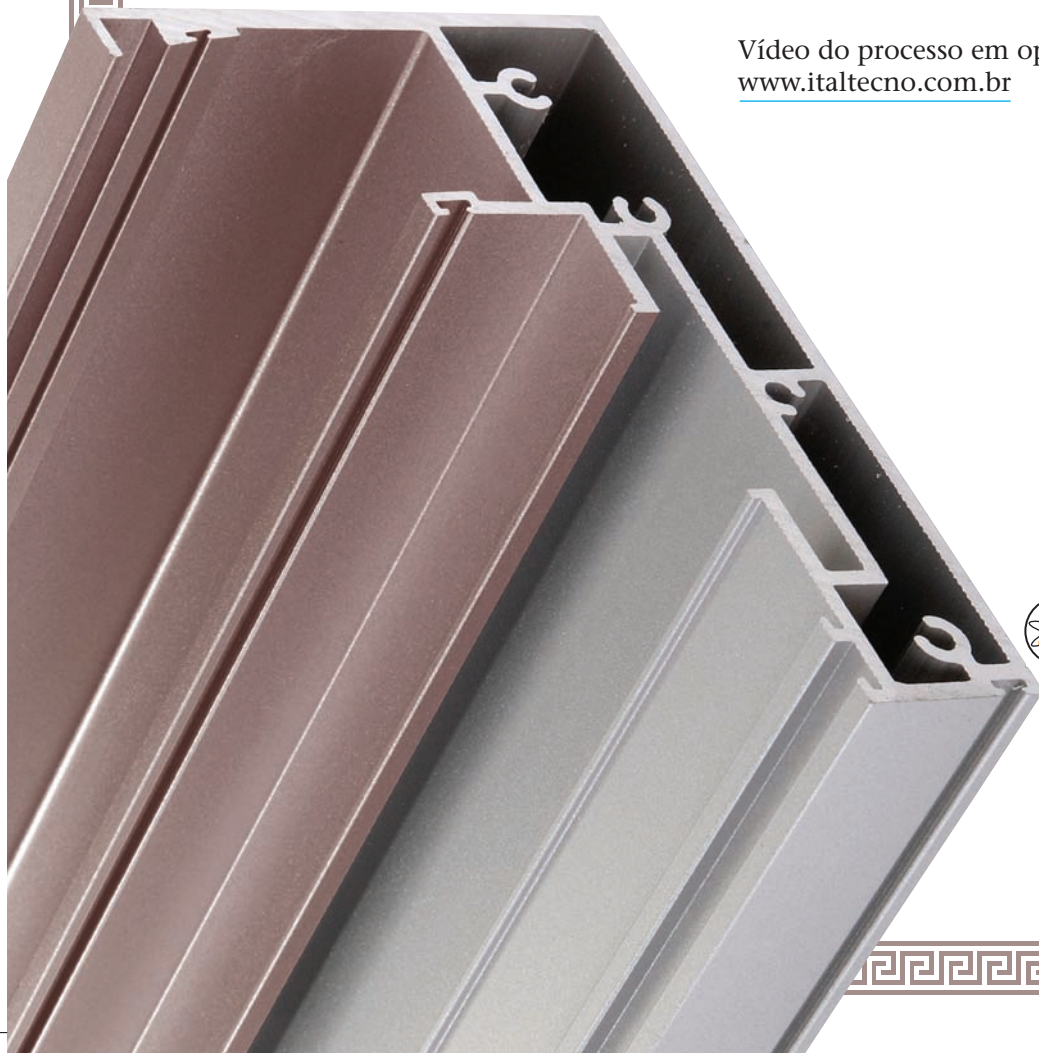
“Lançamento Mundial – Patente Internacional”

**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



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



A revista **Corrosão & Proteção** é uma publicação oficial da ABRACO – Associação Brasileira de Corrosão, fundada em 17 de outubro de 1968. ISSN 0100-1485

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

Diretoria Executiva – Biênio 2013/2014

Presidente

Eng. Rosileia Montovani – Jotun Brasil

Vice-presidente

Dra. Denise Souza de Freitas – INT

Diretores

Aécio Castelo Branco Teixeira – QUÍMICA UNIÃO

Eng. Aldo Cordeiro Dutra

Cesar Carlos de Souza – WEG TINTAS

M.Sc. Gutemberg de Souza Pimenta – CENPES

Isidoro Barbiero – SMARTCOAT

Eng. Pedro Paulo Barbosa Leite

Dra. Simone Louise Delarue Cezar Brasil

Conselho Científico

M.Sc. Djalma Ribeiro da Silva – UERN

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

Simone Maciel – ABRACO

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

João Conte – Denise B. Ribeiro Conte

Editor

Alberto Sarmiento Paz – Vogal Comunicações

redacao@vogalcom.com.br

Repórter

Carlos Sbarai

Projeto Gráfico/Edição

Intacta Design – info@intactadesign.com

Gráfica

Ar Fernandez

Esta edição será distribuída em Fevereiro de 2013.

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.

Sumário



Foto cedida pela Oquimal/
Harris Solda / Suker

4

Editorial

Investimentos em infraestrutura

5

Brasil Galvanizado

*Prêmio ICZ valoriza profissionais
e ganha reconhecimento internacional*

6

Entrevista

As perspectivas no setor de tintas anticorrosivas

8

Abraco Informa

10

Metalização Aspersão térmica

Vantagens e aplicações

33

Cursos

34

Opinião

*Do sonho à realidade: um caminho
para empreender com sucesso*

Artigos Técnicos

20

*Corrosão e biocorrosão em aço API
5L X60 exposto a óleo bruto e água
produzida*

*Por Magda Rosângela Santos Vieira,
Francisca Pessoa de França e Severino
Leopoldino Urtiga Filho*

28

*Nonopartículas e sua funcionalização:
uma ferramenta contra a corrosão?*

*Por Fabiana Yamasaki Martins Vieira,
Zehbour Panossian e
Célia A. L. dos Santos*

Investimentos em *infraestrutura*

AS DEFICIÊNCIAS DA INFRAESTRUTURA BRASILEIRA É TEMA RECORRENTE. OS MOTIVOS PARA ESSA SITUAÇÃO que compromete o desenvolvimento do país são muitos e de toda ordem e esse descompasso entre a capacidade de produção e as dificuldades logísticas e operacionais geram desde filas intermináveis em estradas de acesso aos portos até aumento de custo dos produtos finais.

Desde o final dos anos de 1990, com a estabilização econômica e política, alguns passos vêm sendo dados. Não com a velocidade necessária, mas há uma tentativa de atender às demandas por infraestrutura, cujos investimentos ficaram praticamente estagnados por cerca de duas décadas. Algumas áreas passaram por processos de privatização (como a de telefonia), outros modelos de concessão foram criados e a esfera pública com certa capacidade de investimento.

O relatório publicado pela CriActive e Exit8 sobre os principais investimentos no mercado de infraestrutura trazem dados importantes. O estudo indica que, no período de 2012 a 2017, os investimentos podem chegar a R\$ 1,683 trilhões, sendo que desse total:

- R\$ 423,4 bilhões já foram investidos e destinados tanto às obras concluídas (R\$ 89,2 bilhões) como às obras que em andamento (R\$ 334,2 bilhões).

“O novo plano de negócios da PETROBRAS prevê investir R\$ 236,6 bilhões: R\$ 208,7 bilhões em 833 projetos já em andamento e R\$ 27,8 bilhões em outros 147 ainda em fase de avaliação”

- R\$ 668 bilhões estão sendo distribuídos nas obras em andamento (R\$ 656,2 bilhões) e alocados nas obras que iniciaram, porém estão paralisadas (R\$ 11,8 bilhões).

- R\$ 592,3 bilhões é o montante destinado às obras que estão na fase de projeto, licitação e intenção, sendo que destas, 903 obras já têm uma estimativa de data de início e correspondem a R\$ 325,4 bilhões, e 4.171 obras estão, por enquanto, apenas no papel, somando R\$ 266,9 bilhões.

O setor de Óleo e Gás receberá 43 % do total de investimentos, consolidando-se como o segmento que mais receberá atenção. Na sequência, estão os setores de Transporte (24 %), Energia (13 %), Indústria (11 %), Saneamento (5 %), Infraestrutura esportiva (1 %), Habitação (1 %) e demais áreas (3 %).

O relatório indica ainda que do total investido no setor de Óleo e Gás, cerca de 80 % são exclusivamente investimentos da PETROBRAS. O novo plano de negócios da empresa (PNG 2012-2016) definiu 980 projetos com previsão de investimentos total de R\$ 236,6 bilhões, sendo 833 projetos no valor de R\$ 208,7 bilhões já estão em andamento e 147 estão em avaliação, com expectativa de R\$ 27,8 bilhões de investimento.

Algumas medidas anunciadas no final do ano de 2012 trazem ainda mais alento para a recuperação ou mesmo criação de uma infraestrutura confiável e que dê suporte ao desenvolvimento do Brasil. Na área aeroportuária, após passar três aeroportos (Santos Dumont, Viracopos e Cumbica) para a administração privada, foram anunciados o mesmo modelo para Cofins (MG) e Galeão (RJ) que, em conjunto, vão investir cerca de R\$ 11 bilhões em modernização e ampliação. Ainda nessa área, também foram anunciados investimentos diretos em 270 aeroportos regionais no valor de R\$ 7,3 bilhões.

A estrutura portuária receberá R\$ 54 bilhões até 2017 de investimentos combinados entre os setores público e privado. O objetivo é claro: maior movimentação com menor custo. Além dos investimentos, uma série de outras medidas, que inclui a centralização do planejamento e gestão na Secretaria dos Portos, pretende agilizar uma série de processos que ampliam ainda mais o gargalo portuário.

Ainda na questão logística, em agosto, o governo lançou o Plano de Investimentos em Rodovias e Ferrovias, com meta de investimento de R\$ 79 bilhões nos próximos cinco anos, o que seria suficiente para duplicar os quilômetros de rodovias e construir 10 mil quilômetros de ferrovias.

Agora é acompanhar se efetivamente os investimentos que serão feitos e se os cronogramas serão mantidos. Esse será talvez o maior desafio, pois já está na hora do Brasil superar essa crise de infraestrutura para que o país possa ter condições ideais para o crescimento sem os gargalos inibidores da prosperidade.

Boa Leitura!

Os editores

Prêmio ICZ valoriza profissionais e ganha *reconhecimento* internacional

Ao reunir galvanizadores, fornecedores de matéria-prima, de equipamentos e de soluções para a indústria e contratantes de serviços de galvanização, a premiação alcançou um sucesso além das expectativas

Realizado pelo Instituto de Metais Não Ferrosos (ICZ), foi realizado em dezembro de 2012, em São Paulo, o evento de premiação do “Prêmio Brasil Galvanizado”. Outorgado pela primeira vez, o prêmio tem como objetivo reconhecer os profissionais que investem na valorização de seus projetos, voltados a garantir um futuro mais sustentável. Segundo o gerente de Desenvolvimento de Mercado da Votorantim Metais, Eduardo Perez, a premiação foi um sucesso porque conseguiu reunir profissionais de toda essa cadeia produtiva, galvanizadores, fornecedores de matéria-prima, de equipamentos e de soluções para a indústria e dos contratantes de serviços de galvanização.

Além de reunir os profissionais que solicitam, especificam e executam as obras, o evento abriu espaço para uma troca de conhecimentos sobre tudo o que existe de inovação na galvanização para o mercado brasileiro. “Agora a ideia é divulgar esses *cases* premiados junto à indústria, fornecedores e usuários. Temos a certeza de que, com essa ação, vamos contribuir para disseminar ainda mais as boas práticas de galvanização no Brasil, enxergando obras e projetos pensando no longo prazo, no ciclo de vida do produto e no custo benefício do projeto. Esta é a grande conscientização que nós queremos trazer com esse prêmio”, argumentou Eduardo Perez.

O gerente executivo do ICZ, Ricardo Suplicy de Araújo Goes,



Ricardo Suplicy de Araújo Goes do ICZ

mestre de cerimônias do evento, considerou um sucesso a primeira edição do Prêmio Brasil Galvanizado. “Vale a pena chamar a atenção para o fato de que todos os ganhadores participarão do prêmio internacional, previsto para 2015, na Inglaterra. O mercado brasileiro de galvanização tem muito espaço para crescer e já está muito focado na questão da sustentabilidade. Novas tecnologias aumentam a vida útil das peças e, hoje, tanto o aço quanto o zinco utilizado para proteger o aço contra a ação corrosiva são 100 % recicláveis. Esses *cases* nacionais mostram como o Brasil rapidamente se equipara com os principais centros mundiais do tema”, comentou Ricardo Suplicy de Araújo Goes. Os projetos apresentados foram divididos em quatro categorias: Na categoria Novas Aplicações o vencedor foi Duopark Krebs, tendo como solicitante e galva-

nizador a empresa Krebsfer Industrial. Na categoria Industrial, o projeto premiado foi: Análises comparativas entre aços zincados por imersão a quente e os aços pintados para uso em estruturas na unidade da FAFEN-SE. A solicitante deste trabalho foi a FAFEN-SE (Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados de Sergipe) da PETROBRAS juntamente com a galvanizadora Brafer Construções Metálicas. Construção e Arquitetura, a terceira categoria, teve como vencedor o novo Centro de Convenções do Ceará e o solicitante foi a empresa Zipco Coberturas Metálicas e o galvanizador foi Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais. Por fim, na categoria Obra Emblemática, o projeto premiado recebeu o nome de armazém de açúcar e o solicitante foi a Blat Estruturas Metálicas e o galvanizador foi a Armco Staco.

Foto: Lucinda Otaviano

Entrevista



Dilson Ferreira

As *perspectivas* no setor de tintas anticorrosivas

Presidente-executivo da ABRAFATI faz um balanço sobre o setor de tintas anticorrosivas e traça um panorama do mercado nacional

Administrador de empresas e advogado, Dilson Ferreira ocupa a Presidência-Executiva da ABRAFATI – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas desde 1999. Antes de assumir o posto, acumulou 33 anos de experiência no setor químico e de tintas e vernizes, qualificando-o para conduzir a entidade do setor em inúmeras iniciativas.

Nesse período, com apoio de outros profissionais da diretoria da entidade, a ABRAFATI consolidou-se como referência do setor de tintas junto aos órgãos governamentais, criou o Programa Setorial de Melhoria da Qualidade das Tintas Imobiliárias, expandiu e fortaleceu o Congresso Internacional de Tintas (hoje o terceiro mais importante do mundo), apurou o Prêmio ABRAFATI-PETROBRAS de Ciências em Tintas, criou o Programa Pintor Profissional ABRAFATI e implementou o programa *Coatings Care* na indústria de tintas do Brasil, dentre inúmeras outras ações.

“Destacaria ainda o desenvolvimento de campanhas e iniciativas voltadas para a manutenção de uma postura ética, de defesa da concorrência e de respeito ao consumidor na cadeia de tintas”, comenta Ferrei-

ra, informando ainda que a ABRAFATI representa o Brasil junto ao IPPIC – *International Paint and Printing Ink Council*. Acompanhe entrevista com Dilson Ferreira.

Como o Sr. avalia o mercado nacional de tintas utilizadas na indústria naval e na manutenção industrial (nos segmentos de petróleo e gás, usinas de álcool, linhas de transmissão etc.) no aspecto de qualidade e sustentabilidade?

Ferreira – *Esses segmentos são de grande importância para que o Brasil atenda suas necessidades de infraestrutura. E as tintas produzidas no Brasil para essa utilização são de alta tecnologia, atendendo às mais rígidas especificações e exigências internacionais, em termos de qualidade e de sustentabilidade.*

A sustentabilidade tornou-se um fator chave para todas as empresas e vem merecendo atenção especial na agenda da indústria de tintas, que vem trabalhando fortemente na pesquisa e no desenvolvimento de soluções sustentáveis, com a participação decisiva de fornecedores do setor.

As novas tecnologias permitem formulações de tintas à base de água ou o uso de solventes mais compatíveis com as necessidades ambientais.

Quais são os maiores desafios dos fabricantes? Como a questão ambiental se impõe no negócio?

Ferreira – *Os principais desafios são a contínua diminuição dos níveis de VOCs (Compostos Orgânicos Voláteis) de todas as tintas e a eliminação de metais pesados das formulações, em continuidade ao que a indústria de tintas já vem fazendo ao longo dos anos.*

O mercado nacional já atende aos mais exigentes parâmetros mundiais ou ainda temos gaps que são atendidos por produção externa?

Ferreira – *O gap tem se tornando cada vez menor. Pouquíssima tinta é importada pelo Brasil atualmente. O País se consolidou como um dos grandes produtores mundial de tintas e acompanha as principais tendências globais, possuindo tecnologia para a formulação e produção de tintas para variadas aplicações, com competência técnica comparável à dos países mais avançados. As especificações da PETROBRAS, por exemplo, são extremamente rígidas, e os fabricantes locais têm se mostrado capazes de cumpri-las.*

Falando em produção externa, o Sr. poderia fazer uma comparação entre a fabricação

nacional e o que é produzido no exterior.

Ferreira – É importante destacar que a indústria brasileira de tintas de manutenção e marítimas de alto desempenho é constituída por empresas multinacionais que fabricam aqui as mesmas tintas produzidas em seus países de origem, com especificações semelhantes, e por empresas nacionais que desenvolveram tecnologias próprias, fornecendo tintas de altíssima qualidade no mesmo nível dos melhores produtos globais.

O Brasil pode ser considerado um player global quando falamos de tintas de manutenção e para a indústria naval?

Ferreira – Sem dúvida. O Brasil é um dos maiores mercados consumidores e produtores do mundo, com níveis de qualidade muito elevados. Com o fortalecimento da indústria naval e a forte expansão do setor petrolífero, não tenho dúvida de que seremos um player global ainda mais forte nesse segmento.

Em função da expectativa de ampliação do mercado nacional, principalmente no setor de petróleo e gás, podemos ter movimentos para ampliar a produção e a pesquisa nas unidades locais dos fabricantes?

Ferreira – Certamente, essa é uma tendência crescente que já vem acontecendo. A retomada da indústria naval e os significativos investimentos que já estão sendo e continuarão a ser feitos na exploração, refino e transporte de petróleo e gás fizeram com que o Brasil passasse a ser um mercado chave para os fabricantes de tintas que atuam nesse segmento. Consequentemente, a pesquisa e a produção de tintas acompanha - rão esse crescimento dos setores naval e petrolífero.



“A sustentabilidade tornou-se um fator chave para todas as empresas e vem merecendo atenção especial na agenda da indústria de tintas”, destacou Ferreira

Quais as expectativas de crescimento desse setor de tintas para os próximos anos?

Ferreira – Os investimentos programados em infraestrutura, pelo governo, com a participação da iniciativa privada farão com que esses segmentos da indústria de tintas cresçam anualmente em um nível bem superior ao crescimento econômico do país. Estimo o crescimento desses segmentos, nos próximos anos, em 3 ou 4 pontos percentuais acima do PIB.

Em setembro será realizada a ABRAFATI 2013, reunindo o Congresso Internacional de Tintas e a Feira de Exposições. Qual a importância do evento no cenário nacional?

Ferreira – O evento é uma excelente ocasião para ter uma visão abrangente do que existe de mais inovador e sustentável em termos de matérias-primas, formulação, aplicação de tecnologias, incremento de performance, funcionalidades, entre outros aspectos. Os desenvolvimentos relacionados às tintas navais, de manutenção

que proporcionam proteção contra a corrosão fazem parte da abrangente programação, e acredito que contribuirá para que os profissionais do setor aprofundem seus conhecimentos e tenham uma visão panorâmica do que já está acontecendo e das tendências futuras.

Aproveito para convidar a todos a participar do evento, que será realizado em São Paulo, entre 16 e 18 de setembro, no Transamérica Expo Center. A programação técnica prevê 72 conferências em seis auditórios, além de sessão de pôster, plenárias e outros eventos. Concomitante ao evento, será realizada a Feira de Exposições que contará com a presença de mais de 200 empresas. Acredito que a ABRAFATI 2013 será ainda mais internacional, pois o mundo está de olho no País, cuja visibilidade se torna ainda mais forte neste momento em função da proximidade da Copa do Mundo e das Olimpíadas.

Mais informações:
www.abrafati2013.com.br

Experiência gratificante

João Hipolito de Lima Oliver deixa presidência da ABRACO com a sensação de dever cumprido. À frente da entidade no biênio 2011/2012, Hipolito, gerente de Controle de Integridade de Instalações da TRANSPETRO, passa o cargo a Rosiléia Mantovani e comenta na entrevista a seguir algumas impressões dessa experiência associativa.

Quais as suas impressões pessoais de dirigir a entidade?

Oliver – *Estar à frente de uma entidade representativa como ABRACO foi um privilégio, pois nessa posição vimos o quanto representamos para a comunidade (governos, associados, indústria, entidades de ensino e de pesquisa e profissionais do setor), com destaque para a visão de compromisso com o País e com a sociedade brasileira, uma vez que a ABRACO tem por objetivo difundir, para todo o terri-*



Hipolito e Rosileia em evento que anunciou a nova legislação IMO PSPC

tório nacional, o conhecimento da corrosão e seus métodos de prevenção e de controle. Entender as demandas da sociedade e da indústria quanto ao controle da corrosão e contribuir no atendimento dessas demandas requer uma atuação ampla com os diferentes segmentos desta comunidade. Neste contexto, se incluem os treinamentos profissionalizantes destinados a qualificação individual. Por exemplo, assumimos compromisso com o governo de Pernambuco para montarmos um Centro de Qualificação de Inspectores de Pintura e estamos detalhando um acordo com o SENAI-CIMATEC para montarmos outro Centro de Exames de Qualificação (CEQ) do Sistema Nacional de Qualificação e Certificação em Corrosão e Proteção (SNQC-CP), em Salvador.

Quais os projetos/programas que o senhor destacaria nesse período.

Oliver – *Temos várias ações de grande valia e destaco os programas implementados no nosso Planejamento Estratégico 2011/2012, que são: Otimização da Gestão, com o objetivo de dotar a ABRACO de práticas que possam aumentar sua eficiência e eficácia; Otimização dos talentos, implementando modernas ferramentas de gestão de pessoas para reestruturar atividades e funções; Criação do Espaço Vicente Gentil, que vai abrigar todo o acervo do Prof. Vicente Gentil para consulta (projeto em andamento); Ampliação da ABRACO, com a aquisição de seis novas salas que serão destinadas a treinamentos e eventos; Novos Negócios, com a criação de programas de interesse dos associados e da comunidade técnica, além é claro do INTERCOOR 2012 que bateu recorde de participação.*

No âmbito de Novos Negócios quais as principais ações desenvolvidas?

Oliver – *Implementamos o curso de certificação de profissional em Proteção Catódica, obtivemos a Acreditação pelo Loyd's Register do Módulo IMO/PSPC no curso Inspetor de Pintura Industrial N1, assinamos termos de compromisso para implementação de CEQs em Pernambuco (ITEP) e no SENAI-CIMATEC (Salvador, BA), incluímos a Galvanização no CB 43 para o funcionamento da CEE 114 - Comissão de Estudo Especial de Zincagem a Quente, que ficou sob a coordenação da ABRACO em parceria com o ICZ e, finalmente, acertamos os termos para implementação da qualificação de pintor no SENAI/ RJ e Certificação pela ABRACO. É uma lista de muita valia em termos de disseminação do conhecimento e aperfeiçoamento técnico aos profissionais.*

A ABRACO tem como marca a continuidade de ações. Como o senhor avalia essa postura?

Oliver – *A continuidade vem do próprio estatuto da ABRACO, no qual está estabelecido que o vice-presidente eleito (mais votado) será o presidente da gestão seguinte. Eu prefiro usar o termo “melhoria” ao invés*

de “continuidade”, porque o mercado atual está em constante evolução, com demandas novas e inovadoras que requerem que seus players estejam aptos a atendê-lo com novos processos e produtos. Daí a necessidade da ABRACO inovar e melhorar constantemente os seus serviços e produtos.

Além de continuar o que está dando certo, o que mais está sendo avaliado para a nova gestão?

Oliver – Creio que, com a reforma administrativa concluída na minha gestão, o foco agora será o atendimento às novas demandas do mercado, tais como: a qualificação para pintor industrial, normas de galvanização e novos convênios na área de treinamento, além da criação de Certificação de novos produtos e serviços e oferecimento de novos serviços especializados de consultoria na área de atendimento aos requisitos de certificação e de auditorias em contratos de pintura.

Nesse sentido, novos convênios deverão ser feitos e novos cursos deverão ser oferecidos ao mercado, especialmente nas áreas de Pintura Industrial, Proteção Catódica, Galvanização e outras atividades de controle da corrosão. A Certificação de profissionais teve uma significativa evolução na nossa gestão, e deverá crescer mais ainda.

Resumindo, a diretriz será parcerias em treinamento, certificação de pessoas, produtos e serviços, e novos serviços com cunho de auditorias relacionadas à certificação.

Como ex-presidente da Diretoria, deixarei a função executiva e passarei a ocupar a posição de presidente do Conselho Deliberativo, com uma visão estratégica. Com isso estarei fazendo a ligação entre a Diretoria e o Conselho para os temas estratégicos da ABRACO.

Que mensagem o senhor deixa para a comunidade do setor?

Oliver – Agradeço aos diretores e diretoras, conselheiros, associados e colaboradores pelo trabalho feito. Em especial enalteço o meu agradecimento ao mais antigo colaborador da ABRACO, Walter Marques, falecido em fevereiro/2012, que conforme palavras do nosso Diretor Aldo Dutra, "sua passagem pela nossa associação foi marcada pela abnegação sobrepondo-se ao dever profissional".

Entendo que nessa nova gestão, a ABRACO continuará a crescer de forma estruturada e sustentável, acompanhando as demandas cada vez mais exigentes da sociedade e da indústria quanto ao controle da corrosão. Desejo que a nova gestão, dirigida por Rosiléia Mantovani, com Denise Freitas ocupando a vice-presidência, tenha sucesso nesse instigante e gratificante desafio que é comandar a ABRACO.

Gestão do biênio 2013/2014 da ABRACO

Nova diretoria executiva da ABRACO comandará a entidade no período de 1º de janeiro de 2013 a 31 de dezembro de 2014. Veja abaixo os membros desta nova gestão.

DIRETORIA EXECUTIVA

Presidente

Rosiléia Mantovani
JOTUN BRASIL LTDA.

Vice-presidente

Denise Souza de Freitas
INT – INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA

DIRETORES

Aécio Castelo Branco Teixeira
QUÍMICA INDUSTRIAL UNIÃO LTDA.

Isidoro Barbiero
SMARTCOAT ENGENHARIA EM REVESTIMENTOS LTDA.

Aldo Cordeiro Dutra
INDIVIDUAL

Pedro Paulo Barbosa Leite
INDIVIDUAL

Cesar Carlos de Souza
WEG TINTAS LTDA.

Simone Louise Delarue Cezar Brasil
INDIVIDUAL

Gutemberg de Souza Pimenta
PETROBRAS – PETRÓLEO BRASILEIRO S/A



Vantagens e aplicações

*Consulta a especialistas, fornecedores de equipamentos e de materiais na área de metalização /
aspersão térmica trazem um panorama setorial atualizado sobre o assunto*

A Revista **Corrosão & Proteção** procurou abordar com profundidade o tema metalização. Ao fornecer um panorama atualizado sobre o tema, a publicação pretende levar o conhecimento a um maior número de profissionais usuários, contribuindo para a necessária atualização constante que o mercado exige. Para esse trabalho de fôlego, a revista contou com a importante contribuição do consultor técnico em metalização Luiz Cláudio de Oliveira Couto que, além de contribuir com seu conhecimento, abordando características, vantagens, indicações de aplicação, potenciais de mercado, aplicação em outros países, dentre outros pontos relevantes, levantou informações junto a distribuidores de equipamentos e de materiais. Com essa iniciativa, Couto brinda os leitores com um panorama consistente.

Formado em engenharia metalúrgica pela FEI – Faculdade de Engenharia Industrial, Couto iniciou sua carreira no segmento de engenharia de superfícies na Cascadura Industrial, ainda nos anos de 1980. Posteriormente, atuou na Durotec, na Revex do Brasil e na Revex Metalização. Antes de se dedicar a consultoria, atuou ainda nas áreas de equipamento de jateamento abrasivo na Febratec, na assessoria de engenharia industrial da Kuninari, na área de pulverização da *Spraying Systems* e, finalmente, na Alcan Alumínio. Há quatro anos se dedica exclusivamente a consultoria, com ênfase especial aos processos de metalização / aspersão térmica com aplicações e desenvolvimentos industriais voltados à recuperação dimensional, proteção contra o desgaste, abrasão, cavitação e corrosão em peças de equipamentos industriais e estruturas metálicas (para saber mais acesse: www.metalizacao.eng.br).

Inicialmente, um ponto importante a esclarecer é aquele relativo às características técnicas da metalização. Vale lembrar que o termo Metalização é utilizado de forma genérica para vários processos de aplicação, utilizando metais como matéria-prima de revestimento a ser depositado sobre um substrato. Processos como Metalização Galvânica por Contato ou Imersão e Metalização a Vácuo (Técnica e Decorativa), também chamada de PVD (*Physical Vapor Deposition*), não devem ser confundidos com os Processos de Aspersão Térmica, mais conhecidos no Brasil como Metalização.

Embora todos eles tenham como resultado a deposição de metais sobre uma determinada superfície, segundo definição da AWS – *American Welding Society*, Aspersão Térmica é um grupo de processos nos quais se divide finamente materiais metálicos e não-metálicos que são depositados em uma condição fundida ou semi-fundida sobre um substrato preparado para formar um depósito aspergido. A diversidade de materiais que podem ser depositados através dos Processos de Metalização/Aspersão Térmica, somados aos vários tipos de equipamentos disponíveis, faz com que este conjunto de soluções possa ser utilizado para resolver problemas de corrosão e desgaste (tribológicos) a temperaturas-ambiente e a altas

temperaturas, recuperação dimensional, atrito, aderência, isolamento térmico ou elétrico, condutividade térmica, condutibilidade elétrica, reproduzibilidade (moldes), texturização de superfícies, biocompatibilidade (próteses), incrustação (cracas), refletividade, decoração etc.

Luiz Cláudio de Oliveira Couto, aponta as principais vantagens da metalização para o tratamento preventivo contra a corrosão. “As camadas anticorrosivas aplicadas pelos Processos de Metalização/Aspersão Térmica podem atuar através de duas formas: fornecendo blindagem à superfície exposta, isolando-a do meio agressivo e/ou protegendo-a galvanicamente, quando a camada protetiva sofre lenta e gradativa redução de sua espessura, visando proteger a estrutura revestida contra a degradação, ampliando de forma significativa sua vida útil. Materiais aplicados, equipamentos utilizados, espessuras depositadas, selagens complementares são indicados em função do ambiente ou do tipo de produto em contato com o substrato”, comenta.

Estruturas metálicas e equipamentos industriais em geral podem ser protegidos contra a corrosão nos mais diversos ambientes desde os rurais, urbanos e industriais, até aqueles mais severos como os marinhos ou os encontrados em alguns tipos de processos onde os níveis de corrosão são extremamente críticos. Os revestimentos aplicados através dos Processos de

Metalização/Aspersão Térmica voltados à proteção contra a corrosão podem ser aplicados nas instalações dos prestadores de serviço ou em campo (*in house*), onde a estrutura já se encontra instalada.

As principais vantagens do Processo de Metalização/Aspersão Térmica são, segundo o consultor, versatilidade quanto aos tipos de materiais aplicáveis e dos equipamentos disponíveis (operação, alimentação e transporte), não depende de tempo de cura e nem do tamanho e peso da estrutura, aumento de sua vida útil, redução nos custos de fabricação (substratos em aço carbono podem ser revestidos com materiais nobres), custos inferiores ao da pintura quando levado em conta o ganho no tempo de vida útil, reduzido tempo e quantidade de paradas (interferências para manutenção), inexistência de deformações nas regiões revestidas da estrutura devido às baixas temperaturas envolvidas e proteção ao meio ambiente reduzindo a necessidade de extração de minerais e a posterior produção de metais utilizados na fabricação das estruturas protegidas.

Já quanto às desvantagens, Couto cita os custos iniciais mais elevados do que os da pintura (porém muito menores quando levado em conta o aumento obtido na vida útil do equipamento ou estrutura e os seus reduzidos ou inexistentes custos de manutenção), necessidade de pré-jateamento abrasivo para limpeza e melhoria da ancoragem do revestimento, necessidade de EPIs para proteção contra ruído, poeira, radiação ultravioleta/infravermelha e gases, riscos de ferimentos dos operadores e a necessidade de dispositivos para a adequada remoção do material particulado em suspensão.



Foto cedida pela Revex Brasil

Apesar de se tratar de uma tecnologia criada no início do século passado, ainda é pouco difundida no Brasil e seu potencial é pouco ou nada explorado no país. “Existem diversas aplicações ainda pouco exploradas dos Processos de Metalização / Aspersão Térmica, muitas vezes devido ao grande desconhecimento por parte da maioria dos segmentos industriais no Brasil”, avalia Couto (veja no *box* os pontos levantados pelo especialista, com comentários).

Quanto à aplicação em outros países, Couto explica que o grande avanço na utilização dos Processos de Metalização/Aspersão Térmica pode ser verificado por uma série de exemplos em centros industrialmente mais desenvolvidos e segmentos de mercado que exigem altíssimo desempenho nessa área. “A proteção por meio da aplicação de materiais anticorrosivos pelos Processos de Metalização/Aspersão Térmica demonstra o seu alto desempenho em instalações ao redor de todo o mundo, desde a Ásia até a Europa e Estados Unidos, do Mar do Norte ao Golfo do México, principalmente em megaestruturas de plataforma *offshore*, usinas hidrelétricas, edifícios, torres e construções metálicas em geral, expostas a diversos tipos de ambientes. Os revestimentos anticorrosivos para proteção de estruturas de pontes ferroviárias e rodoviárias, por exemplo, são amplamente utilizados, principalmente nos Estados Unidos”, afirma Couto.

Ele lista ainda outras aplicações comuns no exterior, tais como em imensas instalações de prestadores de serviço que contam com grande quantidade de robôs, para complementar a linha de produção da indústria automotiva e tantas outras; na pesquisa, produção e deposição de nanomateriais utilizados em várias aplicações e nos mais diversos segmentos industriais; na substituição crescente das camadas de cromo duro pelas camadas de materiais aplicados pelos processos de Metalização/Aspersão Térmica, principalmente por carbetos como o de tungstênio e de cromo aplicados por HVOF; nas instalações adequadamente limpas e equipamentos específicos para a deposição de materiais biocompatíveis, voltados ao segmento de implantes ósseos.

Distribuidores de equipamentos

Para contribuir com esse painel, Couto consultou algumas empresas distribuidoras de equipamentos. Sobre a procedência dos equipamentos e se são fabricados no Brasil, a Sulzer Metco, por meio da Harris Soldas Especiais, informou que traz seus equipamentos da Europa e Estados Unidos e diz desconhecer equipamentos de bom desempenho, de fabricação nacional. Já Sérgio Zaninelli da Pra-

xair/Tafa, com distribuição própria no Brasil, importa os seus equipamentos dos Estados Unidos e diz não haver fabricantes no país. A Saint-Gobain, também com distribuição própria no país, fornece equipamentos fabricados na França e nos Estados Unidos. Em geral os insumos ou matérias-primas são produzidos nos mesmos centros industriais em que são produzidos os equipamentos.

As três empresas discorrem sobre os tipos de equipamentos existentes. Segundo Marcos Galvano, gerente de Vendas da Harris Soldas Especiais, os mais utilizados na proteção anticorrosiva são os equipamentos de Chama a Gás Alimentados por Arame (*Wire Flame Spray*) e a Arco Elétrico (*Arc Spray*). A Sulzer Metco desenvolveu uma versão da pistola a gás, cuja relação de transmissão facilita a aplicação de arames de baixo ponto de fusão. Diferentes versões dos equipamentos a Arco Elétrico completam a sua linha de soluções contra a corrosão. Além daqueles já citados, a empresa fornece também equipamentos de Chama a Gás Alimentado a Pó (*Powder Flame Spray*), Plasma (*Plasma Spray*), HVOF (*High Velocity Oxy Fuel*) utilizando combustível líquido ou gasoso, Metalização a Frio (*Cold Spray*), e processos mistos como PTA (*Plasma Transferred Arc*) e Recobrimento a Laser (*Laser Cladding*).

O consultor também questionou os executivos das empresas sobre qual o perfil do comprador nacional. Marcos Galvano da Harris Soldas Especiais divide o mercado da metalização anticorrosiva no Brasil, em três grandes grupos: primeiro deles é formado pelos prestadores de serviço, que dentre outros, incluem os revestimentos de metalização contra a corrosão, praticados em suas próprias instalações ou em campo; o segundo grupo é composto de empresas especializadas na produção de estruturas metálicas, onde as mesmas já são fornecidas ao mercado metalizadas, e o revestimento por aspersão térmica acaba por fazer parte de seu processo de fabricação; e o terceiro grupo é composto de empresas de galvanização a fogo que utilizam o processo de Metalização/Aspersão Térmica como alternativa em peças de grande porte ou de geometria complexa.

Finalizando, o Eng. Vicente B. Verdiani da Saint-Gobain, ressalta que os equipamentos à chama, plasma de alta eficiência, HVOF

e PTA acoplado a robô, produzidos pela empresa, são compactos, de baixo custo, de fácil transporte e manutenção, o que facilita o seu uso em operações de campo. A alta flexibilidade de seus equipamentos possibilita a utilização de materiais como metais e ligas metálicas, ligas metal-cerâmicas e cerâmicas, através dos formatos de cordões flexíveis (*flexicords*) e barras cerâmicas (*rokide*), também adaptáveis para utilização de consumíveis na forma de arames.

Contratantes

Durante todo o período de atuação profissional, Couto esteve, juntamente com seus clientes, na posição de contratante, posição esta que lhe possibilita abordar algumas das questões relacionadas a situações comuns quando da contratação de serviços de metalização.

Inicialmente, é importante identificar quais são os produtos e equipamentos tratados. “Os equipamentos onde mais são utilizados os revestimentos anticorrosivos aplicados através dos Processos de Metalização/Aspersão Térmica são as estruturas metálicas, carcaças de máquinas e equipamentos em

REVEX METALIZAÇÃO

Proteção contra desgaste, abrasão e corrosão

Aplicações

- Aço Inox
- Alumínio
- Zinco
- Bronze
- Metal Patente
- Ligas base Níquel-Cobalto
- Óxido de Cromo
- Óxido de Alumínio-Titânio
- Óxido Alumínio
- HVOF
- Carbetos de Tungstênio
- Carbetos de Cromo
- Cromo Duro

Há mais de 10 anos no mercado de Aspersão Térmica (Metalização)

Revex Brasil Ltda.

Av. Lindomar Gomes Oliveira, 648
07232-150 – Cid. Satélite Ind. – Guarulhos – SP
Tel. 11 2446-4661 / 2488-0808
vendas@revexbrasil.com.br



geral, tanques de armazenagem e produção, principalmente nas indústrias Química e de Petróleo & Gás, havendo nesta última grande concentração de aplicações em estruturas de plataformas *offshore*. Torres e nacelles de equipamentos eólicos, equipamentos e estruturas portuárias e de usinas hidrelétricas, embarcações, torres (telecomunicações, transmissão, radar etc.), pontes, edifícios, galpões e demais estruturas ligadas à construção civil, tubulações (expostas, enterradas ou submersas), caldeiras, fornos, queimadores, trocadores de calor, processadores, exaustores, ventiladores, chaminés, caçambas, vagões, componentes de veículos, tanques de transporte, guindastes, trilhos, pontes rolantes, compressores etc. também podem ser revestidos e



protegidos contra a corrosão por meio dos Processos de Metalização /Aspersão Térmica”, relembra o especialista.

Em linhas gerais, percebe-se que os serviços prestados variam de fornecedor para fornecedor, mas, em geral, há itens cujo grau de satisfação pode melhorar bastante. Salvo exceções, entre algumas das falhas detectadas em relação aos prestadores de serviço, Couto sugere a melhoria dos seguintes itens:

- Falta de suporte técnico especializado, principalmente no desenvolvimento de novas aplicações.
- Falta de maior conhecimento das alternativas de processos, equi-

Os equipamentos ECOARC são unidades compactas para aplicação de zinco, alumínio e suas ligas, produzindo revestimentos para proteção contra a corrosão, mesmo sob temperaturas mais elevadas, onde pintura não suporta.

Equipamentos ARC SPRAY

SULZER

Sulzer Metco

Equipamentos
Arames - Pós
Peças de Reposição
Hardfacing
Suporte Técnico

Distribuidor Sulzer Metco Brasil



PRODUTOS PROFISSIONAIS...
...RESULTADOS SUPERIORES



- Portátil;
- Fácil de usar e baixa manutenção;
- Fácil leitura do painel frontal;
- Controlador Lógico Programável (CLP) Precisão e repetibilidade de processo;
- Unidade de acionamento de arame pneumático com Sistema Push-Pull.

pamentos e matérias-primas, principalmente por parte do setor e vendas técnicas, quando de suas visitas ao cliente, onde poderiam ser detectadas diversas novas oportunidades de negócios para ambas as partes, clientes e prestadores de serviço.

- c. Pouco conhecimento em relação ao negócio do cliente, o que aumenta a miopia em relação às possíveis soluções que poderiam ser propostas pelo prestador de serviço, onde ambos lucrariam.
- d. Reduzida interação e parcerias dos Prestadores de Serviço de Metalização com Universidades, Faculdades de Engenharia e Consultoria, salvo raras exceções, de onde podem surgir novas e lucrativas soluções.
- e. Demora no retorno de informações solicitadas pelo cliente, inviabilizando a solução de problemas muitas vezes simples, carentes apenas da devida e rápida atenção.
- f. Problemas quanto à disponibilidade de materiais e peças de reposição dos equipamentos, ainda que dependam de estoque de distribuidores e fabricantes, ou de negociações mais eficientes entre ambas as partes.
- g. Baixos níveis de sucesso quanto à exigência de maior eficiência por parte dos fornecedores de equipamentos e matérias-primas, resultado da não cooperação entre os diversos prestadores de serviço de metalização, o que poderia resultar em maior poder de negociação.
- h. Reduzido nível de detalhamento em propostas de serviço, o que tem gerado posteriores discussões desnecessárias entre prestado-

res de serviço e clientes, desgastando e por vezes eliminando relacionamentos potencialmente promissores.

Quanto à entrega, item importante na avaliação geral, os prazos variam de prestador de serviço para prestador de serviço e de serviço para serviço. “O importante é que o prestador de serviço mantenha o cliente informado sobre alterações nos prazos inicialmente combinados e, caso necessário, novas negociações em relação a novos prazos devem ser efetuadas e cumpridas com o devido empenho. Como as manutenções requeridas ocorrem em curtos espaços de tempo, a localização do prestador de serviço em relação a seus principais clientes torna-se fator de suma importância para o cumprimento dos prazos de entrega dos serviços”, argumenta Couto.



A indústria do futuro começa aqui

Conhecida por gerar soluções, a Ogramac acompanha o desenvolvimento tecnológico industrial há 30 anos, com contínuos investimentos em novos processos, produtos e materiais.

Com equipamentos de ponta, como o hipersônico de alta velocidade HP/HVOF e o Cladding Overlay, juntamente com uma equipe de engenharia de aplicações altamente capacitada, a Ogramac é uma empresa que está sempre pronta para oferecer soluções a todos os segmentos industriais.

Visite-nos na Brasil Offshore 2013



Criando soluções para a indústria
www.ogramac.com.br

Contatos: 55 19 3896-9300 / ogramac@ogramac.com.br



POTENCIAIS DE APLICAÇÃO DOS PROCESSOS DE METALIZAÇÃO / ASPERSÃO TÉRMICA POUCO OU NÃO EXPLORADOS NO BRASIL

- a. Proteção anticorrosiva aplicada por Metalização /Aspersão Térmica na construção civil, que embora presente em algumas estruturas metálicas, ainda é muito pouco utilizada, principalmente na proteção do concreto armado.
- b. Utilização dos Processos de Metalização/Aspersão Térmica para proteção de estruturas pontes rodoviárias e ferroviárias metálicas, ampliando em muito a sua vida útil, quando comparado a outros tipos de revestimentos protetivos.
- c. Decorativas e anticorrosivas em projetos arquitetônicos utilizando a Metalização/Aspersão Térmica para depositar metais nobres sobre superfícies de aço carbono, proporcionando, além da proteção contra a corrosão, o aspecto visual de estruturas confeccionadas em bronze, latão, cobre, alumínio e outros.
- d. Deposição de materiais que, além de oferecerem proteção contra a corrosão em instalações portuárias e cascos de embarcações, fornecem ainda proteção contra a aderência de cracas.
- e. Aplicação de materiais através de pistolas de metalização acopladas a sistemas automatizados, inclusive robôs, mantendo a repetibilidade do processo, através do controle e da homogeneidade das velocidades de deposição e principalmente das espessuras de camada. Estes sistemas, embora ainda por um número reduzido de empresas, já são praticados no Brasil. Indicados para peças de produção seriada, superfícies que não sofrem acabamento e peças de grandes dimensões.
- f. Difusão de camadas de alumínio aplicadas pelos Processos de Metalização/Aspersão Térmica, que tratadas termicamente, resultam em proteção anticorrosiva simultaneamente ao aumento de dureza superficial da estrutura revestida.
- g. Deposição de materiais em escala nanométrica por meio dos processos de Metalização/Aspersão Térmica, intensificando as suas propriedades.
- h. Confecção de moldes, inclusive refrigerados, para a produção de peças de diversos materiais, como, por exemplo, a borracha.
- i. Otimização de propriedades em implantes que necessitem de compatibilidade biológica e que reduzam o tempo de aposição óssea.
- j. Redução de atrito nas interfaces metal-metal, por meio da utilização de materiais autolubrificantes ou com características de antifricção.

Pesquisa e Desenvolvimento

Atuando na área de pesquisa e desenvolvimento de alguns clientes e anteriormente em alguns prestadores de serviço, Couto fez uma ampla análise sobre a questão P&D na área de metalização. Em sua opinião, a proteção anticorrosiva, tradicionalmente formada pela deposição de zinco, alumínio e ligas zinco-alumínio geralmente aplicados através de equipamentos à chama ou arco elétrico, avança tecnologicamente, tanto em relação aos equipamentos utilizados quanto aos materiais aplicados. “Além do HVOF (*High Velocity Oxy Fuel*), equipamentos como o Plasma e outros mais modernos, como o Sistema de Metalização Híbrido HVOF-Arco Elétrico, HVOF (*High Velocity Air Fuel*), Metalização por Detonação (*D-Gun*), Metalização à Frio (*Cold Spray*), permi-

tem o uso de revestimentos cujas composições incluem: metais puros, ligas metálicas, super ligas, materiais cerâmicos e outros. Atualmente materiais especialmente desenvolvidos para a deposição por meio dos Processos de Metalização/Aspersão Térmica, inclusive na forma de nanomateriais, incluem ainda cerâmicas resistentes a choques térmicos de até 300 °C, materiais que unem metais a plásticos, metais a grafite, metais a bentonita calcinada, metais a cerâmicas e outros”, observa Couto.

Tais avanços permitem a aplicação de revestimentos com múltiplas funções como proteção contra a corrosão a altas temperaturas, proteção contra a corrosão e desgaste, proteção contra a corrosão e desgaste a altas temperaturas, proteção contra a corrosão em ambientes altamente corrosivos a altas pressões, proteção contra corrosão e deslizamento, entre outros. Os sistemas de aplicação também sofreram inúmeros avanços em qualidade e produtividade, como resultado da maciça integração dos equipamentos de fabricação das matérias-primas e de aplicação dos revestimentos com a informática e a robótica. Sistemas híbridos aspersão térmica-solda como PTA (*Plasma Transferred Arc*) e *Laser Cladding* surgem aproveitando as vantagens de cada um, oferecendo revestimentos otimizados específicos para diversas aplicações.

Segundo o especialista, alguns setores do mercado nacional já se aventuram no uso de tecnologias mais avançadas ligadas aos Processos de Metalização/Aspersão Térmica. Revestimentos anticorrosivos termoaplicados em grande escala há alguns anos na proteção de plataformas petrolíferas *offshore* produzidas no Brasil sofreram drásticas reduções de demanda nos últimos anos, graças a aquisições

de plataformas totalmente fabricadas no exterior.

Equipamentos mais avançados como o HVOF e o Plasma de alto desempenho, embora já façam parte do arsenal de grande parte de prestadores de serviço e clientes finais, ainda encontram-se subutilizados quer seja em relação à produtividade apresentada ou ao seu potencial ligado à variedade de materiais e soluções disponíveis.

Algumas instalações, ainda que em pequeno número, já contam com sistemas automatizados, inclusive utilizando robôs em suas aplicações, tornando o processo atrativo para setores como o agropêlo, energia (petróleo & gás, hidrelétricas e outros) e automobilística. Os sistemas híbridos como o PTA e o *Laser Cladding* ainda caminham timidamente, tentando abrir mercado no país.

Explicando melhor o processo

Segundo Eduardo Monteiro, Diretor Técnico da MSS Metal Spray System, a metalização por aspersão térmica é obtida através da projeção de micropartículas de um determinado material, com altíssimo impacto sobre uma peça, associando-se alta velocidade de ar comprimido, temperatura e combustão com força de aderência ao material base, formando desde camadas muito finas (0,05 mm) até espessuras maiores (10 mm).

Embora outros processos de Metalização por Aspersão Térmica possam ser utilizados para aplicações contra a corrosão, Monteiro define duas como as principais:

1. Processo por chama a gás: um metal em forma de arame ou

pó se funde pelo calor da chama gerada pela queima dos gases combustíveis (acetileno ou gás natural) e oxigênio. Através de um forte jato de ar comprimido as partículas fundidas são pulverizadas chocando-se contra a superfície da peça, previamente preparada.

2. Processo por arco elétrico: neste caso, o arco elétrico é obtido no bico da pistola que recebe dois arames (condutores elétricos) do material de deposição. Cria-se entre os dois uma diferença de potencial, abrindo o arco elétrico que funde ambos os arames. Um sistema mecânico ou elétrico traciona os arames continuamente, ao mesmo tempo em que um forte jato de ar comprimido é dirigido à região, pulverizando assim o metal fundido contra a superfície da peça.



METALIZAÇÃO POR ASPERSÃO TÉRMICA

MELHOR CUSTO-BENEFÍCIO

28
anos



• CHAMA A GÁS (FLAME SPRAY)

• ARCO-ELÉTRICO (ARC-SPRAY)



• RECUPERAÇÃO E BENEFICIAMENTO DE PEÇAS

• REVESTIMENTO ANTICORROSIVO COM ZINCO/ALUMÍNIO

MSS Metal Spray Systems

As melhores soluções para revestimentos de metalização

(11) 4192-4400

www.mssmetal.com.br – mssmetal@mssmetal.com.br

Av. Real, 186 – 02 – 06429-200 – Barueri – SP



Leica

MICROSCÓPIOS, ESTEREOMICROSCÓPIOS E EQUIPAMENTOS ÓTICOS

A C.K. Comércio e Representação Ltda. representa o **Grupo Leica Microsystems**, oferecendo uma completa linha de equipamentos óticos de última geração:

Microscópios para análise e equipamentos para preparação de amostras nas áreas de ciência dos materiais, tais como: metalografia, análise de águas, fluidos, efluentes e lodos ativados, petrologia e geologia, alimentos, filmes, plásticos, polímeros, têxteis e outros.

Estereomicroscópios para todas as necessidades, aliado à sua ótima performance e ótica.

Todas as possibilidades de acessórios, tais como: platinas de aquecimento, segundo observador, sistemas de câmera de tv digitais e softwares para medição e documentação das imagens.



CK COMÉRCIO E REPRESENTAÇÃO

Representante exclusivo para o Brasil da Leica Microsystems GmbH

Tel: (11) 5188-0000 e (11) 5182-7588

www.ckltda.com.br – ckltda@ckltda.com.br

OS ENTRAVES E AS SOLUÇÕES

Quais os principais entraves para a maior utilização do processo no Brasil?

- a. **Pouca divulgação.** Esta é a principal deficiência que leva a um alto índice de desconhecimento dos processos no país e tem como consequência a sua reduzida utilização no mercado nacional.
- b. **Insuficiente quantidade de informação acadêmica disponível sobre o assunto.** Os principais cursos de Engenharia Metalúrgica, em sua maioria transformados em cursos de Engenharia de Materiais ou agregados a cursos de Engenharia Mecânica, até poucos anos atrás, sequer apresentavam tais processos a seus alunos. Atualmente algumas instituições de ensino superior, como UFMG, UFES, IPUC, Unicamp, FURG, UCS, UFPR, UFSC e UNIT, entre outras, já reconhecem a importância destes processos, incluindo-os como disciplinas ou como temas integrados a outras matérias em seus currículos. A única proposta de curso exclusivamente sobre o tema, que temos conhecimento, é o das Faculdades Oswaldo Cruz/SP. Caso tais atitudes proliferem-se Brasil afora, esperamos num futuro próximo, ampliar o leque de soluções oferecidas pelo processo aos futuros profissionais ligados aos setores de engenharia, projetos, desenvolvimento, processos, produção e manutenção dos mais diversos setores industriais.
- c. **Altas taxas de importação de insumos e equipamentos,** em geral, produzidos no exterior. Estes custos, muitas vezes, inviabilizam o surgimento ou a ampliação de novos prestadores de serviço ou usuários finais, que queiram incorporar as soluções propostas pelo processo à sua linha de produção.
- d. **Falta de mão de obra especializada,** em engenharia de desenvolvimento e aplicações e vendas técnicas. O objetivo é proporcionar melhor suporte técnico e apresentar soluções inovadoras ao potencial mercado consumidor.
- e. **Falta de mão de obra operacional.** O segmento carece de investimentos em sua formação, visto que há falta de operadores especializados nesta área.
- f. **Escassez de informações detalhadas de mercado.** A falta de informações sobre segmentos consumidores, bem como de fornecedores de serviço, de insumos e equipamentos em geral, por vezes, restringe as opções por novos investimentos.

Quais as soluções propostas?

- a. **Ampliação da disponibilidade de informação acadêmica.** Aumento na quantidade de cursos de Engenharia Metalúrgica, de Materiais ou Mecânica, contendo matérias ligadas aos Processos de Metalização/Aspersão Térmica no Brasil.
- b. **Formação de cursos específicos sobre o assunto.** A necessidade de cursos especificamente voltados ao tema, quer sejam livres, como o da ABM, ou universitários, como o das Faculdades Oswaldo Cruz, visam o crescimento do mercado potencial para os Processos de Metalização/Aspersão Térmica.
- c. **Desenvolvimento de novas aplicações** e otimização daquelas já existentes. Incremento à criação de soluções por meio da Prestação de Serviços de Consultoria Técnica em Metalização/Aspersão Térmica, como aqueles que já prestamos ao mercado, voltada a fornecedores de equipamentos e matéria-prima, prestadores de serviço e usuários finais.
- d. **Divulgação:**
 - Organização de palestras, congressos e *workshops* visando ampla divulgação e discussão sobre o assunto, alguns dos quais já se promove há algum tempo no Brasil.
 - Criação de Grupos de Discussão em Mídias Sociais como o que desenvolvemos no *LinkedIn*: Consultoria Técnica – Metalização/Aspersão Térmica.
 - Criação de sites técnicos especializados como o www.metalizacao.eng.br e de fabricantes, distribuidores e prestadores de serviço.
 - Publicação de informações sobre o assunto em revistas técnicas e boletins especializados, como o *InforMetalização*, que atualmente é publicado, cujo objetivo é fornecer ao mercado matérias e notícias afins, atingindo atuais e potenciais usuários, prestadores de serviço e distribuidores de equipamentos e matéria-prima.
 - Publicação de dados especializados que possam ser consultados pelos clientes finais, fornecedores de equipamentos e insumos e prestadores de serviços espalhados pelo país. Neste sentido, já está sendo desenvolvendo um projeto, que em breve estará à disposição de potenciais patrocinadores, cujo objetivo é atingir, por meio do fornecimento de dados importantes, cada um destes segmentos em nível nacional.

O Zinco

Embora não seja o único material anticorrosivo aplicado pelos Processos de Metalização por Aspersão Térmica, o zinco (Zn) é um dos metais mais eficientes para proteção do ferro e do aço contra corrosão (galvanização) em temperaturas próximas a ambiente. É usado como componente de precisão (fundição sob pressão), como elemento para manufatura do Latão, Zamac e Bronze, como material de construção, na indústria farmacêutica, química, etc. Possui coloração branca azulada que arde no ar, com chama verde azulada. O ar seco não o ataca, porém, na presença de umidade forma uma camada superficial de óxido ou carbonato básico que isola o metal e o protege da corrosão.

O zinco é empregado na fabricação de ligas metálicas, além de ser utilizado como metal de sacrifício para preservar o ferro e o aço da corrosão em algumas estruturas. O 23º elemento mais abundante na crosta terrestre contém em suas jazidas mais ricas cerca de 10 % de ferro e entre 40 % e 50 % de zinco. A reserva mundial cuja exploração é economicamente viável ultrapassa a casa dos 220 milhões de toneladas.

A metalização com zinco ou com a liga zinco-alumínio é indicada como tratamento anticorrosivo em todo o tipo de estruturas metálicas como tubulações, garrafas e tanques de gás e outros combustíveis, em estruturas metálicas na construção civil, torres eólicas, plataformas marítimas, indústria naval, indústria salina etc., podendo ser realizado em fábrica, em estaleiro e em canteiro de obra.

Além destas aplicações o arame de zinco é usado em processos de metalização de componentes eletrônicos, como em capacitores onde a

aplicação do zinco ocorre em ambas as suas extremidades, assegurando o contato elétrico entre as diferentes camadas do filme de polipropileno em seu interior.

Uma das maiores vantagens do zinco aplicado pelo Processo de Metalização aplicado por Aspersão Térmica é a possibilidade de aplicar camadas com baixas restrições quanto à sua espessura, sendo ainda um processo rápido, econômico e que pode ser executado com o equipamento em movimento, peças de qualquer tamanho, sem que haja transferência de temperatura em excesso. A aplicação vem sendo muito usada substituindo outros processos anticorrosivos, tais como a galvanoplastia e a pintura.

Depoimentos dos Prestadores de Serviço: Esta matéria terá continuidade na próxima edição.

SMARTCOAT

Tecnologia em hidrojateamento e preocupação com meio ambiente.

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



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



Corrosão e biocorrosão em aço *API 5L X60* exposto a óleo bruto e água produzida

Corrosion and Biocorrosion in API 5L X60 steel exposed to crude oil and produced water



Por Magda R.
Santos Vieira

Resumo

A presença de micro-organismos em dutos e reservatórios para armazenamento e transporte de petróleo é comum, especialmente quando o petróleo é originário de campos nos quais é utilizado injeção de água do mar ou água produzida para o processo de recuperação secundária.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o processo de corrosão e biocorrosão do aço API 5L X60 quando imerso continuamente em sistema bifásico contendo óleo bruto e água produzida, em condições estáticas. Três diferentes regiões foram focos do estudo: água produzida, interface óleo/água produzida e óleo. Cupons de aço foram submetidos à imersão contínua por 90 dias. Foi monitorada a evolução da perda de massa, para obtenção da taxa de corrosão ao longo do tempo; foram quantificados os micro-organismos sésseis comumente envolvidos no processo de biocorrosão; para avaliação da morfologia dos biofilmes formados e do processo de corrosão na superfície do substrato, foram obtidas imagens através de microscopia eletrônica de varredura.

Abstract

The micro-organisms presence in tanks and pipelines for the storage and transport of oil is common, especially when oil is from fields in which injection is used seawater or produced water to the process of secondary recovery, which can lead a process of corrosion induced by microorganisms.

This study aimed to evaluate the corrosion and biocorrosion of the API 5L X60 steel when immersed continuously in biphasic system containing crude oil and produced water under static conditions. Three different regions were the study focus: produced water, oil / water interface and oil produced. Steel coupons were subjected to immersion continuously a long 90 days. The evolution of mass loss was monitored to obtain the corrosion rate during the time; sessile microorganisms commonly involved in biocorrosion were quantified; to evaluate the morphology of biofilms and the corrosion process on the substrate surface images via Scanning Electron Microscopy (SEM) were obtained.

Palavras-chaves: corrosão, biocorrosão, óleo bruto, água produzida, aço API 5L X60

Keywords: corrosion, biocorrosion, crude oil, produced water, steel API 5L X60

Introdução

O processo de corrosão associado à ação de micro-organismos é denominado de corrosão microbiologicamente induzida ou biocorrosão¹⁻⁴. Neste processo, usualmente, a biodeterioração do metal está associada à formação de biofilmes, que consiste basicamente num consórcio microbiano de bactérias, fungos e pequeno número de algas, associados a materiais poliméricos extracelulares, metabólitos produzidos pelos micro-organismos e produto de corrosão¹⁻⁷. O bio-

filme apesar de muitas vezes gerar um isolamento da superfície metálica, reduzindo a área exposta ao ambiente agressivo, pode promover o surgimento de condições favoráveis ao processo de corrosão localizada⁸⁻⁹.

A biocorrosão pode ocorrer devido a vários fatores que dependem das espécies microbianas envolvidas, metabolismo e habitat dos micro-organismos, bem como do tipo de substrato e do material de revestimento do mesmo¹⁰⁻¹⁵.

Na indústria de petróleo, em suas atividades de extração, transporte, processamento, distribuição e armazenamento de produtos, observam-se frequentes e graves problemas pela ação corrosiva de micro-organismos em componentes metálicos utilizados nestas atividades, principalmente quando há a associação do petróleo à água^{14,15}.

A presença de micro-organismos em reservatórios e dutos para o transporte de petróleo é comum especialmente quando o petróleo é originário de campos nos quais é utilizada água de injeção para efetivação do processo de recuperação secundária^{17,18}. A água a ser injetada para a recuperação secundária pode ser doce, salgada ou a água produzida com o óleo depois do processo de separação das fases, obtidas após a extração do petróleo.

A água do mar, devido a sua alta salinidade e presença de micro-organismos propulsores ao processo de corrosão, é um meio corrosivo bastante estudado. No caso da água produzida esta pode

TABELA 1 – ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA PRODUZIDA

<i>Parâmetros</i>	<i>Resultados</i>
pH	6,7
Sólidos suspensos totais	525,0 mg/L
Óleos e graxas totais	197,0 mg/L
Sulfato	0,021 mg/L
Cloreto	197,87 mg/L
Ferro total	4,9 mg/L
Sulfeto total	Não detectado

ser tão ou mais agressiva do que a água do mar, pois pode apresentar níveis de salinidade superiores, presença de micro-organismos e de compostos sulfurados. O teor de sais expresso em concentrações de NaCl pode variar entre 15 g/L a 300 g/L para água produzida, enquanto que a água do mar geralmente apresenta salinidade entre 30 g/L a 40 g/L ¹⁹.

O estudo do processo corrosivo de materiais metálicos expostos a petróleo e água produzida, torna-se relevante, pois possibilita compreender a ação sinérgica desses dois meios na degradação do material e contribui para enriquecimento de pesquisas associadas ao processo de corrosão em sistemas contendo petróleo e água produzida que é uma condição real da indústria de petróleo, porém pouco investigada.

Neste estudo foram avaliados os processos de corrosão e biocorrosão do aço API 5L X60 exposto a um sistema estático bifásico contendo óleo bruto e água produzida na proporção de 50 % v/v, através do monitoramento da taxa de corrosão na região dos fluidos isolados e na região interfacial; quantificação dos

micro-organismos sésseis e avaliação da superfície dos cupons e biofilmes através de microscopia eletrônica de varredura.

Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho utilizou-se de uma chapa de aço carbono API 5L X60. Cupons de dimensões de (30 x 10 x 5,5) mm e com furo de 3 mm de diâmetro foram submetidos a ensaio de imersão contínua em sistema contendo óleo bruto e água produzida coletados no Rio Grande do Norte, cedidos pela PETROBRAS. Análises físico-química e microbiológica da água produzida foram realizadas, visando caracterizar o fluido investigado. Foi realizada análise química quantitativa para caracterização da liga metálica. Para avaliação do processo de corrosão e biocorrosão foram realizados ensaios de imersão contínua no sistema contendo óleo bruto e água de processo ao longo de um período de 90 dias. Obteve-se a taxa de corrosão ao longo de 90 dias, e realizou-se a quantificação dos micro-organismos sésseis após 90 dias de imersão, bem como foram obtidos para esse mesmo período imagens

da superfície metálica e dos biofilmes formados através de microscopia eletrônica de varredura.

Análise físico-química e microbiológica da água

A água utilizada nesse trabalho foi submetida a ensaios físico-químicos. Os resultados desses ensaios são mostrados na Tabela 1 e indicam que a água em questão apresenta baixa salinidade em termos dos teores de cloretos e sulfatos.

Também foram realizados ensaios para quantificação das bactérias planctônicas presentes na água produzida. As análises de quantificação microbiológica foram realizadas para: bactérias aeróbias heterotróficas totais (BAHT), bactérias anaeróbias heterotróficas totais (BANHT), bactérias precipitantes de ferro (FEBAC) e bactérias redutoras de sulfato (BRS). Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Os resultados da Tabela 2 indicam que as BRS não foram quantificadas, o que possivelmente está relacionado com a baixa concentração de sulfato detectada na água produzida (Tabela 1).

Análise química do material metálico

O material metálico do cupom foi submetido à análise química para identificação da liga metálica. Os resultados estão mostrados na Tabela 3 e indicam que o material apresenta composição compatível com a do aço API 5L X60.

Ensaio de Imersão

Foi realizado ensaio de imersão contínua com cupons de aço API 5LX60 ao longo de um período de 90 dias em um sistema estático contendo óleo bruto e água produzida provenientes do Rio Grande do Norte. Foi montando um sistema contendo uma proporção de 50:50 em

TABELA 2 – MICRO-ORGANISMOS PLANCTÔNICOS PRESENTES NA ÁGUA PRODUZIDA

<i>Grupo de Micro-organismos</i>	<i>Concentração Celular (célula/mL)</i>
Bactérias Aeróbias Heterotróficas Totais	4,5x10 ³
Bactérias Anaeróbias Heterotróficas Totais	4,5x10 ³
Bactérias Precipitantes de Ferro	1,4x10 ³
Bactérias Redutoras de Sulfato	0

TABELA 3 – ANÁLISE QUÍMICA DO MATERIAL DO CUPOM METÁLICO

<i>Composição Química</i>	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Ni</i>	<i>Mo</i>	<i>V</i>	<i>Ti</i>	<i>Nb</i>	<i>Al</i>
%	0,21	0,46	0,022	0,005	0,01	0,02	0,00	0,002	0,001	0,024

volume de óleo e água produzida. Cupons foram dispostos, em três diferentes alturas no sistema bifásico: H1 (água produzida), H2 (interface óleo/água produzida) e H3 (óleo).

Ao longo dos períodos de 15, 30, 60 e 90 dias foram realizados ensaios de perda de massa, através de decapagem ácida, para monitoramento da taxa de corrosão.

Quantificação dos micro-organismos sésseis

Para quantificação dos micro-organismos sésseis após 90 dias de ensaio de imersão, cupons expostos às diferentes regiões de

fluido (H1, H2 e H3) foram acondicionados em recipientes contendo solução fisiológica e solução redutora, respectivamente, para análise dos microrganismos aeróbios e anaeróbios. Foi efetuada a raspagem mecânica dos cupons utilizando-se espátula estéril. Todas as quantificações foram realizadas através da técnica dos Tubos Múltiplos (*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 1998) e o resultado foi expresso em número mais provável (NMP) da quantidade de células/cm².

Na Tabela 4, são apresentados os micro-organismos quanti-

ficados e indicação das características dos métodos de quantificação adotados.

Análise da superfície e biofilmes por microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Os cupons metálicos antes e após ensaios de imersão (após decapagem ácida) foram lavados com álcool isopropílico e acetona.

Os cupons para análise do biofilme formado foram submetidos a um tratamento que consistiu em três lavagens com duração de dez minutos cada, em solução de tampão cacodilato 0,1 mol/L com três gotas de *Tween*. Posteriormente, foram fixados por 24 h em solução de glutaraldeído 5 % em tampão cacodilato 0,1 mol/L à temperatura ambiente. Após retirada do fixador os cupons foram submetidos a mais três lavagens (dez minutos cada uma) em solução de tampão cacodilato 0,1 mol/L. (substituir no texto todo a unidade M por mol/L)

Em seguida, realizou-se a etapa de dessalinização que consistiu em lavagens sucessivas em solução de NaCl (30 g/L) esterilizada e água destilada também esteril em diferentes proporções, começando da solução mais concentrada (30 % de água destilada) até chegar em 100 % de água destilada. Para a etapa de desidratação, mergulhou-se a amostra em diversas soluções apresentando concentrações crescentes de acetona em água destilada entre 30 % v/v e 100 % v/v.

As análises de microscopia foram realizadas num microscópio eletrônico de varredura da

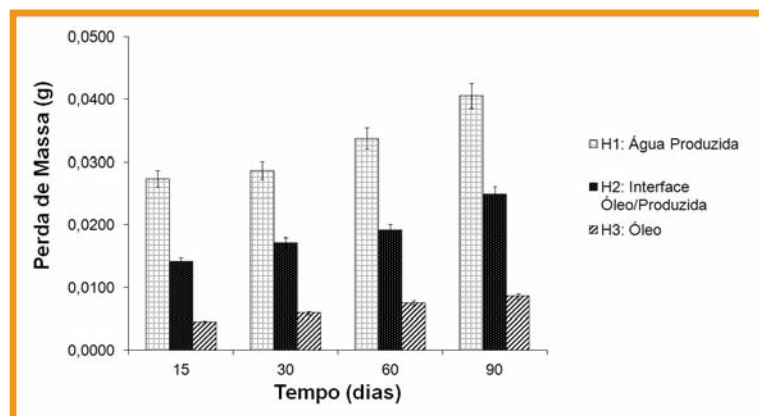


Figura 1: Evolução da Perda de Massa ao longo de 90 dias

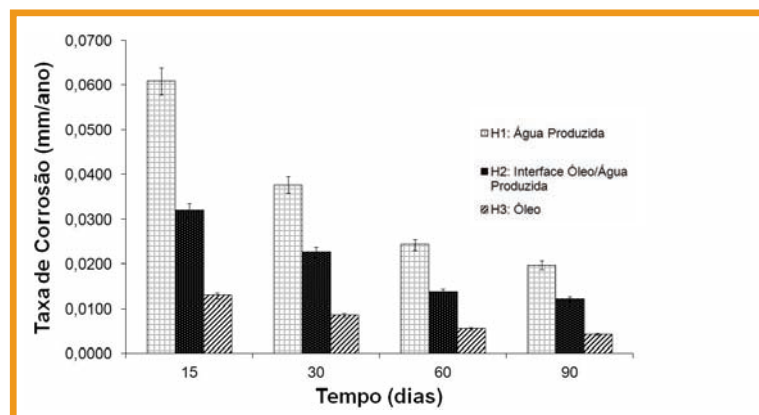


Figura 2: Evolução da Taxa de Corrosão ao longo de 90 dias

TABELA 4 – MICRO-ORGANISMOS PLANCTÔNICOS PRESENTES NA ÁGUA PRODUZIDA

<i>Grupo de Micro-organismos</i>	<i>Meio de Incubação (°C)</i>	<i>Temperatura de Incubação</i>	<i>Período (dias)</i>
Bactérias aeróbias heterotróficas totais	Caldo nutrente	30 ± 1	2
Bactérias anaeróbias heterotróficas totais	Fluido ao tioglicolato	30 ± 1	21
Bactérias precipitantes de ferro	Citrato férrico amoniacal	30 ± 1	15
Bactérias redutoras de sulfato	Postgate E-modificado 20	30 ± 1	28

marca JEOL, modelo 6460. Os cupons foram previamente metalizados com ouro. Em seguida, foram obtidas imagens com ampliação de 500 X para a superfície metálica e de até 9000 X para análise dos biofilmes formados.

Resultados e discussão

Os ensaios de imersão realizados nesse trabalho possibilitaram compreender o processo de corrosão do aço carbono API 5L X60, quando exposto a três diferentes regiões presentes num sistema estático bifásico, contendo óleo e água produzida: região H1: água produzida; H2: zona interfacial óleo/água produzida; H3: óleo. Esse estudo é relevante, pois possibilita compreender o processo corrosivo que ocorre em tanques de armazenamento de óleo ou parada processual em tubulações de transporte, onde também pode ocorrer decantação, e consequentemente formação de duas fases delimitadas.

As Figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, a evolução da perda de massa e da taxa de corrosão para o aço em estudo, ao longo de um período de 90 dias de exposição às regiões H1, H2 e H3 do sistema contendo água produzida e óleo.

Analisando-se a Figura 1, observa-se a elevação da perda de massa ao longo do tempo de exposição, para todas as três regiões de fluido investigadas. Contudo o efeito de aumento de perda de massa é mais pronunciado para os cupons expostos apenas à fase aquosa, seguido pelos que estão expostos à zona interfacial. A menor perda de massa foi obser-

vada para a região contendo apenas óleo.

A análise físico-química da água produzida utilizada nesse trabalho (Tabela 1) revela uma baixa concentração de NaCl, quando comparada com a água do mar que é de aproximadamente 30 g/L e concentração praticamente desprezível de sulfato, o que promoveria uma redução do efeito agressivo desse meio.

A Figura 2 revela uma redução da taxa de corrosão em função do tempo de imersão. Essa redução pode ser relacionada à ocorrência de depósitos de partículas sólidas e produtos de corrosão, bem como à aderência de micro-organismos, que promovem uma barreira física inibindo o acesso do eletrólito ao substrato.

Como apresentado na Tabela 1, a água em estudo apresenta óleos e graxas, o que também

promove uma interação entre o óleo presente nessa água e o substrato, podendo promover uma fina película oleosa sobre o mesmo, o que também reduziria o acesso do eletrólito ao metal. No caso específico dos cupons expostos à região contendo apenas óleo, não se observou mudança significativa da taxa de corrosão em função do tempo de imersão, além de apresentarem, ao longo de todo o ensaio, valores muito baixos, quando comparados com as regiões H1 e H2, água produzida e zona interfacial, respectivamente.

A região com óleo apresenta elevada resistividade, o que contribui para uma baixa troca iônica entre o meio e a superfície do metal, resultando em valores muito baixos de taxa de corrosão, conforme observado na Figura 2. Contudo, ressalta-se que a região oleosa promove uma maior solubilidade de oxi-

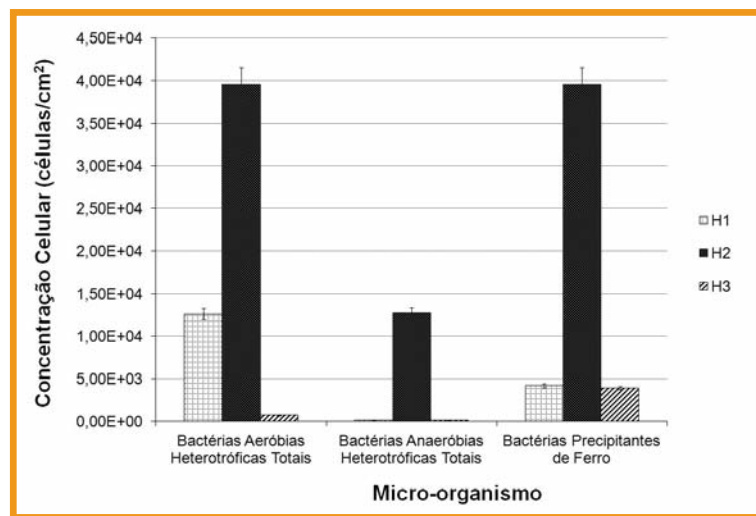


Figura 3: Quantificação dos micro-organismos sésseis na superfície metálica dos cupons após 90 dias de imersão nas diferentes fases de fluido (H1 – água produzida; H2 – interface óleo/água produzida; H3 – óleo)

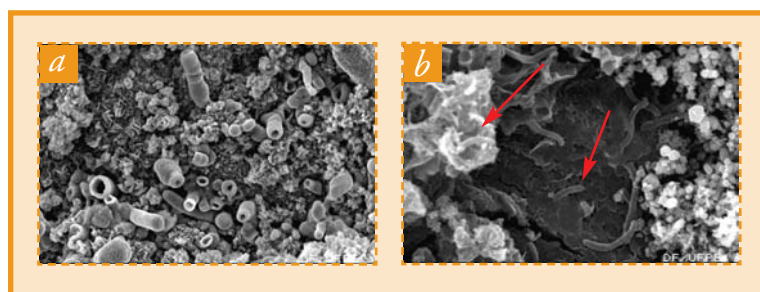


Figura 4 – Cupons expostos à região interfacial (H2): (a) após 15 dias de imersão; (b) após 90 dias de imersão. Magnificação: 2300 X (a) e 9000 X (b). Imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV)

gênio no meio, o que não anula a ocorrência de corrosão do metal presente no óleo. Além disso, o óleo por apresentar teores de água e produtos sulfurados, pode promover ações corrosivas sobre o substrato.

O entendimento do processo corrosivo na zona interfacial óleo/água produzida é muito importante, pois existem poucos trabalhos que investigam o sinergismo entre as fases óleo e água no processo corrosivo.

A taxa de corrosão na região interfacial do sistema apresentou um comportamento de redução em função do tempo de acordo com o que também foi observado para as alturas H1 e H3, contendo respectivamente água e óleo. Porém, diversos fatores devem ser considerados para análise do processo corrosivo nessa região de interface, que possibilita a interação entre duas diferentes fases, como por exemplo, a troca de nutrientes, que pode favorecer o desenvolvimento microbiológico⁴.

Na Figura 3, é apresentado um gráfico que mostra a quantificação dos micro-organismos sésseis presentes na superfície de cupons expostos às regiões H1, H2 e H3, para o período de 90 dias.

Na água produzida antes do ensaio de imersão (Tabela 2), havia inicialmente a presença de Bactérias Aeróbias Heterotróficas Totais, Bactérias Anaeróbias

Heterotróficas Totais e Bactérias Precipitantes de Ferro. Não foi quantificada a presença de Bactérias Redutoras de Sulfato.

Analisando a Figura 3, observa-se que após 90 dias de imersão, ocorre a adesão dos micro-organismos detectados na água produzida previamente, e mais uma vez não foram quantificadas as Bactérias Redutoras de Sulfato, indicando que a mesma também não se apresentava no óleo, visto que nem nos cupons expostos apenas ao óleo ou à zona interfacial, havia BRS. Possivelmente, a quantidade de BRS era muito baixa, de forma que não foi possível detectar pelo método utilizado.

Algo interessante é que, para todos os diferentes tipos de bactérias analisadas, a maior concentração celular foi observada para os cupons presentes na zona interfacial. Nesse trecho, ocorre um sinergismo entre as fases, que favorece o crescimento e adesão microbiana, devido à possibilidade de troca e renovação nutricional entre as fases óleo e água produzida. Ressalta-se aqui, que no sistema montado, não houve reposição externa de nutrientes, logo após 90 dias de exposição, ocorre redução dos nutrientes presentes no meio, através do próprio metabolismo dos micro-organismos.

Analisando isoladamente o comportamento das Bactérias Aeróbias Heterotróficas Totais,

era esperada uma maior quantificação para a região contendo apenas óleo (H3), pois esse meio promoveria uma maior dissolução de oxigênio. Contudo, observou-se um maior crescimento dessas bactérias na zona interfacial, indicando mais uma vez, que essa zona é a mais crítica para o desenvolvimento de micro-organismos, diante da constante troca nutricional. Ainda, para esse tipo de bactéria, observou-se uma menor concentração celular para a região contendo apenas água produzida. À medida que o tempo vai passando o oxigênio presente na água vai sendo consumido e, por ser um sistema estático, não ocorre oxigenação dessa área, como essas bactérias precisam de oxigênio, começa a ocorrer uma redução no crescimento bacteriano. Além disso, a própria coluna de óleo, sobre a coluna de água, impede a oxigenação da fase aquosa, fazendo com que nessa região haja uma menor quantificação desse tipo de bactéria.

No caso das Bactérias Anaeróbias Heterotróficas Totais, seria esperada uma maior concentração celular na fase aquosa, pois, como explicado anteriormente, com o passar do tempo essa região ficaria com concentrações cada vez menores de oxigênio. Contudo, observaram-se valores praticamente insignificantes desse tipo de bactéria na água. Isso provavelmente está associado à escassez nutricional, pois, na zona interfacial, observou-se, mais uma vez, maior quantificação microbiana, reforçando, assim, que ocorre um sinergismo entre o óleo e a água produzida que promove um crescimento microbiológico mais efetivo.

As bactérias precipitantes de ferro correspondem a um importante grupo de bactérias que participam do processo corrosivo, pois ocasionam a formação de

depósitos de corrosão, gerando células de aeração diferencial. Na Figura 3, observa-se maior concentração celular para os cupons expostos a zona interfacial. O conhecimento desse comportamento na zona de interface é muito importante, pois na indústria extrativa de petróleo é comum problemas de entupimento proveniente dos depósitos gerados por esse tipo de microorganismo^{4, 21}.

Para as BRS, o sulfato é fundamental no seu metabolismo, podendo ser utilizado como fonte de enxofre, gerando sulfetos orgânicos ou atuando como receptor terminal de elétrons, na respiração anaeróbica que produz o sulfeto de hidrogênio. A baixa concentração desse íon no meio dificulta o desenvolvimento/crescimento dessas bactérias^{4, 22}.

Tendo em vista o maior crescimento microbiano na região interfacial, foram obtidas imagens através de MEV para os biofilmes formados na superfície de cupons expostos a região de interface (H2). A Figura 4 apresenta duas imagens correspondentes a biofilmes depositados sobre cupons expostos a região de interface, respectivamente, nos tempos de 15 e 90 dias.

Como pode ser observado na Figura 4 (a), com apenas 15 dias de imersão a superfície do cupom está totalmente recoberta por produto de corrosão, impossibilitando assim a visualização de células microbianas. Como o processo de formação de biofilme é dinâmico, é comum o desprendimento de células e a adesão de novas células com o passar do tempo.

Na Figura 4 (b), observa-se um trecho da superfície do cupom apresentando produto de corrosão, material polimérico extracelular envolvendo algumas células e células bacterianas isoladas. O aspecto é de um biofilme maduro. Observam-se zonas des-

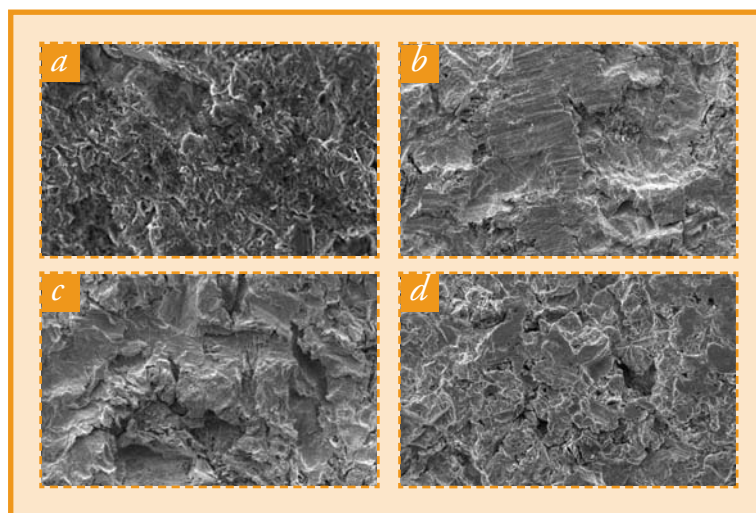


Figura 5 – (a) Cupom jateado antes do ensaio de imersão; Cupom decapado após 90 dias de imersão contínua: (b) região contendo água produzida (H1); (c) região de interface óleo/água produzida (H2) e (d) região contendo óleo (H3). Magnificação: 500 X. Imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV)

cobertas na superfície do metal, o que mais uma vez, reforça o dinamismo no processo de formação de biofilmes, que não gera uma estrutura 100 % homogênea e regular.

A formação de biofilmes está intimamente relacionada ao processo de corrosão, pois além do mecanismo de aeração diferencial, que já foi citado anteriormente, outro mecanismo que pode ocasionar sérios problemas, é a corrosão localizada, que pode ser gerada pela ação de metabólitos produzidos pelos micro-organismos⁴. Visando identificar a morfologia do processo de corrosão nas superfícies dos cupons, foram obtidas imagens da superfície metálica, após processo de decapagem, de cupons expostos a 90 dias de imersão e, como controle, de um cupom submetido a jateamento abrasivo, que não foi exposto ao teste de imersão, conforme pode ser visualizado na Figura 5.

A corrosividade, após 90 dias de imersão, foi classificada como baixa para as três regiões investigadas (H1, H2 e H3). Contudo, a Figura 5 mostra que a superfície do metal, após 90 dias de

imersão, encontra-se desgastada, com a presença de escavações e sulcos, sugerindo a presença de mecanismos de corrosão localizada. Esse tipo de mecanismo de corrosão pode ocorrer devido à ação de metabólitos ácidos gerados por micro-organismos presentes no meio^{4, 23, 24}.

Algo interessante é que, apesar da taxa de corrosão para a região contendo apenas óleo, ser praticamente desprezível, na Figura 5(d) observa-se a presença de ataque corrosivo localizado no cupom exposto a região contendo apenas óleo.

Conclusões

Os processos de corrosão e biocorrosão do aço API 5LX60 foram investigados, utilizando-se um sistema bifásico contendo óleo bruto e água produzida em condições estáticas. O principal interesse desse trabalho foi compreender o comportamento do material metálico exposto aos fluidos óleo e água isoladamente, e em particular na zona interfacial óleo/água produzida. O comportamento da taxa de corrosão indicou uma maior agressividade para a água produzida

isoladamente. Os resultados microbiológicos revelaram forte influência da zona interfacial, no processo de crescimento e aderência microbiana na superfície do material metálico. O contato entre o óleo e água produzida promoveu um processo sinérgico na zona interfacial, sendo observados para todos os tipos de microrganismos quantificados, maiores valores de concentração celular na zona de interface. Foi possível visualizar a morfologia do biofilme formado na superfície do substrato metálico exposto na zona interfacial, através de MEV. As imagens mostraram a formação de um biofilme maduro, contendo produto de corrosão, polímeros extracelular, células agregadas a polímero e células isoladas. Apesar de a corrosividade observada ser moderada para a região com apenas água produzida e baixa para a região de interface e somente óleo, observou-se a ocorrência do mecanismo de corrosão localizada em todas as três condições (H1, H2, H3) investigadas. O presente trabalho deixa claro que a zona interfacial em sistemas bifásicos contendo óleo/água produzida é a região mais favorável para o desenvolvimento microbiano. Diante dos poucos trabalhos apresentados na literatura, com estudos relacionados a misturas de óleo e água, torna-se muito importante o aprimoramento e desenvolvimentos de pesquisas aplicadas ao estudo da zona interfacial de fluidos polifásicos utilizados na indústria de petróleo.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP, CNPq, FINEP, PETROBRAS e GALVANISA pelo apoio destinado ao desenvolvimento desse trabalho.

Referências bibliográficas

VIDELA, H. A. *Biofilms and corrosion interactions on stainless steel in sea-*

water. International Biodeterioration & Biodegradation, p. 245-257, 1994.

VIDELA, H. A. e HERRERA, L. K. *Microbiologically influenced corrosion: looking to the future. International Microbiology*, v.8, p. 169-180, 2005.

VIDELA, H. A. *Prevention and control of biocorrosion. International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 49, 259 – 270p., 2002.

VIDELA, H.A. *Biocorrosão, biofouling e biodeterioração de materiais*. 1. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 2003. 160 p.

BEECH, I. B e SUNNER, J. *Biocorrosion: towards understanding interactions between biofilms and metals. Current Opinion in Biotechnology*, 15: p. 181–186, 2004.

BEECH, I. B. e GAYLARDE, C. C. *Recent advances in the study of biocorrosion. An overview. Revista de Microbiologia*, 30: 177–190, 1999.

BEECH, I.B., SUNNER, J.A. e HIRAOKA, K. *Microbe-surface interactions in biofouling and biocorrosion processes. International Microbiology*, v.8, p.157-168, 2005.

WERNER, S.E., JOHNSON, C.A., LAYCOCK, N.J., WILSON, P.T., WEBSTER, B.J. *Pitting of type 304 stainless steel in the presence of a biofilm containing sulphate reducing bacteria, Corrosion Science*. 40 (2/3): 465–480, 1998.

XU, C.; ZHANG, Y.; CHENG, G. e ZHU, W. *Pitting corrosion behavior of 316L stainless in the media of sulphate-reducing and iron-oxidizing bacteria. Materials Characterization*, 59: p. 245-255, 2008.

DE FRANÇA, F. P., FERREIRA, C. A., LUTTERBACH, M. T. S. *Effect of different salinities of a dynamic water system on biofilm formation. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, v.25, p.45-48, 2000.

DUAN, J.; WU, S.; ZHANG, X.; HUANG, G.; DU, M. e HOU, B. *Corrosion of carbon steel influenced*

by anaerobic biofilm in natural seawater. Electrochimica Acta, A-13661, 22- 28 p., 2008.

DE MELO, I.; URTIGA FILHO, S. L.; OLIVEIRA, F. J. S.; DE FRANÇA, F. P. *Formation of Biofilms and Biocorrosion on AISI-1020 Carbon Steel exposed to Aqueous Systems Containing Different Concentrations of a Diesel/Biodiesel Mixture. International Journal of Corrosion*. Volume 2001, Article ID 415920, 6 pages.

ALMEIDA, M. e DE FRANÇA, F. P. *Biofilm formation on brass coupons exposed to a cooling system of an oil refinery. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*. 20: p.39-44, 1998.

MACHADO, J. P. S. E.; SILVA, C. C.; GOMES, R. F.; MARTINS, S. C. S.; MELO, V. M. M.; SANT'ANA, H. B. E SOBRAL – SANTIAGO; A. V. C. *Avaliação da Corrosão Microbiológica no Aço Inoxidável AISI 444 por Micro-organismos Presentes em Amostras de Petróleo. Revista Matéria*, v. 10, n. 2, p. 258 – 264, 2005.

NILSEN, R.K., BEEDER, J., THORSTENSON, T., TORSVIK, T. *Distribution of thermophilic marine sulfate reducers in North Sea oil field waters and oil reservoirs. Appl. Environ. Microbiol.* 62:1793–1798, 1996.

MORAES, J. E. F.; QUINA, F.H.; NASCIMENTO, C.A.O.; SILVA, D. N.; FILHO, O.C. *Treatment of saline wastewater contaminated with hydrocarbons by photo-fenton process. Environment Science e Technology*, 38, p. 1183-1187, 2004.

THOMAS, J. E. et al. *Fundamentos de Engenharia de Petróleo – Rio de Janeiro, RJ: Interciência: PETROBRAS*, 2004.

De SOUZA, E. D. *Análise de corrosão por meio de perda de massa e espessura em aços pela ação da água produzida de poços petrolíferos. Dissertação (Mestrado) Núcleo de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais. São Cristóvão/Sergipe -2010.*

LIMA, A.F. Caracterização e estudo da bioconversão da matéria orgânica dissolvida em efluentes da Petrobras no Rio Grande do Norte. Natal, 1996. 132p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Postgate, J. R. *The sulphate-reducing bacteria*. 2. ed. Cambridge: University Press, 1984. 209 pp.

CORRÊA, O. L. S. Petróleo: noções sobre exploração, perfuração, produção e microbiologia. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 90p.

PENNA, M.O.; OLIVEIRA, H. B.; SILVA, E. D. Avaliação da atividade metabólica de culturas mistas de bactérias redutoras de sulfato (BRS). Boletim Técnico da PETROBRAS, v. 46, n.3/4, p. 208-219, 2003.

GEMELLI, E. Corrosão de Materiais Metálicos e sua Caracterização. Rio

de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. Edit S.A., 2001. 183 p.

GENTIL, V. Corrosão. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2007. 341 p.

Magda Rosângela Santos Vieira

Mestre em Engenharia Mecânica pela UFPE. Graduada em Química (bacharelado e licenciatura) pela UFPE. Doutoranda em Engenharia Mecânica pela UFPE. Professora dos cursos de Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais da UFPE.

Francisca Pessoa de França

Doutorada em Microbiologia Geral pela UFRJ. Graduada em Farmácia Química pela UFRJ. Professora do Departamento de Engenharia Bioquímica da Escola de Química/UFRJ. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq – Nível 1B

Severino Leopoldino Urtiga Filho

Doutorado e Mestrado em Engenharia Mecânica pela UNICAMP. Graduação em Engenharia Mecânica pela UFPB. Professor Associado da UFPE, com atuação no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e nos cursos de graduação em Engenharia Mecânica de Materiais da UFPE.

Contato: magrsv@hotmail.com

ERRATA

Pedro Henrique Davi Constantino, aluno de graduação em Engenharia Química da Escola de Química/UFRJ, foi coautor do artigo *Gestão tecnológica do monitoramento da corrosão interna de dutos*, publicado na edição nº 43 de setembro/outubro de 2012.

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.

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
BUREAU VERITAS
Certification



WWW.BLASPINT.COM.BR

BLASPINT
MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

SJCampos - SP | CEP 12246-000

Av. Alfredo Ignácio Nogueira Penido, 255 | sl 1713, Ed. Le Classique, Jd. Aquarius
Tel.: (12) 3911-2555 | sjcampos@blasint.com.br

Caçapava - SP | CEP 12285-810

Rod. João do Amaral Gurgel, 1501
Telefax: (12) 3654-4040 | blasint@blasint.com.br

Nanopartículas e sua funcionalização: uma ferramenta contra a corrosão?

Nanoparticles and its functionalization: a tool against corrosion?



Por Fabiana
Yamasaki Vieira



Zebbour Panossian



Célia A. L.
dos Santos

Resumo

Os aços-carbono apresentam propriedades mecânicas adequadas e custo de produção acessível. Estas condições os levaram a ser o principal grupo de materiais estruturais utilizados em escala mundial. No entanto, eles são susceptíveis à corrosão e necessitam de proteção superficial. A nanotecnologia vem colaborar nesta difícil tarefa de proteção contra a corrosão por meio da incorporação de nanopartículas em diversos tipos de revestimentos em que se destacam os revestimentos orgânicos (tintas). Este artigo traz uma revisão bibliográfica sobre a produção e a funcionalização de nanopartículas de sílica.

Abstract

The carbon steels exhibit adequate mechanical properties and low production cost. These conditions led them to be the main group of structural materials used worldwide. However, they are susceptible to corrosion and require protection surface. Nanotechnology comes collaborate in this difficult task of corrosion protection through the incorporation of nanoparticles into various types of coatings that stand out in organic coatings (paints). This article presents a literature review on the production and functionalization of silica nanoparticles.

Introdução

Os aços-carbono são amplamente empregados na construção dos mais variados tipos de estruturas metálicas. Estas, por sua vez, são utilizadas em praticamente todos os ramos industriais e, também, na construção civil. Os aços-carbono apresentam

propriedades mecânicas e custos competitivos que os transformaram no principal grupo dentre os materiais estruturais. No entanto, os aços-carbonos são suscetíveis à corrosão e necessitam de proteção superficial.

Uma das formas mais difundidas de proteção contra a corrosão é a pintura. As estruturas de aço-carbono podem ser pintadas e, dentro deste grande universo que é a pintura anticorrosiva, a nanotecnologia indica caminhos para promover a equivalência ou o aumento do desempenho dessas tintas com a possibilidade de substituir os metais agressivos ao meio ambiente, como, por exemplo, o cátion Cr^{6+} .

A pesquisa sobre polímeros com propriedades de “autorregeneração” ou “autocura” (*self-healing*) tem sido objeto de estudo (Yang, Wei et al., 2012; Kartsonakis, Balaskas et al., 2012). Busca-se desenvolver uma camada de revestimento (tinta) contendo agentes de interesse específico, como por exemplo, inibidor de corrosão ou biocida, adicionados dentro de micro ou nanocápsulas, as quais são incorporadas à matriz polimérica da tinta.

Mediante um dano mecânico que o revestimento sofra, tais como riscos ou batidas que provoquem pequenas fissuras na camada de tinta, os agentes que estão carregados nas micro/nanocápsulas são liberados para proteger a região danificada e promover a “autocura” do revestimento (Yang, Wei et al., 2012).

Neste artigo, abordar-se-á a produção de nanopartículas, em especial, a funcionalização hidrofílica de nanopartículas de sílica na forma de revisão bibliográfica.

Produção de nanopartículas

Há dois tipos de estratégias utilizadas para a produção de nanopartículas, a conhecida como *top-down*, a qual consiste na obtenção de nanopartículas a partir de partículas de dimensões maiores, como, por exemplo, a decomposição térmica. A outra estratégia seria a *bottom-up*, que seria a união seletiva de átomos ou moléculas, formando blocos ou unidades de construção, como exemplo desta pode-se citar a tecnologia química de sol-gel. Apresenta-se, na Figura 1, o esquema destes dois tipos de estratégias.

Funcionalização hidrofílica de nanopartículas de sílica

Nanopartículas de sílica são amplamente utilizadas para a geração de nanopartículas de superfície funcionalizada. Isto pode ser atribuído ao fato de que a modificação química de óxido de silício (SiO_x) é facilmente conseguida usando silanos organofuncionais.

Nanopartículas de sílica podem ser geradas por diferentes procedimentos. Comercialmente, estão disponíveis nanopós de SiO_x , os quais são produzidos por processo de aerossol em alta temperatura, como em reatores de plasma ou de arco, ou então, por hidrólise ou oxidação por chama. Tais nanopós consistem de uma grande quantidade de agregados, formados por sinterização de partículas primárias durante o processo de síntese. Estes agregados são normalmente utilizados como enchimento e material de reforço para borrachas e polímeros, espessante para tintas e pastas, aglutinante para concre-

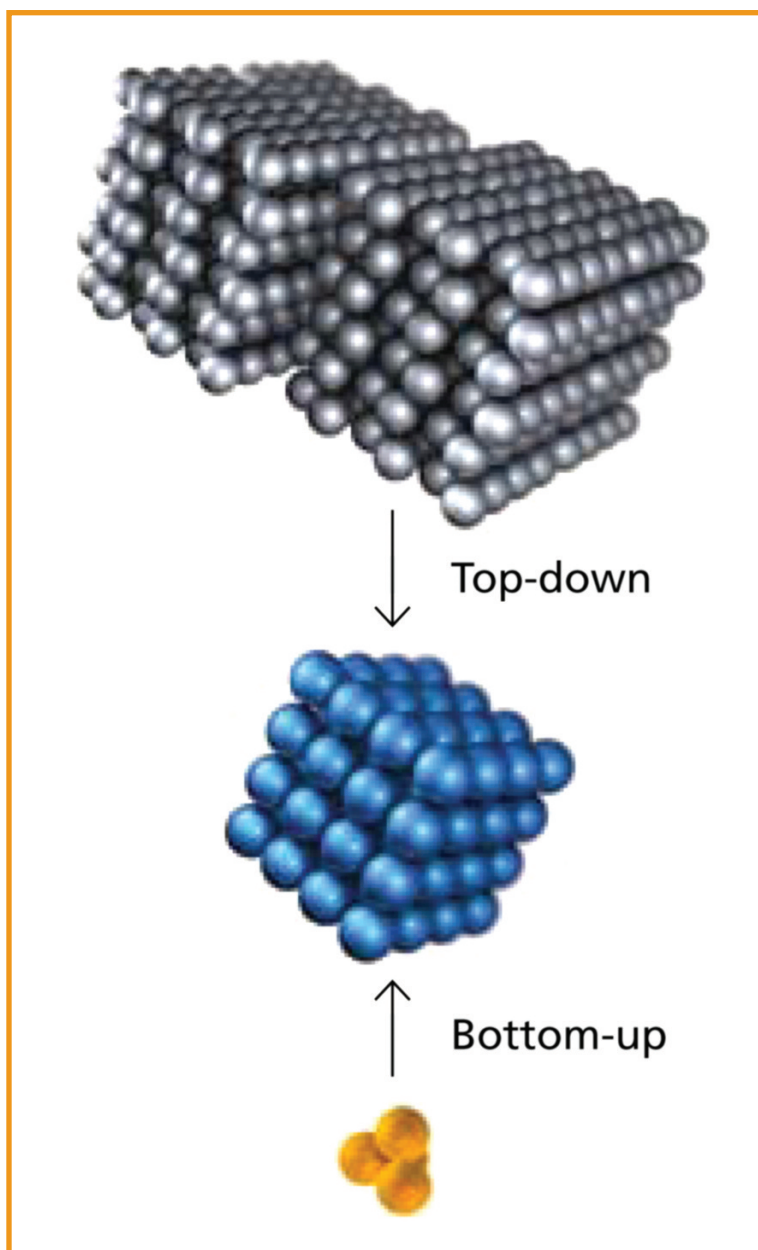


Figura 1 – Representação esquemática das estratégias top-down e bottom-up na nanotecnologia (adaptado de Instruments, 2011)

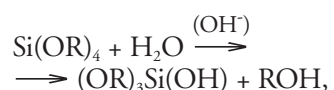
to e cimento, enchimento inerte em fármacos e assim por diante.

Para aplicações biotecnológicas, nanopartículas com formas esféricas e diâmetros bem definidos são desejáveis. Nanopartículas de sílica amorfa que atendem a esses requisitos são sintetizadas através de reações sol-gel. Stöber e colaboradores estabeleceram um protocolo para a síntese de nanopartículas de sílica em um processo sol-gel, em 1968 (Stöber, Fink et al., 1968; Schiestel,

Brunner et al., 2004; Bryde, Grunwald et al., 2005), processo este que é amplamente utilizado até hoje. O processo Stöber consiste basicamente de uma reação, catalisada por amônia, de ortossilicatos substituídos, como o ortossilicato de tetraetila (TEOS), com água em alcoóis de baixo peso molecular. Por este processo, ocorrem separadamente as etapas de nucleação e crescimento de partícula, fazendo com que as partículas aumentem aproxi-

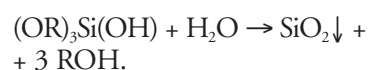
madamente no mesmo tamanho e velocidade. Variando-se as condições reacionais, podem-se obter nanopartículas de 5 nm a 2000 nm.

Em suma, o esquema de reação é a seguinte: em uma reação de hidrólise alcalina, TEOS (ou outros ortossilicatos substituídos) forma-se o monômero hidrolisado TEOS:



com $\text{R} = \text{C}_2\text{H}_5$ para TEOS.

Posteriormente, o produto intermediário da reação condensa para formar sílica,



Este esquema de reação é uma simplificação dos versáteis processos de condensação que levam à formação das partículas de sílica. Apresenta-se, na Figura 2, esta reação de forma ilustrativa. Toda a gama de processos que pode ocorrer é descrita por Brinker e Scherer (1990).

O tamanho das nanopartículas pode ser controlado por vários parâmetros, sendo que a relação de reagentes determina o tamanho das partículas. Observou-se que para concentrações específicas de TEOS e etanol o tamanho das partículas segue um comportamento parabólico para ambas amônia e água (Bogush, Tracy et al., 1988). Outros parâmetros que influem no tamanho das partículas são a temperatura de reação (Bogush, Tracy et al., 1988), a relação água-TEOS, o monômero utilizado, a concentração de amônia, o solvente (álcool) utilizado (Yoo, Yun et al., 2006), a velocidade de adição de reagentes e até mesmo o tipo reator utilizado. Basicamente, o tamanho de partícula diminui monoatomicamente com o aumento da temperatura

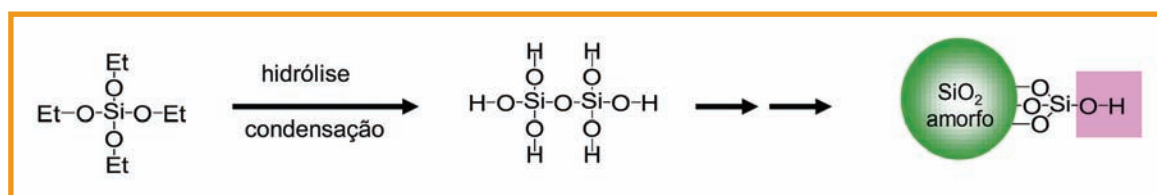


Figura 2 – Representação da síntese de nanopartículas pelo Método de Stöber

na faixa de 10 °C a 55 °C. Quando alcóxidos de sílica diferentes (ortossilicato de tetrametila – TMOS, ortossilicato de tetraetila – TEOS, ortossilicato de tetrapropila – TPOS e ortossilicato de tetrabutila – TBOS) são utilizados para a síntese de partículas em propanol, o tamanho de partícula segue um comportamento parabólico sobre a mudança no tamanho da cadeia de carbono. O tamanho máximo foi observado quando TEOS foi usado como monômero precursor (Yoo, Yun et al., 2006). TMOS não resulta em nanopartículas esféricas, mas de forma irregular. Quando se utilizam diferentes solventes, o tamanho médio de partícula aumenta de 30 nm a 800 nm conforme o comprimento da cadeia do álcool aumenta de metanol para butanol (Yoo, Yun et al., 2006).

Para condições de reação que resultam em distribuições de tamanho monodispersas, verifica-se que o desvio padrão no tamanho das partículas, expresso em percentagem do diâmetro médio de partícula, diminui com o aumento de tamanho de partícula de 10 % a 15 % para tamanhos de partículas abaixo de 100 nm para menos de 5 % para partículas de tamanhos maiores (Bo-gush, Tracy et al., 1988).

Há nanopartículas de sílica geradas por processos de sol-gel

similares ao método Stöber que formam agregados após coletá-las como um sólido seco, sendo que tais agregados não se desintegram ao serem ressuspensos em uma solução aquosa. Isto foi atribuído às ligações de hidrogênio interpartículas. A adição de poli(etilenoglicol) (PEG) na reação de síntese de partículas resulta em partículas híbridas que podem ser redispersas depois de terem sido armazenadas como sólidos secos (Kopelman, Xu et al., 2002).

Além de partículas sólidas e esféricas de sílica, partículas de sílica microporosa e mesoporosa com poros de tamanhos que variam de 1 nm a 2 nm e de 2 nm a 50 nm, respectivamente, podem ser gerados pela adição de tensoativos como agentes dirigentes de estrutura da reação (Buchel, Grun et al., 1998; Yano e Fukushima, 2003). A viabilidade de se obter tamanho dos poros e geometrias diferentes oferece uma ampla gama de possibilidades para hospedar moléculas alvo. Assim, permite-se que tais partículas sirvam para aplicações em uma vasta gama de tópicos, como por exemplo, a separação e catálise, purificação e liberação da droga controlada. Como as paredes dos poros apresentam alta concentração de grupos silanóis na superfície, eles podem ser funcionalizados com espécies

químicas diferentes.

Usando silanos organofuncionais; funções orgânicas podem ser facilmente introduzidas na superfície das nanopartículas formadas por uma reação de silanização em um meio orgânico. Como exemplos, podem ser adicionados aminogrupos utilizando 3-aminopropiltrietoxissilano (APS). A Figura 3 ilustra esta reação. Este silano modificado possui uma cadeia orgânica (R') diretamente ligada ao átomo metálico (silício). A ligação Si-R', estabelecida por meio do carbono (Si-C), é bem mais estável que a ligação Si-O. Isto faz com que, na presença de água, a ligação Si-C não seja quebrada por hidrólise, permitindo a introdução de grupamentos orgânicos ligados quimicamente em uma rede inorgânica (Schmidt, 1985; Scholze, 1985; Schmidt e Wolter, 1990) levando a um adensamento (maior espessura) e relaxamento da estrutura obtida. Devido à natureza do grupo orgânico que é ligado quimicamente ao átomo de silício, no caso o APS, o silano produzido pode ser classificado como funcional, pois possui grupos orgânicos fisico-quimicamente ativos (aminogrupos).

Para a obtenção de partículas altamente hidrofílicas, os aminogrupos podem ser facilmente convertidos, por exemplo, em

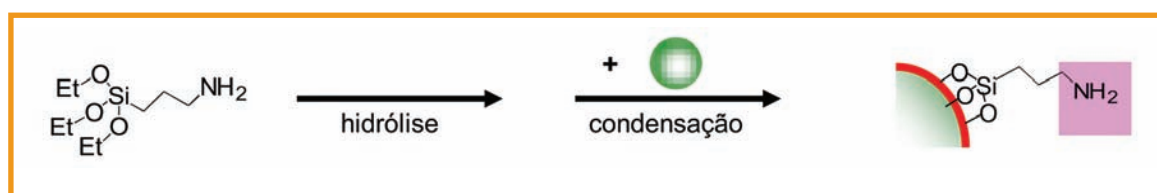


Figura 3 – Modificação de nanopartículas de sílica amorfas com amino grupos



Figura 4 – Conversão de amino grupos em carbóxi grupos

grupos carboxílicos por uma reação com anidrido succínico, conforme ilustrado na Figura 4.

Referências bibliográficas

- BOGUSH, G. H.; TRACY, M. A.; ZUKOSKI, C. F. *Preparation of monodisperse silica particles - control of size and mass fraction. Journal of Non-Crystalline Solids*, v. 104, n. 1, Aug 1988. ISSN 0022-3093. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:A1988P671100014 >.
- BRINKER, J. C.; SCHERER, G. W. *Sol-Gel Science: The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing. Academic Press*, 1990. 912 ISBN 9780121349707.
- BRYDE, S. et al. *Tumor necrosis factor (TNF)-functionalized nanostructured particles for the stimulation of membrane TNF-Specific cell responses. Bioconjugate Chemistry*, v. 16, n. 6, Nov-Dec 2005. ISSN 1043-1802. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:000233393800018 >.
- BUCHHEL, G. et al. *Tailored syntheses of nanostructured silicas: Control of particle morphology, particle size and pore size. Supramolecular Science*, v. 5, n. 3-4, Jul-Sep 1998. ISSN 0968-5677. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:000077672500013 >.
- INSTRUMENTS, B. A. *Nanotechnology Additives. Technical Information L-NI 1. Germany* 2011.
- KARTSONAKIS, A.I.; BALSAS, A.C.; KORDAS, G.C. *Influence of cerium molybdate containers on the corrosion performance of epoxy coated aluminium alloys 2024-T3. Corrosion Science*, v. 53, p. 3771-3779, 2011.
- KOPELMAN, R. et al. *Preparation and characterization of poly (ethylene glycol)-coated Stober silica nanoparticles for biomedical applications. Conference on Biomedical Nanotechnology Architectures and Applications*, 2002, San Jose, Ca. Jan 20-24.
- SCHIESTEL, T.; BRUNNER, H.; TOVAR, G. E. M. *Controlled surface functionalization of silica nanoparticles by covalent conjugation reactions and preparation of high density streptavidin nanoparticles. Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, v. 4, n. 5, p. 504-511, May 2004. ISSN 1533-4880. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:000224106800006 >.
- SCHMIDT, H. *New type of non-crystalline solids between inorganic and organic materials. Journal of Non-Crystalline Solids*, v. 73, n. 1-3, 1985. ISSN 0022-3093. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:A1985APZ1800057 >.
- SCHMIDT, H.; WOLTER, H. *Organically modified ceramics and their applications. Journal of Non-Crystalline Solids*, v. 121, n. 1-3, May 1990. ISSN 0022-3093. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:A1990DN15400079 >.
- SCHOLZE, H. *New possibilities for variations of glass structure. Journal of Non-Crystalline Solids*, v. 73, n. 1-3, 1985. ISSN 0022-3093. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:A1985APZ1800056 >.
- STOBER, W.; FINK, A.; BOHN, E. *Controlled growth of monodisperse silica spheres in the micron size range. Journal of Colloid and Interface Science*, v. 26, n. 1, Jan. 1968. Disponível em: <Go to ISI>://INSPEC:1968A48235 >.
- YANG, Z.; WEI, Z.; LE-PING, L.; SI-JIE, W.; WU-JUN, L. *Self-healing coatings microcapsule. Applied Surface Science*, v. 258, p. 1915-1918, 2012.
- YANO, K.; FUKUSHIMA, Y. *Particle size control of mono-dispersed super-microporous silica spheres. Journal of Materials Chemistry*, v. 13, n. 10, 2003. ISSN 0959-9428. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:000185496500031 >.
- YOO, J. W.; YUN, D. S.; KIM, H. J. *Influence of reaction parameters on size and shape of silica nanoparticles. Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, v. 6, n. 11, Nov 2006. ISSN 1533-4880. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:000242601000007 >.

Fabiana Yamasaki Martins Vieira

Pesquisadora do Laboratório de Corrosão e Proteção do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de SP – IPT.

Zehbour Panossian

Diretora de Inovação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de SP – IPT. Doutora em Ciências (Físico-Química) pela USP.

Célia A. L. dos Santos

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

Contato com as autoras:

fyvieira@ipt.br/zepp@ipt.br /
clsantos@ipt.br
fax: (11) 3767-4036

Save the date | **August 25-28, 2013**

ISMOS⁴

International Symposium on Applied
Microbiology and Molecular Biology
in Oil Systems

RIO DE JANEIRO



Photo: Pedro Krieger/Riotur

www.ismos-4.org

Consultoria metalizacao.eng.br

Consultoria Técnica, Cursos e Treinamentos em Metalização por Aspersão Térmica

Próximos Cursos:

9 de Março de 2013

Curso de Extensão Universitária/NEXT nas Faculdades Oswaldo Cruz:

Metalização / Aspersão Térmica: Processos, Características e Deposição – Introdução

Maiores informações, acesse:

http://www.oswaldocruz.br/next/detalhe_curso.asp?id_curso=414

30 de Maio de 2013

Curso Livre na ABM

Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração:

Metalização – Deposição de Materiais na Fabricação e na Manutenção de

Componentes Mecânicos e Estruturas Metálicas

Maiores informações, acesse:

http://www.abmbrasil.com.br/cursos/cursos_detalhes.asp?cursos_Cod_Curso=1954

Consultoria metalizacao.eng.br
www.metalizacao.eng.br

Fone: (11) 9-6646-7171
metalizacao@metalizacao.eng.br

Coteq

18 a 21 de junho de 2013

Enotel Resort & SPA | Porto de Galinhas (PE)

Secretaria Abendi

+55 (11) 5586-3161

coteq@abendi.org.br | www.abendi.org.br/coteq

Realização



Promoção



PROMAI

Programa Multinacional de Avaliação de Integridade
e Extensão de Vida de Equipamentos Industriais



Patrocínio Diamante Diamond Sponsor



Patrocínio Prata Silver Sponsor



Patrocínio Bronze Bronze Sponsor



Cursos

Calendário 2013 – De Janeiro a Junho

CURSOS	HORAS	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO
<i>Pintura Industrial</i>							
Inspetor N1 – Rio de Janeiro / RJ	88	21/1 a 1/2		4 a 15	1 a 12	13 a 24	
Inspetor N1 – Rio de Janeiro / RJ ¹	88				6/4 a 22/6, exceto 31/5		
Inspetor N1 – São Paulo / SP	88		25/2 a 8/3			6 a 17	
Inspetor N1 – Sorocaba / SP	88				6/4 a 22/6, exceto 31/5		
Inspetor N1 – Salvador / BA	88				8 a 19		
Inspetor N1 – Rio de Janeiro / RJ ²	8			9			8
Novo Inspetor N1 – São Luís / MA	88						3 a 14
Inspetor N1 – Recife / PE	88			11 a 22			
Inspetor N1 – Rio Grande / RS	88						17 a 28
Inspetor N1 – Rio de Janeiro / RJ ³	40		25/2 a 1/3			6 a 10	
Novo Inspetor N1 – São Paulo / SP ³	40						24 a 28
Inspetor N2 – Rio de Janeiro / RJ ⁴	40			18 a 23			
<i>Proteção Catódica</i>							
Novo Profissionais – Rio de Janeiro / RJ	80					6 a 17	

¹ Turma somente aos sábados⁴ Nível 2 e IMO/PSPC² Revisão de Aulas Práticas³ Curso Intensivo**Mais informações:**

cursos@abraco.org.br

eventos@abraco.org.br

Atenção:

Calendário sujeito a alterações

Boas-vindas

A ABRACO dá as boas-vindas às novas empresas associadas**Promar**

A Promar Tratamento anticorrosivo Ltda., empresa 100 % brasileira certificada ISO 9001:2008, atua no mercado de anticorrosão desde 1986 fornecendo serviços de tratamento de superfícies através de jateamento abrasivo e pintura industrial. Com uma infraestrutura sólida, possui um corpo comercial e técnico qualificado (inspetores Nível I, Nível II e Engenheiros Químicos). Atende os segmentos de saneamento básico, siderurgia, petrolíferas, mineradoras, construção civil e naval, indústria química, montagens, hidrelétricas, termoeletricas, mecânica pesada, transportes, têxtil, agroindustrial e todos os segmentos que utilizam pintura técnica industrial. A empresa possui Certificado de Registro e Classificação Cadastral CRCC.

Mais informações: (11) 4138-4232 – www.promarpintura.com.br

**W&S Saura**

W&S Saura Ltda – Sediada em Americana, desde 1996, a W&S oferece a seus clientes um pacote completo de soluções na área de pintura.

Distribuidora Autorizada Graco, Festool, SET e TQC em diversas linhas de equipamentos como: Airless, Airless de mistura automática, *airspray*, sistemas de lixamento aspirado, equipamentos de tratamento de superfície SSP11, medidores de camada seca e úmida, *pull-off*, *Holiday*, rugosímetro, regeneradores de solvente e outros.

Mais informações: (19) 3469-9889 – www.wsequipamentos.com.br



Opinião



Cíntia Bortotto

Você *conhece* o intraempreendedor?

Ele é aquele que lê as oportunidades que outros não vêem e persiste até a ideia virar negócio

Ser empreendedor é ter a aptidão de inovar, de se apropriar de certa área, departamento e cuidar para que cresça, dê certo e prospere. Uma pessoa com perfil empreendedor tem boa visão do mercado e do negócio e consegue gerar riquezas, trazer ideias e transformar conhecimentos e bens em novos produtos e/ou serviços. O termo "empreendedor" também é usado para quem fundou uma empresa ou negócio que não existia.

Mas intraempreendedor, você conhece? É aquele que pratica empreendedorismo dentro dos limites da organização, ou seja, é a pessoa que analisa cenários, usa a criatividade, seleciona as melhores ideias, inova, sempre pensando em como fazer a empresa ganhar mais, vender mais, reduzir custos. Ele pensa na organização na qual trabalha, como se fosse seu próprio negócio e demonstra resiliência quando situações adversas acontecem.

O gestor pode ajudar a criar intraempreendedores incentivando o senso de propriedade, o sentimento de que ele pode fazer a diferença, a autonomia na tomada de decisão, a possibilidade de testar e errar sem medo. É importante que ele incentive o pensar "fora da caixa", para que se tragam inovações e possibilidades de negócio ainda não experimentadas ou abordadas, mostrando que a preocupação com o faturamento, a rentabilidade e o custo são sempre importantes quando se fala em negócios.

Como ocorre o processo de

desenvolvimento? O primeiro passo é combinar com a primeira pessoa da empresa (como presidente e diretor geral), que o ambiente permitirá riscos e, portanto, erros. O segundo é incentivar a pessoa a pensar no que normalmente não é pensado, propor ideias que possam parecer malucas em um primeiro momento, mas que podem fazer todo o sentido quando trabalhadas. Depois vem a estruturação, afinal, só conseguimos vender uma ideia quando estruturamos os benefícios de implementá-la, com um plano de investimento para a implementação, riscos, benefícios e retorno.

Algumas características do intraempreendedor:

1. Tem capacidade de analisar cenários;
2. Utiliza a criatividade, selecionando as melhores ideias;
3. Pensa em como fazer a empresa ganhar mais, vender mais, reduzir custos;
4. Age como o dono do negócio;
5. Tem resiliência quando situações adversas acontecem;
6. Consegue mapear riscos e calcular se pode corrê-los;
7. Toma decisão;
8. Trabalha com autonomia;
9. Age sempre procurando melhorar e descobrir oportunidades;
10. É autoconfiante e demonstra paixão pelo trabalho.

Este é o perfil mais procurado pelas empresas, pois faz a leitura de oportunidades que outros não vêem e tem persistência para fazer uma ideia virar negócio. Alguns resultados que intraempreendedores trazem para as empresas são novos produtos, serviços ou processos.

Para liderar um intraempreendedor, é preciso ser um gestor que não centralize as decisões, que desafie o colaborador a entregar mais e nunca se acomodar, ter abertura para as inovações, mesmo que, em um primeiro momento, elas não façam sentido.

A seguir, algumas dicas para se tornar um intraempreendedor:

- Inove, pense em formas diferentes de fazer as mesmas coisas; pense em produtos ou serviços que atendam necessidades para as quais ainda não existem soluções.
- Pense em uma forma de vender esta inovação. Quem compraria? Quanto custaria?
- Arrisque: no mundo do empreendedorismo, quem não toma risco não tem sucesso.

Desenvolver estas habilidades pode fazer toda a diferença tanto para sua carreira quanto para a empresa onde trabalha. Se você é um intraempreendedor ou gerencia um, siga confiante e boa sorte!

Cíntia Bortotto

Fundadora da Cíntia Bortotto Consultoria em RH

Contato: www.consultoriaemrh.com.br

Empresas *associadas* à ABRACO

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 REVEST. E PINTURAS LTDA.
www.alclare.com.br
API SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM DUTOS LTDA.
apidutos@hotmail.com
AXSON - BS COATINGS
www.bs-coatings.com
BERNARDI LTDA.
joseroberto@pinturasbernardi.com.br
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
COMÉRCIO E INDÚSTRIA REFIATE LTDA.
www.vpci.com.br
CONFAB TUBOS S/A
www.confab.com.br
C & Q CONSULTORIA E TREINAMENTO
www.ceqtreinamento.com.br
D. F. OYARZABAL
oyarza@hotmail.com
DETEN QUÍMICA S/A
www.deten.com.br
DUPONT DO BRASIL S/A
www.dupont.com.br
ELETRONUCLEAR S/A
www.eletronuclear.gov.br
EGD ENGENHARIA
www.egdengenharia.com.br
FIRST FISCHER PROTEÇÃO CATÓDICA
www.firstfischer.com.br
FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A
www.furnas.com.br
GAITEC COM. E SERV. DE AUTOM. DO BRASIL LTDA.
www.gaitecsistemas.com.br
G P NIQUEL DURO LTDA.
www.grupogp.com.br
HARCO DO BRASIL IMP. E EXP.
www.harcobrasil.com.br
HENKEL LTDA.
www.henkel.com.br
HITA COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA.
www.hita.com.br
IEC INSTALAÇÕES E ENG^a DE CORROSÃO LTDA.
www.iecengenharia.com.br
INSTITUTO PRESBITERIANO MACKENZIE
www.mackenzie.com.br
INT - INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA
www.int.gov.br
ITAGUÁÍ CONSTRUÇÕES NAVAIS - ICN
qualidade@icnavais.com
JOTUN BRASIL IMP. EXP. E IND. DE TINTAS LTDA.
www.jotun.com
JPI REVESTIMENTOS ANTICORROSIVOS
www.polyspray.com.br
MANGELS INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.
www.mangels.com.br
MARIA A. C. PONCIANO - ME
www.gsimacae.com.br
MORKEN BRA. COM. E SERV. DE DUTOS E INST. LTDA.
www.morkenbrasil.com.br
MTT ASELCO AUTOMAÇÃO LTDA.
www.aselco.com.br
MUSTANG PLURON QUÍMICA LTDA.
www.mustangpluron.com
NALCO BRASIL LTDA.
www.nalco.com.br
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
PERFORTX IND. DE RECOB. DE SUPERF. LTDA.
www.perfortx.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
PORTCROM INDUSTRIAL E COMERCIAL LTDA.
www.portcrom.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
ROXAR DO BRASIL LTDA.
www.roxar.com
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
SURTEC DO BRASIL LTDA.
www.surtec.com.br
TBG - TRANSP. BRAS. GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL
www.tbg.com.br
TECNOFINK LTDA.
www.tecnofink.com
TECNO QUÍMICA S/A.
www.reflex.com.br
TINÔCO ANTICORROSÃO LTDA.
www.tinocoanticorrosao.com.br
ULTRABLAST LASSARAT SERVIÇOS E PROJETOS
geral@ultrablast.com.br
ULTRAJATO ANTICORROSÃO E PINT. INDUSTRIAIS
www.ultrajato.com.br
UTC ENGENHARIA S.A.
www.utc.com.br
VCI BRASIL IND. E COM. DE EMBALAGENS LTDA.
www.vcibrasil.com.br
VECTOR LAB. DE ANÁLISES DE ÁGUA E CORR. LTDA.
zilda@vector-tecnologia.com.br
WEG TINTAS
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

DOSAGEM AUTOMÁTICA PERSONALIZADA

SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROLE DE DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS PARA LINHA DE PRÉ-TRATAMENTO DE PINTURA VERTICAL



- Personalização de *layout* de acordo com cada planta;
- Controle automático de pH, concentração, temperatura e outros;
- Acesso remoto para monitoramento com possibilidade de alteração de configurações;
- Software multiusuário;
- Controle de falhas e alarmes, armazenagem de histórico.



Tecnologia italiana



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