

Corrosão & Proteção

 **ABRACO**
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CORROSÃO
ISSN 0100-1485

Ciência e Tecnologia em Corrosão


APORTE
EDITORIAL

Ano 11
Nº 54
Out/Jan 2015

ENTREVISTA

*Alfredo Carlos
Orphão Lobo,
diretor de Avaliação
da Conformidade
do INMETRO*

PINTURA ANTICORROSIVA

SEMINÁRIO EXPÕE AVANÇOS TECNOLÓGICOS



Linha completa de equipamentos de pintura e inspeção.

Preparação



Pintura



Inspeção



Centro de Treinamento



- Auditório
- Show Room
- Oficina de Manutenção
- Cabine de Pintura



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

Conselho Editorial

Eng. Aldo Cordeiro Dutra – INMETRO
Dra. Célia A. L. dos Santos – IPT
Dra. Denise Souza de Freitas – INT
Dr. Ladimir José de Carvalho – UFRJ
Eng. Laerce de Paula Nunes – IEC
Dra. Simone Louise D. C. Brasil – UFRJ/EQ
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 Sarmento Paz – Vogal Comunicações
redacao@vogalcom.com.br

Repórter

Carlos Sbarai

Projeto Gráfico/Edição

Intacta Design – julio@intactadesign.com

Gráfica

Ar Fernandez

Esta edição será distribuída em janeiro de 2015.

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



4

Editorial

Perspectivas para 2015

6

Entrevista

A conformidade de produtos e serviços é essencial

8

Pintura Anticorrosiva

Seminário expõe avanços tecnológicos

34

Opinião

O cliente reclamou? Ainda bem!

Erik Penna



Artigos Técnicos

20

Análise crítica dos ensaios de corrosividade de derivados de petróleo ao cobre e ao aço-carbono

*Por Lorena Cristina de Oliveira Tirol,
Vanessa Yumi Nagayassub, Zehbour
Panossian, Johny Hernandes de Oliveira*

26

Atividade de biocidas comerciais na corrosão microbiológica em sistemas salinos

*Por Lindomar C. A. de Araújo, Márcia
Teresa Soares Lutterbach, Leila Yone Reznik,
Eliana Flavia Camporese Servulo*

Perspectivas para 2015

CONSIDERANDO O ATUAL PANORAMA ECONÔMICO E POLÍTICO NACIONAL, CERTAMENTE 2015 SE APRESENTARÁ como um grande desafio para a indústria nacional. Novo mandato presidencial, novos ministérios e, como vem sendo noticiado, rígidas políticas de austeridade fiscal. Soma-se a esses pontos a perspectiva de baixo crescimento da economia nacional, reflexo de um conjunto de fatores de desequilíbrios internos e também o fraco desempenho de outras economias emergentes.

A alta produtividade de petróleo dos Estados Unidos e o baixo preço do petróleo no mercado internacional com certeza influenciarão a performance da indústria petrolífera, exigindo adequação do parque industrial voltado à essa atividade. O petróleo ainda terá que buscar caminhos alternativos para concorrer com as inovadoras fontes de energia renovável, cada vez mais incentivadas por governos e empresas.

De uma forma geral, o setor industrial nacional terá pela frente a concorrência mais acirrada das economias asiáticas de larga produção e alta tecnologia. Levando-se em conta que aparentemente o mercado nacional chegou a uma posição limite de crescimento, a saída para o crescimento é a conquista de mercados que estão nas mãos de concorrentes. Agora, estamos preparados para isso? A indústria nacional se

ressente grandemente de um aporte mais efetivo em tecnologia adequada, competitividade empresarial, logística, infraestrutura e ainda ansiamos uma reforma fiscal para viabilização de custos equivalentes a outros centros industriais.

A estagnação do Produto Interno Bruto – PIB brasileiro reflete o fraco desempenho da indústria nacional. E mudar esse panorama exigirá encarar os desafios de ampliar a produtividade – o que implica também ampliar investimentos para a melhoria da infraestrutura, tornar mais racional a cobrança de impostos, investir na reforma

previdenciária e trabalhista, entre outras questões relevantes.

Espera-se que 2015 seja ponto de partida para novos caminhos, com aumento da confiança nas regras e maior rigidez em pontos que podem potencialmente desestruturar o crescimento contínuo. É fato que o Brasil tem um enorme potencial, mas para concretizar os resultados esperados será necessário mais do que ter um grande mercado interno. Esse ciclo retroalimentado pelo potencial do mercado interno parece ter se encerrado. Agora é a vez da produtividade, e para isso é importante haver uma ideia clara de que será necessário mudanças para que o cenário esteja alinhado a esse novo momento.

Seminário de Pintura – Nesta edição, a Revista Corrosão & Proteção apresenta entre outros temas relevantes a cobertura do II Seminário de Pintura anticorrosiva realizado pela ABRACO (ver matéria completa na página X). Renomados profissionais do setor apresentaram os principais avanços tecnológicos dentro do tema central do evento, que reuniu cerca de 300 pessoas no Rio de Janeiro. Ações como esta, focadas no aperfeiçoamento e atualização contínua, é um grande indicador da importância da ação institucional das entidades, como a ABRACO, para o desenvolvimento nacional. Ampliar a produtividade, como colocado, exige conhecimento técnico e a ABRACO está, dessa forma, ajudando a disseminá-lo para um grande grupo de profissional.

Boa leitura!

Os editores

“Embora o Brasil tenha um enorme potencial, para concretizar os resultados esperados é necessário mais do que ter um grande mercado interno. Agora é a vez da produtividade”

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

montibrasil.com



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



MÁQUINA INDUSTRIAL **MONTI** JATEAMENTO SEM ABRASIVO

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

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

OXIFREE
METAL PROTECTION

PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO E CONTAMINAÇÃO



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

oxifree.com

tecnofink

tecnofink.com

ISO 9001

BUREAU VERITAS
Certification



ISO 9001:2008

SYSTEME DE MANAGEMENT
DE LA QUALITE



Nilo Martire
Neto

A conformidade de produtos e serviços é essencial

Isso serve para que se tenha confiança na qualidade de produtos e serviços, traduzida em forma de desempenho, segurança e durabilidade

Por Carlos Sbarai

Diretor de Avaliação da Conformidade Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), Alfredo Carlos Orphão Lobo é Engenheiro Mecânico, especializado em Engenharia de Equipamentos de Petróleo, pela Petrobrás em convênio com a Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, e *Advanced Management*, pela *Banff School of Advanced Management*, do Canadá. É professor convidado, pela Universidade Católica de Valparaíso, no Chile. Ainda conquistou o *Certified Quality Engineer*, pela *American Society for Quality*. Trabalhou durante 28 anos na Petrobrás, atuando em diferentes atividades, dentre as quais manutenção, construção e montagem, gestão da qualidade e gestão de recursos humanos.

Foi membro da equipe que implantou os primeiros sistemas de gestão da qualidade na Petrobrás, pioneiros no Brasil, nas atividades de projeto, fabricação e montagem de instalações e de suprimento de materiais. Lobo também participou da equipe que implantou, desde 1990, o Programa Brasileiro da Qualidade de Produtividade-PBQP, tendo atuado na sua coordenação entre 1996 e 1998.

Atualmente é diretor de Avaliação da Conformidade do

Inmetro, cargo que assumiu em maio 2000. “Entre outras atribuições, a Diretoria da Qualidade do Inmetro é responsável por coordenar a implantação de Regulamentos Técnicos e de Programas de Avaliação da Conformidade de produtos e serviços no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade”, explica Lobo, que tem participação ativa em diversas outras entidades relacionadas à questão da conformidade. Ele é conselheiro do Comitê Brasileiro da Qualidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e ainda é secretário Executivo do Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade, do Comitê Brasileiro de Normalização, do Comitê Brasileiro de Regulamentação.

Sua carreira contabiliza ainda a publicação de cerca de 100 trabalhos sobre técnicas de combate a corrosão e sistemas de gestão da qualidade, além de ser co-autor do livro “Pintura na Proteção Anticorrosiva”, em sua quarta edição. Para concluir, o diretor apresentou palestras em entidades internacionais, como a *International Organization for Standardization (ISO)*, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a Comissão Econômica das Nações Unidas

para a Europa (UNECE), a ONU e a OMC.

Qual a importância da conformidade para o setor de pintura industrial?

Alfredo Carlos Orphão Lobo – *A conformidade dos produtos e serviços aos requisitos normativos preestabelecidos é essencial para que se tenha confiança na qualidade desses produtos e serviços, traduzida em forma de desempenho, segurança, durabilidade entre outros. Avaliar a conformidade nada mais é do que ver se um determinado produto atende os requisitos estabelecidos em uma norma. Essa é a razão de ser de um processo de avaliar a conformidade de um produto.*

De que forma a conformidade contribui na composição das tintas seriadas e nos materiais de pintura?

Lobo – *No caso específico de tintas ou serviço de pintura é ter uma maneira de atestar que aquilo que está previsto na norma técnica está sendo feito de fato e normalmente esse processo de avaliação é feito por terceiros. A ideia é dar clareza aos requisitos que os produtos e serviços submetidos a um processo de avaliação da conformidade atendem. Vale ressaltar que a importância disso está relacionada com a me-*

lhorar a qualidade, proporciona concorrência justa, agregação de valor a marcas, melhora das relações de consumo. Também é importante dizer que isso traz confiança, na medida em que o produto foi fabricado e submetido a um processo de avaliação da conformidade. Ao passar por ensaios em laboratórios o produto tem que atender os requisitos da norma técnica. No caso da tinta são feitas análise do teor de pigmento, do poder de cobertura, de adesão entre outros para confirmar sua qualidade, agregando valor a sua marca.

Qual o papel dos cursos de pintura industrial na formação de profissionais conscientizados com a conformidade?

Lobo – Não se pode obter conformidade dos serviços de pintura industrial em relação a requisitos estabelecidos nas normas aplicáveis, que não por meio de profissionais devidamente qualificados. Os cursos de formação profissional associados à escolaridade e experiência constituem os meios mais adequados para que se qualifique os profissionais, envolvendo pintores, supervisores e inspetores.

Como a indústria, que se utiliza dos serviços de pintura, avalia a conformidade desse trabalho?

Lobo – Pelo fato do Inmetro estabelecer os requisitos de certificação no Brasil, acabamos de desenvolver um programa voluntário de certificação de tintas, no qual o fabricante poderá agregar valor à sua marca e mostrar que está em conformidade com as normas técnicas exigidas recebendo um selo que atesta a conformidade do seu produto.

Quais as normas que regem a conformidade para o setor de tintas e pintura?

Lobo – Desconheço a existência

de normas técnicas nacionais especificamente para avaliação da conformidade de tintas e da pintura. Existem sim normas técnicas nacionais de especificação de tintas. Nesse sentido, como mencionado, o Inmetro vem estabelecendo portarias que criam programa para a certificação de algumas tintas. Ou seja, procedimentos de certificação.

Qual o papel do Inmetro no processo de conformação de produtos e serviços para o setor?

Lobo – O Inmetro tem um importante papel na criação no país de uma infraestrutura de Tecnologia Industrial Básica, fator fundamental para a competitividade da indústria nacional, alavancando exportações e impedindo a importação de produtos não conformes, fator gerador de

um país de primeiro mundo em termos de processos de avaliação da conformidade de produtos e serviços de diferentes setores. Acredito que nosso país pode ser comparado aos mercados mais exigentes do mundo. Apesar de não atuar especificamente no mercado de tintas e de pintura, eu ousaria dizer que as tintas e os serviços de pintura realizados aqui no Brasil são equivalentes aos que são realizados no exterior. Dentro daquilo que eu consigo acompanhar, posso afirmar que estamos no mesmo padrão lá de fora quando o assunto é fabricação de tintas e serviços de pintura.

Em resumo, a conformidade é estratégica para o desenvolvimento nacional.

Lobo – Sem dúvida. Dispor de uma infraestrutura robusta de avaliação da conformidade, em

“Acabamos de desenvolver um programa voluntário de certificação de tintas, no qual o fabricante poderá agregar valor à sua marca e mostrar que está em conformidade com as normas técnicas exigidas recebendo um selo que atesta a conformidade do seu produto”

acidentes e de perda de emprego e renda. Nesse sentido o Inmetro acredita (reconhece competência) de laboratórios de calibração e ensaios, de organismos de certificação de produtos, processos e serviços, de organismos de inspeção, bem como estabelece regulamentos técnicos e requisitos de avaliação da conformidade, em especial de certificação, de produtos, processos, serviços e pessoal.

Dentro dos setores de tintas e pintura como se encontra o Brasil em relação aos outros centros mais desenvolvidos, dentro do tema conformidade?

Lobo – O Brasil é considerado

especial de produtos, é estratégico para os países neste ambiente de economia globalizada. Eles são fundamentais para fortalecer as relações de consumos, tornar a concorrência justa, induzir o processo de competitividade e impedir que produtos inseguros adentrem no mercado internacional. O Brasil possui essa infraestrutura e pratica no país as melhores práticas internacionais de avaliação da conformidade de produtos.

Mais informações:

www.inmetro.gov.br/qualidade



Seminário *expõe* avanços tecnológicos

Qualificação dos palestrantes e dos temas selecionados garantem ampla aprovação da segunda edição do Seminário Brasileiro de Pintura Anticorrosiva (SBPA)

Carlos Sbarai

O II Seminário Brasileiro de Pintura Anticorrosiva (SBPA) realizado pela Associação Brasileira de Corrosão – ABRACO, que aconteceu em dezembro, no Rio de Janeiro, foi um verdadeiro sucesso. O evento contou com a participação de mais de 300 participantes, com 28 patrocinadores e com 10 palestras. “Eu acho que o Seminário de pintura anticorrosiva, que foi plantado no ano passado, alcançou um sucesso bastante positivo e com um índice de aprovação muito elevado. Nesta edição não foi diferente, tanto é que nós atuamos com forma similar, com a mesma responsabilidade, selecionando temas de interesse geral da comunidade técnico-científica da área de pintura anticorrosiva”, explica o coordenador do Comitê Técnico do evento Fernando Loureiro Fragata.

“Eu também posso afirmar que esse evento foi extraordinário e que o sucesso desse encontro, que teve cem por cento de aprovação, se deve à qualidade dos nossos palestrantes, dos temas selecionados e ainda à colaboração dos nossos patrocinadores, que inclusive teve um número recorde na história da ABRACO. Isso para mim é a prova que a pintura anticorrosiva tem vida própria, que é capaz de se autossustentar em seus eventos e cada vez mais estaremos apoiando tais iniciativas e as novas tecnologias. Foram seis meses de muito trabalho e com uma equipe muito reduzida, mas um grupo de idealistas. A ideia é fazer algumas alterações necessárias para os próximos eventos e apresentar novidades”, esclarece Fragata.

Segundo o consultor sênior da Petrobrás, Joaquim Pereira Quintela, apenas o número de pessoas presentes já mostra quão importante foi o Seminário. “É evidente que sempre estamos em busca de trazer o melhor para as empresas e para os profissionais do setor de pintura anticorrosiva. Todo esse sucesso serve para que consigamos trazer esse nível de trabalhos apresentados no evento e para que os próximos sejam ainda melhores. Eu quero ressaltar que a resposta do público traduziu o sucesso do Seminário. Eu não chamo de Seminário, mas de uma confraternização anual dos profissionais envolvidos em pintura anticorrosiva. Inclusive foi possível perceber apenas comentários positivos durante os intervalos”.

O gerente de treinamento técnico da Sherwin-Williams, Celso Gnecco, parafraseou o consultor Quintela ao dizer que esse não foi um Seminário, mas sim uma grande festa. “Podemos encontrar amigos para trocar ideias, além de ter sido uma grande oportunidade de fazer perguntas que não estavam na pauta dos trabalhos. Fazer esse encontro, onde todos têm o mesmo objetivo, sobre pintura anticorrosiva é sensacional. Eu saio daqui hoje impressionado com o nível das palestras e toda a troca de informações durante os debates. Até porque nosso conhecimento vai crescendo a cada dia. Após a realização deste Seminário, tenho a certeza que todos levarão para casa um conteúdo de informações significativo”.

Aécio Castelo Branco, sócio-gerente da Tintas Jumbo e

Coordenador Executivo do II SBPA, também ficou satisfeito pela receptividade dos participantes, dos patrocinadores, dos inspetores, que causou uma boa repercussão. “Isso significa que valeu todo o esforço feito para tornar o Seminário grandioso e com isso solidificar a iniciativa de realização de eventos técnicos, que é exatamente isso que o público ligado à pintura anticorrosiva está buscando para uma melhor qualificação profissional, assim como uma melhor prestação de serviços para os seus clientes. Acho que todos da organização estão de parabéns por fazer um evento dessa envergadura. O sucesso desse evento se deve a credibilidade das pessoas envolvidas com esse brilhante trabalho”.

Na opinião de Roberto Mariano, especialista técnico da AzkoNobel, o evento serviu para trazer novas informações e fazer reflexões de várias questões que envolve o setor de pintura anticorrosiva. “Também fiquei muito satisfeito com a qualidade das palestras, na qual os temas abordados despertaram extremo interesse do público. Também participei da organização e percebi que conseguimos atingir nossos objetivos”.

Para Ednilton Alves Pereira, da ABRACO, todos os eventos são importantes, mas este é especial porque tem uma participação muito grande de inspetores, abrindo espaço para a troca de ideias com os profissionais que estão na ponta do serviço. “Tanto que a palestra que proferi visava mesmo o interesse desses



Abertura do evento por Joaquim Pereira Quintela

profissionais, inclusive uma ideia que partiu da Comissão Organizadora. Por fim, acredito que o mais importante foi a troca de experiência, de informações e ideias entre organizações, profissionais e empresas.”

O chefe de marketing da WEG Tintas, Sandro de Oliveira, comentou sobre a excelência do Seminário. “Contou com a costureira *expertise* dos profissionais da área e teve a adesão muito forte do público. O alto nível das palestras melhora ainda mais a qualidade do evento ano após ano. A organização foi impecável e o evento tem sido de grande importância para a WEG Tintas e para o mercado”.

Para Caiana Peixoto Terres, do departamento de marketing da divisão Renner Coatings, a participação da empresa no SBPA (Seminário Brasileiro de Pintura Anticorrosiva) foi de extrema importância, pois criou uma oportunidade ímpar para atualização técnica, intercâmbio de experiências, troca de ideias, e que já no seu segundo ano de existência, obteve mais de 300 participantes. “Colocou-nos em maior evidência no mercado de

pinturas anticorrosivas, para um público formador de opinião, como profissionais executivos, engenheiros, técnicos, consultores, pesquisadores, acadêmicos e especialistas, devido ao trabalho por nós elaborado, divulgando, assim, o *know how* técnico de nossa empresa”.

Segundo Edmundo Martins, diretor comercial da Petroengenharia e Engenharia, o II Seminário Brasileiro de Pintura Anticorrosiva promovido pela ABRACO, foi mais uma vez um grande sucesso pela riqueza e importância dos temas abordados. “Estiveram presentes profissionais de diversos estados e mercados com o objetivo de aprender, trocar experiências e ampliar a rede de relacionamento com os demais profissionais do setor. Para nós, foi uma grande honra patrocinar e participar de um evento desta natureza. Aproveitamos a oportunidade para parabenizar toda a equipe responsável pela coordenação e organização do evento liderada por Fernando Loureiro Fragata. Com certeza vamos apoiar o próximo evento”.

O gerente de qualidade da Odebrecht, Salatiel Lima dos Santos Junior, relata que o SBPA é um Seminário especial e diferente de qual-



Equipe responsável pela realização do Seminário



Celso Gnecco – Sherwin-Williams

quer outro, pois há um *mix* sadio de técnica com emoção. “Nesta edição, o número de participantes aumentou e, mesmo assim, tudo foi muito organizado. Os assuntos foram atuais e pertinentes, e melhor de tudo foi a atualização das informações de forma linear a todo a classe do segmento de pintura”.

Patrícia Ruani, gerente de laboratório da Advance Tintas, acredita que foi importante participar do II SBPA. “Posso dizer que foi **e** uma ótima oportunidade, não só em termos de atualização técnica, mas

também no envolvimento com novos temas e fazer contatos com pessoas atuantes na área, visando a possibilidade de interação entre profissionais e favorecendo o acesso a novas informações. O Seminário foi excelente e, talvez, seria o caso de avaliar se um evento dessa importância pudesse ser realizado em dois dias”.

Para Raphael Condessa, coordenador da empresa Serv-Jato, o evento mais uma vez surpreendeu a todos, onde novamente todos os lugares foram preenchidos e houve uma fila de espera por profissionais interessados em participar. Isto mostra que cada vez mais a busca por atualização, conhecimento e reconhecimento em nossa área de pintura anticorrosiva vêm crescendo. “Eventos como o SBPA possuem extrema relevância, pois além de pro-

SMARTCOAT

Tecnologia em hidrojetamento e preocupação com meio ambiente.

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



SMARTCOAT
Engenharia em Revestimentos Ltda



Taubaté:

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

Macaé:

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

www.smartcoat.com.br



Fernando Fragata – coordenador técnico do evento

mover o contato direto com profissionais de grande renome no setor, reúne todos os envolvidos na área de pintura anticorrosiva, como pintores, inspetores, fabricantes de tintas, aplicadores e pesquisadores, o que nos permite unificar informações, bem como compreender temas polêmicos, causadores de dúvidas em muitos profissionais, como a palestra sobre o ensaio de resistência à tração de revestimentos e ensaio de determinação de teor de sais solúveis em superfícies metálicas. Todas as palestras ministradas tiveram seus temas muito bem escolhidos, a exemplo tivemos a palestra ministrada pelo Eng. Joaquim Pereira Quintela, na qual ele teceu importantes esclarecimentos a respeito de normas de tintas da Petrobrás, especialmente as que foram canceladas recentemente, e as alternativas técnicas a serem utilizadas. A missão do Eng. Fernando Loureiro Fragata de difundir a pintura industrial no Brasil, apesar de ter se demonstrado árdua, tem apresentado retorno positivo, haja vista que cada vez mais temos profissionais buscando participação em seminários. Talvez ainda

estejamos aquém de alguns países, porém com o empenho de profissionais de tal gabarito a pintura anticorrosiva no Brasil obterá seu devido reconhecimento. Outro sucesso recente, mediante a muito esforço, foi quanto à questão da alternativa do uso de crédito estruturado para a recertificação de inspetores de pintura, o que foi muito bem explanado por Ednilton Alves, tema também gerador de muitas dúvidas. Este ano foi a primeira vez que a Serv-Jato entrou como patrocinador do evento e assim pretende prosseguir para os eventos futuros. Queremos também poder contribuir para o crescimento da pintura anticorrosiva como um todo. Por fim, toda a equipe envolvida no planejamento e execução do Seminário merece nosso agradecimento, pois todo o evento foi conduzido de maneira muito organizada, o que demonstra o empenho e competência de toda a equipe.”

Isaura Matos, analista de marketing da TecnoFink, disse que considera este Seminário de grande importância para o Brasil, pois através dele inicia-se um caminho sem volta para a melhoria nos processos de Pintura e Preparo de Superfície. “A importância destas melhorias



Neusvaldo Lira de Almeida – IPT



Roberto Mariano – AkzoNobel

ultrapassa fronteiras lógicas, pois significará um avanço que será sentido por toda a nação. A comunidade que ‘luta’ contra a corrosão comemora esta iniciativa dos Mestres Fernando Loureiro Fragata e Joaquim Pereira Quintela e dos demais Membros do Comitê Organizador do II SBPA”.

Durival Pitta, diretor comercial da Sherwin-Williams, unidade Sumaré, acredita que este seminário foi de extrema importância para a companhia e agregou muito valor ao trabalho e ao segmento como

um todo. “Sem dúvida alguma, é uma iniciativa muito importante da ABRACO.”

Para Patricia Vilhena, da AkzoNobel, o Seminário tornou-se o principal evento para debate e troca de experiências de assuntos relacionados à proteção anticorrosiva por meio de pintura industrial. “É um evento que promove a inclusão e oferece conhecimento a todos que militam nesse meio: desde o pintor ao executivo de empresas multinacionais ligadas ao setor. É uma oportunidade única para reforçar seus contatos e atualizar conhecimentos. É um evento para trazer ao setor/mercado inovações e tecnologia. Enfim, classifico como fundamental a ação de um dos maiores influenciadores do mercado que é de renome internacional, Fernando Loureiro Fragata, apoiado pela ABRACO para continuar a con-

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



Rosileia Mantovani – presidente da ABRACO

tribuir com o mercado de pintura anticorrosiva”.

Para Rosileia Mantovani, diretora técnica da Jotun Brasil e atual presidente da ABRACO, o SBPA cumpre com algumas das principais missões da ABRACO que é a de congregar pessoas físicas e jurídicas que se dediquem ao estudo das causas, métodos de prevenção e de proteção anticorrosiva e controle da corrosão por meio de eventos para promover o intercâmbio entre especialistas, associações congêneres e entidades interessadas do País e do exterior. Ela relata que o evento já se mostrou muito importante desde o ano passado com o bom retorno dos participantes, o que motivou a ABRACO a realizar novamente neste ano “Vale mencionar que conseguimos aprimorá-lo muito em relação ao ano passado, desde a criação e funcionalidade do site próprio do evento até as instalações, cujo espaço teve que ser aumentado em função da procura e interesse pelo seminário. Isso é muito gratificante e nos motiva a melhorar sempre e cada vez mais. Portanto, gostaria de agradecer a todos pela participação. A ideia é consolidarmos o

SBPA como evento anual em nosso calendário.”

Rosileia ressalta a importância do trabalho em equipe; a participação fundamental do Fernando Loureiro Fragata, que acreditou e aceitou novamente a missão de coordenar tecnicamente o evento; do diretor Aécio, que não mediu esforços para que o planejamento e execução fossem o melhor possível; e dos funcionários envolvidos que se empenharam ao máximo para que o seminário continuasse a ser um sucesso.

“A qualidade e a relevância dos assuntos apresentados pelos palestrantes foram indiscutíveis. Enfim, foi um verdadeiro encontro e reencontro de profissionais diversos ligados à pintura anticorrosiva, possibilitando uma valiosa troca de experiências e ideias. Só nos resta fazer com que o SBPA continue a nos proporcionar esta oportunidade ímpar! Parabéns e obrigada a todos!”, finaliza Rosileia.

Panorama

Para os leitores que não puderam participar do evento, a **Revista Corrosão & Proteção** traz um resumo das palestras.



Adauto Riva – Renner Coatings



Fábio Krankel – Weg Tintas

O tema da palestra de Joaquim Pereira Quintela e Wagner Cardoso foi sobre as normas de tintas canceladas pela Petrobrás e alternativas técnicas. “Nos últimos anos, a Petrobrás cancelou diversas normas técnicas de tintas utilizadas em esquemas de pintura anticorrosiva. Apesar do cancelamento, sabe-se que muitas dessas tintas continuam sendo usadas no Brasil por diversas empresas envolvidas direta ou indiretamente no combate à corrosão. No trabalho apresentado foram mostradas as razões do cancelamento de diversas tintas tradicionais, as alternativas técnicas para substituição das mesmas e as tendências futuras da Petrobrás no que diz respeito à normatização de novos tipos de tinta, considerando, principalmente, os fatores relacionados com a legislação ambiental, proteção da saúde dos trabalhadores, desempenho dos revestimentos, redução de custos em geral e ganho de produtividade”.

Celso Gnecco proferiu a palestra sobre o perfil de rugosidade de superfícies de aço-carbono versus espessura de esquemas de pintura. “O perfil de rugosidade dos substratos metálicos, em especial os de aço-carbono, é um fator importante para proporcionar boas condições de aderência aos revestimentos por pintura. Um critério utilizado, ainda que antigo, para se estabelecer o perfil de rugosidade, é que este esteja compreendido entre 1/4 a 1/3 da espessura do revestimento. Com o desenvolvimento de novas tecnologias de tintas, houve uma mudança substancial nas propriedades físico-químicas das mesmas como, por exemplo, maior teor de sólidos e altas espessuras por demão. Com isso, a espessura dos revestimentos aumentou de forma expressiva, enquanto a rugosidade do substrato alterou pouco. Diante destes fatos, foi feito um levantamento para se conhecer a espessura de certas tintas e esquemas de pintura e o perfil de rugosidade exigido para a aplicação dos mesmos. Os resultados mostraram a necessidade da realização de um amplo debate sobre o tema em questão, com a participação de profissionais e empresas envolvidas com a aplicação de esquemas de pintura, com o objetivo de se estabelecer critérios técnicos bem fundamentados para a especificação do perfil de rugosidade, em função da espessura e das características técnicas dos revestimentos”.

Adauto Riva falou sobre os problemas de campo em pintura anticorrosiva. “O uso da pintura no campo da proteção anticorrosiva pressupõe, dentre outros fatores, uma interação sinérgica entre a preparação de superfície, as características técnicas das tintas e a eficiência na aplicação das mesmas. Outros fatores podem afetar o desempenho da proteção anticorrosiva proporcionada pelos revestimentos por pintura, como, por exemplo, as operações de montagem, danos mecânicos, microclimas, tempo de processo e forma de armazenamento das estruturas e equipamentos. A demanda por longos períodos de garantia de desempenho dos revestimentos tem gerado questionamentos práticos a respeito de problemas de campo que podem comprometer todo o processo. No trabalho apresentado foram

Abrasivos para jateamento •
COBAU

**Abrasivo Mineral para Jateamento
a base de rocha basáltica
100% natural.**

**Não agride o meio ambiente
e pode ser reutilizado.**

**100%
Ecológico**

Para mais detalhes entre
em contato conosco.

(34) 3313-3853

www.cobau.eco.br
facebook.com/cobau



O evento contou com mais de 300 participantes

abordados alguns problemas graves de campo, bem como as soluções para os mesmos, principalmente com relação à exudação, corrosão prematura, pintura de aço galvanizado e tinta etil silicato de zinco”.

Roberto Mariano trouxe a público o tema especificação técnica de esquemas de pintura – fatores importantes a serem considerados. “Ao elaborar um esquema de pintura, o especificador deve levar em conta todos os fatores que podem influenciar no desempenho da pintura: Qual a superfície a ser protegida? Qual a agressividade do macro ambiente e do micro ambiente onde o componente a ser pintado será exposto? Qual a temperatura de trabalho? O trabalho é contínuo ou intermitente? Qual o tratamento possível de ser aplicado? etc. O especificador deve sempre ter em mente: a necessidade de contribuir para que o meio ambiente seja mais seguro; a necessidade de contribuir com a saúde do aplicador, recomendando tintas com tecnologia moderna, com o menor teor de solventes e que não contenham metais pesados como zarcão ou cromato de

zinco; deve também recomendar tintas isentas de alcatrão de hulha. O conteúdo da especificação deve abranger detalhadamente todos os requisitos e deve ser totalmente claro nos critérios de aprovação, para que não haja possibilidade de interpretações diferentes”.

Neusvaldo Lira de Almeida abordou a seleção de esquemas de pintura com base no desempenho anticorrosivo. “De maneira geral, a seleção de um esquema de pintura, muitas vezes, é baseada em experiências próprias, que se traduzem em uma combinação de aspectos legislativos, custos e obviamente as propriedades do revestimento. Há uma infinidade de fatores que devem nortear a escolha de um esquema de pintura de proteção anticorrosiva de uma estrutura: além de todos os aspectos técnicos, as exigências relacionadas ao meio ambiente e saúde são mandatórias. Tintas consistem de diferentes produtos químicos com possíveis impactos ao meio ambiente e as pessoas. As exigências legais são distintas para diferentes países; determinados métodos de aplicação resultam em perdas importantes de tintas que são arrastadas pelos ventos com impacto no ambiente do entorno.



Victor Solymossy – Petrobras



Alberto Ordine – Cepel

Mas como selecionar um sistema de pintura? Todos os sistemas de pintura são igualmente efetivos? Como é feito hoje e qual seria uma nova proposição e os ganhos associados? Durante a apresentação, foram discutidas alternativas de como avançar na forma de se produzir e implementar novas tecnologias de proteção anticorrosiva”.

Fernando Loureiro Fragata discorreu sobre os fundamentos de *stripe coating* (demão de reforço) em pintura anticorrosiva. “Os pontos mais críticos para a ocorrência prematura de corrosão em equipamentos e estruturas metálicas em geral são, sem dúvida alguma, as arestas ou cantos vivos, os cordões de solda, as frestas e parafusos, porcas e arruelas. Uma das formas de se reduzir o risco de corrosão nestes locais é aplicar demão(s) de tinta, como reforço adicional, de modo a se obter uma espessura adequada, processo este conhecido como *stripe coating*. A especificação deste processo deve ser feita de forma criteriosa, pois, caso contrário, sérios prejuízos técnicos e econômicos poderão ocorrer. No trabalho apresentado foram mostrados e discutidos, com base numa publicação da SSPC (JPCL), diversos fatores importantes a serem considerados na especificação e aplicação do *stripe coating*”.

Ednilton Alves tratou dos novos critérios para recertificação de inspetor de pintura, com base na ABNT NBR 15218:2014. “Este trabalho teve como objetivo apresentar as mudanças ocorridas no proces-



Ednilton Alves – ABRACO

so de recertificação de Inspectores de Pintura Industrial, de acordo com os critérios definidos na revisão de 2014 da norma ABNT NBR 15218. Desta maneira, o processo de recertificação destes profissionais poderá ser realizado por um dos seguintes métodos: exame de recertificação ou método de crédito estruturado. O exame de recertificação consiste da realização de provas que visam verificar a atualização dos conhecimentos do profissional certificado. Já o crédito estruturado é uma sistemática aplicada como alternativa ao exame de recertificação que consiste na avaliação da atuação e evolução técnica do profissional através de pontuação e critérios estabelecidos pelo Organismo de Certificação de Pessoas – OPC”.

Victor Solymossy falou sobre o desempenho anticorrosivo de esquemas de pintura com tintas de base aquosa – estudo realizado. “A proteção do meio ambiente e da saúde dos trabalhadores são os fatores que mais têm contribuído para o desenvolvimento de novas tecnologias de tintas anticorrosivas. Dentro deste contexto, as tintas de base aquosa representam uma alternativa capaz de atender aos requisitos mencionados. Ao longo dos anos, esta tecnologia vem evoluindo de forma substancial no sentido de que tais tintas tenham desempenho melhor ou igual ao das tintas tradicionais à base de solventes orgânicos. No trabalho apresentado foram mostrados os resultados de um amplo estudo de pesquisa cujo objetivo foi avaliar o desempenho anticorrosivo de esquemas de pintura com tintas de base aquosa, em comparação com os tradicionais, com tintas à base de solventes orgânicos. O estudo foi realizado de forma conjunta entre a Petrobras (CENPES) e o Cepel (Eletrobras) e contou com a participação de diversos fabricantes de tintas e de matérias primas”.

Alberto Ordine apresentou a análise de sais solúveis em superfícies metálicas para pintura. “A presença de sais solúveis em água nas superfícies metálicas é um dos fatores que mais contribui para a degradação prematura dos revestimentos anticorrosivos. Nestes casos, o aparecimento de bolhas e a corrosão do substrato são as principais alterações a serem observadas. Portanto, na preparação da superfície, a eliminação dos sais é vital para a durabilidade dos revestimentos. Logo, além da avaliação visual da superfície, é importante avaliar o estado da mesma com relação à presença de contaminantes salinos. Dentre os diversos métodos para a determinação do teor de sais solúveis na superfície, o método Bresle®, que está baseado na medição da condutividade do extrato aquoso, resultante do contato da água destilada com a superfície, é um dos que vem sendo mais utilizado no Brasil. No trabalho apresentado, foram mostrados e discutidos alguns aspectos técnicos importantes a serem considerados na execução do teste e na avaliação dos resultados”.

Fábio Krankel falou sobre o ensaio de aderência pelo método de resistência à tração (*pull off test*) – discussão e considerações técnicas. “O ensaio de aderência pelo método de resistência à tração (*pull off test*), sem dúvida alguma, é um dos que mais informações proporciona a respeito das propriedades de adesão e coesão dos revestimentos. Entretanto, devido à pouca familiaridade de alguns profissionais com o método de ensaio, diversos casos de atrito têm sido observados nas obras entre as partes envolvidas nos serviços de aplicação de esquemas de pintura. No trabalho apresentado, foram mostrados e discutidos os fatores importantes a serem considerados na realização do ensaio e na interpretação dos resultados obtidos”.



Fragata homenageia Aécio Castelo Branco



Confraternização de Fragata e Gnecco

Empresas patrocinadoras do II SBPA

- | | |
|--|---|
| • Advance Tintas e Vernizes Ltda. | • Renner Coatings |
| • AFE Tintas Ltda. | • Serv-Jato Serviços Ltda. |
| • Air Products Brasil Ltda. | • Sherwin Williams do Brasil Indústria e Comércio Ltda. |
| • Bayer Material Science | • SmartCoat Engenharia em revestimentos Ltda. |
| • Blasipint Manutenção Industrial Ltda. | • Sponge-Jet |
| • Cobau Indústria e Comércio de Minerais Ltda. | • Tecnofink Ltda. |
| • International/AkzoNobel Ltda. | • Tinôco Anticorrosão Ltda. |
| • Jotun Brasil | • Tintas Jumbo |
| • NM Engenharia e Construções Ltda. | • Tintas Vince Indústria e Comércio Ltda. |
| • Odebrecht Óleo e Gás S.A. | • Ultrablast Lassarat Serviços e Projetos Ltda. |
| • Petroenge Petróleo Brasileiro Ltda. | • UTC Engenharia S.A. |
| • Planquímica Industrial e Comercial Ltda. | • Weg Tintas Ltda. |
| • PPG Industrial do Brasil Tintas e Vernizes Ltda. | • Zirtec Indústria e Comércio Ltda. |
| • PS Alclare Pinturas Industriais e Anticorrosivas Ltda. | |

Apoio ao evento

- Eletrobras Eletronuclear

A ABRACO dá as boas-vindas às novas empresas associadas

Marine Tintas Ltda.

A Marine Tintas foi fundada em 2009 com o objetivo de fornecer produtos e soluções no segmento de tintas anticorrosivas. Com o objetivo de ampliar ainda mais seu portfólio de produtos, a Marine Tintas associou-se à *Transocean Marine Coatings*, associação multinacional com presença em mais de 60 países e com produtos de reconhecida qualidade nos segmentos de marítimos, *off-shore* e industrial. A Marine Tintas é certificada pela ISO 9001:2008.

Mais informações: www.marinetintas.com.br



Tintas Vinci

Fundada em 1999, a Tintas Vinci é uma empresa 100 % nacional que atua no sentido de oferecer soluções em revestimentos de alto desempenho para diversas atmosferas corrosivas. Nosso portfólio possui vários produtos especialmente desenvolvidos, testados e aprovados com o objetivo de proporcionar o máximo em proteção anticorrosiva e estética. Através de um corpo técnico de larga experiência, a nossa missão é fabricar e comercializar tintas industriais e marítimas de forma ágil e econômica, com foco no bom atendimento, flexibilidade, qualidade e assistência técnica.

Mais informações: www.tintasvinci.com.br



Wagner Industrial

A Wagner Industrial é uma das fabricantes líderes globais de equipamentos e sistemas industriais para o tratamento de superfícies com vasta experiência em uma grande variedade de setores do mercado, incluindo mas não se limitando à pintura protetiva e anticorrosiva. A empresa oferece uma linha completa de produtos e tecnologias para todas as etapas dos processos de tratamento de superfície, desde a alimentação, passando pela dosagem e mistura, seguido pela movimentação e controle dos materiais para aplicações de acabamentos com excelência nas mais variadas superfícies. Nossos equipamentos e sistemas são utilizados tanto para pintura à pó e esmaltação quanto aplicações de pintura e outros materiais líquidos. A WAGNER está presente no Brasil há mais de uma década através de distribuidores autorizados.

Mais informações: www.wagner-group.com



Euromarine

A Euromarine é uma empresa especializada em tratamento de superfícies e pintura para o segmento naval e *offshore*, sendo provedora de soluções para o melhoramento da qualidade e produtividade de seus clientes.

Atua nas áreas de serviços anticorrosivos, em especial com hidrojetado de ultra alta pressão, pintura de manutenção industrial e naval, proteção passiva contra fogo, tratamento de efluentes de hidrojetado além de equipamentos de acessibilidade para navios, plataformas e refinarias.

Mais informações: www.euromarine.eng.br



Análise crítica dos ensaios de corrosividade de derivados de petróleo ao cobre e ao aço-carbono

Critical analysis of the copper and carbon steel tests corrosiveness of petroleum derivatives



Por Lorena
Cristina de
Oliveira Tiroel

Co-autores:
Vanessa Yumi
Nagayassub,
Zebbour
Panossian,
Johnny Hernandez
de Oliveira

Resumo

Os derivados claros transportados em dutos de aço-carbono são submetidos ao ensaio de corrosividade ao cobre (NBR 14359 e ASTM D130) cujo objetivo é avaliar a fração de compostos sulfurados nos derivados claros capazes de causar escurecimento ao cobre. Adicionalmente, com o objetivo de classificar o potencial de corrosividade do fluido, os derivados claros são submetidos ao ensaio de corrosividade ao aço-carbono segundo o ensaio NACE TM-0172. Caso o resultado do ensaio NACE se apresente fora dos padrões de aceitação, medidas adicionais de segurança são adotadas para o transporte deste produto pelo sistema dutoviário. Tem-se observado que produtos submetidos apenas ao ensaio de corrosividade ao cobre e cujo resultado se mostra alterado estão sendo considerados equivocadamente produtos corrosivos ao aço-carbono. Consequentemente, supõe-se que o transporte destes produtos teria uma ação deletéria para o duto exigindo medidas adicionais de segurança, tais como, bateladas entre *pigs* e amostragens extras ao longo do bombeio para realização posterior do ensaio NACE TM-0172. Paralelamente, ganha-se força a ideia de que o resultado do ensaio de corrosividade ao cobre caracterizaria produtos corrosivos e poderia definir a dosagem de inibidor de corrosão de dutos. Este trabalho discute a questão colocada com base em informações coletadas na literatura e em estudos desenvolvidos pelos autores.

Abstract

The white petroleum derivatives transported through carbon steel pipelines are submitted to the copper corrosiveness test (NBR 14359 and ASTM D130) whose objective is to identify the presence of sulfur compound in the fluid capable to cause copper tarnishing. Additionally, the NACE TM-0172 test is performed to classify the potential corrosivity of the white derivatives to carbon steel. If NACE test results indicate an unacceptable corrosivity grade, additional safety measures should be adopted for transporting these products through pipelines. It has been observed that the results obtained from copper corrosiveness tests are being used to assess the corrosivity of petroleum derivatives to carbon steel. Consequently, it is attributed a deleterious effect of these petroleum derivatives to carbon steel pipelines. Therefore, mitigation countermeasures are adopted for the transportation of these petroleum derivatives, such as, batch transportation between pigs and extra sampling for a NACE TM-0172 testing. The adoption of the copper corrosiveness test for inhibitor dosing is also becoming a strong general trend. This paper discusses the pointed question based on a literature review and a case study.

Introdução

A certificação de qualidade dos derivados claros transportados em dutos de aço-carbono exige a realização de diversos ensaios e análises e entre estes ensaios se encontra o ensaio de cor-

rosividade ao cobre (NBR 14359 (ABNT, 2013) e ASTM D130 (2012)). Este ensaio objetiva verificar a fração de compostos sulfurados nos derivados claros capazes de causar escurecimento ao cobre. Quando uma nafta petroquímica é direcionada ao *pool* de gasolina, a corrosividade ao cobre deverá estar limitada a 1a. Não existe um valor limite para o resultado do ensaio de corrosividade ao cobre para naftas destinadas a uma central petroquímica, não sendo este um parâmetro do item contratual entre produtor e as centrais de matérias-primas. A ausência de limites para o ensaio de corrosividade ao cobre, quando a nafta é processada na central petroquímica, é devido ao fato do processamento da nafta ser rápido e não ocorrer contato com equipamentos ou componentes de cobre ou este contato ser muito breve. Neste último caso, é adotada a prática de inspeções periódicas. Nota-se que esta especificação do ensaio de corrosividade ao cobre é determinada pelo destino dado à nafta petroquímica e não está relacionada com alguma suposta ação deletéria da nafta cujo resultado de corrosividade ao cobre seja diferente de 1a.

Adicionalmente, os produtos são submetidos a ensaios de integridade cujo objetivo é classificar o potencial de corrosividade do fluido e, se necessário, adotar medidas extras de segurança para o seu transporte pelo sistema dutoviário. O principal ensaio para esta finalidade é o ensaio de corrosividade ao aço-carbono ou

TABELA 1 – AVALIAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA DE AÇO-CARBONO CONFORME NACE TM-0172 (NACE, 2001)

Avaliação	Porcentagem da superfície corroída (%)
A	0
B ⁺⁺	Menos que 0,1 (2 ou 3 manchas de não mais que 1 mm de diâmetro)
B ⁺	Menos que 5
B	5 a 25
C	25 a 50
D	50 a 75
E	75 a 100

ensaio NACE TM-0172 (NACE, 2001). Tem-se observado que os resultados do ensaio de corrosividade ao cobre estão recebendo outras interpretações. Produtos submetidos apenas ao ensaio de corrosividade ao cobre e cujo resultado se mostra alterado estão sendo taxados equivocadamente de produtos corrosivos ao aço-carbono. O transporte destes produtos está sendo considerado como uma ação deletéria para o duto, exigindo medidas adicionais de segurança, tais como, bateladas de produtos entre *pigs*, amostragens extras ao longo do bombeio para realização posterior do ensaio NACE e necessidade de uma dosagem mais elevada de inibidor de corrosão para o transporte por dutos.

Um levantamento da literatura e uma abordagem sobre os fundamentos técnicos do ensaio de corrosividade ao cobre e do ensaio de corrosividade ao aço-carbono mostraram que são en-

saios realizados com finalidades distintas e não foi encontrada uma correlação entre eles.

Metodologias

O ensaio de corrosividade ao cobre é realizado segundo a norma ASTM D 130 (ASTM, 2012) – *Standard Test Method for Corrosiveness to Copper from Petroleum Products by Copper Strip Test*, tendo como escopo a avaliação relativa do grau da corrosividade ao cobre dos derivados de petróleo, sendo aplicado aos seguintes produtos: gasolina de aviação; combustível de turbinas de aviação; gasolina automotiva; solventes usados em limpeza; querosene; óleo diesel; combustíveis destilados; óleo lubrificante; gasolina natural ou outros hidrocarbonetos tendo pressão de vapor inferior a 124 kPa a 37,8 °C.

O ensaio consiste em verificar as alterações visuais que ocorrem em lâminas de cobre previamente polidas, imersas, sem agitação, no

derivado de petróleo em estudo (sem adição de água), sob condições de temperatura e tempo específicas para cada derivado. Para a nafta, não há na ASTM D 130 indicação específica da temperatura de ensaio. Segundo esta norma, para os produtos não citados, a temperatura pode ser de 50 °C, 100 °C ou um valor maior. Para a nafta petroquímica, a Petrobras adota 50 °C e 3 h. Nos ensaios conduzidos em laboratório com nafta P.A., verificou-se que com 50 °C, ocorria rápida evaporação da nafta. Por isso, para a nafta P.A. adota-se 25 °C.

A avaliação da corrosividade é feita por meio da coloração e da presença de manchas observadas na lâmina de cobre e é classificada de acordo com os padrões da ASTM D 130 (2012) apresentados na Figura 1. Segundo esta norma e a literatura consultada (GARCÍA-ANTÓN *et al.*, 1990), o petróleo contém compostos de enxofre, a maioria dos quais é removida durante o processo de refino. Todavia, alguns compostos permanecem nos derivados de petróleo os quais podem ter ação corrosiva sobre alguns metais.

O ensaio de corrosividade ao cobre avalia apenas a corrosividade dos compostos de enxofre capazes de atacar o cobre, como por exemplo, o enxofre elementar e o sulfeto de hidrogênio (H₂S) e a metilmercaptana, e não está relacionado com o conteúdo total de compostos de enxofre presentes no derivado de petróleo, visto que muitos compostos



Figura 1 – Padrões de classificação da ASTM D130 (ASTM, 2012)

TABELA 2 – RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CORROSIVIDADE AO COBRE E CORROSIVIDADE AO AÇO-CARBONO DE DIFERENTES LOTES DE NAFTA

Lote	Corrosividade ao cobre ASTM D130	Corrosividade ao aço-carbono NACE TM-0172	
		Sem inibidor	9 ppm de inibidor
1	1b	E	A
2	2a	E	A
3	4a	E	A
4	3b	E	A
5	2c	E	A
6	2b	D	A

não atacam o cobre, havendo ainda compostos orgânicos sulfurados que são eficientes inibidores de corrosão do cobre e de suas ligas como é o caso do benzotriazol (O'NEAL; BORGER, 1977; IZQUIERDO *et al.*, 2010; IZQUIERDO *et al.*, 2012; GARCÍA-ANTÓN *et al.*, 1990; SHERIF, 2006). Dentre os compostos de enxofre que não atacam o cobre citam-se: hexil, heptil e octilmercaptanas, dissulfeto de difenila, dissulfeto de secbutila e sulfeto de difenila.

No caso da nafta petroquímica, foi verificado que a presença de água pode potencializar o efeito dos compostos deletérios (WOOD; SHEELY; TRUSTY, 1925) e, na ausência destes, pode causar alterações na superfície do cobre decorrente apenas da presença da água.

A corrosividade ao aço-carbono dos derivados de petróleo (nafta, gasolina e diesel) é verifi-

cada por meio do ensaio NACE TM-0172 (NACE, 2001) intitulado *Determining Corrosive Properties of Cargoes in Petroleum Product Pipelines*. Caso se comprove corrosividade inaceitável, ensaios complementares são realizados para determinar a quantidade mínima de inibidor necessária para diminuir a corrosividade a níveis aceitáveis. O ensaio NACE avalia a corrosividade do derivado em condições não estagnadas e na presença de água aerada, condição esta comum em dutos. Experiências têm mostrado que se a quantidade de inibidor determinada por meio do ensaio NACE é adicionada ao derivado, a corrosão interna dos dutos pode ser controlada.

O referido ensaio consiste em verificar as alterações visuais que ocorrem em corpos de prova de aço-carbono padronizados imersos durante 4 h, (ver Figura 2) com agitação, no derivado de petróleo em estudo no qual são adicionados 10 % de água (com pH = 7,0)¹. Por meio da porcentagem da área corroída (ver Tabela 1), e não da intensidade da coloração dos produtos de corrosão ou da perda de massa, avalia-se a corrosividade do derivado, atribuindo-se a esta porcentagem um grau de corrosividade. Cabe citar, que a água é adicionada, pois a corrosividade dos derivados de petróleo é devida à presença da água de produção

proveniente do processo de extração/refino do petróleo e da água incorporada durante o armazenamento em tanques não herméticos. Na ausência de água, não ocorre corrosão do aço-carbono. Os níveis aceitáveis de corrosividade, conforme a norma Petrobras N-2785 (2013), são as classificações A ou B⁺⁺.

Estudo de caso

Recentemente, em operações de transporte de diferentes lotes de nafta, foram obtidos resultados alterados de corrosividade ao cobre, fato que levantou dúvidas sobre a corrosividade destas naftas ao duto de aço-carbono por meio do qual as naftas seriam transportadas.

A fim de verificar o potencial de corrosividade dos referidos fluidos e uma eventual necessidade de aumento na dosagem de inibidor de corrosão, amostras de tanques de naftas com resultado de corrosividade ao cobre alterado foram enviadas ao Laboratório de Corrosão e Proteção do IPT onde os mesmos foram submetidos ao ensaio NACE TM-0172 (NACE, 2001). Primeiramente foi feito um ensaio NACE em branco, ou seja, sem adição de inibidor de corrosão. Em seguida, o ensaio NACE foi realizado nas mesmas amostras com a adição de 9 ppm do inibidor de corrosão usado naquele momento no sistema dutoviário.



Figura 2 – Banho NACE – Equipamento onde é realizado o ensaio NACE

1. No sistema Petrobras, adota-se pH 4,5

TABELA 3 – INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE 1-DODECANOTIOL NA AGRESSIVIDADE DE DIFERENTES LOTES DE NAFTA P.A. E DE DIFERENTES LOTES DE NAFTA PETROQUÍMICA COMERCIAL

<i>Composto de enxofre</i> <i>Nafta</i>		<i>Área corroída (%)</i>		<i>Corrosividade</i> <i>ao cobre</i>
		<i>Na nafta sem</i> <i>contaminação</i>	<i>Na nafta</i> <i>contaminada</i>	
<i>1-dodecanotiol</i> <i>20 ppm de S (ml/m)</i>	Nafta P.A. Lote 1	75	85	1a
	Nafta P.A. Lote 2	90	95	1a
	Nafta petroquímica Lote 1	75	60	1a
	Nafta petroquímica Lote 2	80	75	1a
	Nafta petroquímica Lote 3	75	65	1a

Cabe destacar que os inibidores de corrosão usados no sistema dutoviário da Petrobras são do tipo DERD o qual tem uma faixa de concentração aplicável entre 9 ppm e 23 ppm. O inibidor em uso no evento descrito tinha sido submetido a testes de qualificação que apontaram a dosagem mínima de 9 ppm como aquela necessária para se alcançar os padrões aceitáveis estabelecidos (ou seja A ou B⁺⁺).

Os resultados obtidos com as amostras dos lotes de nafta em estudo tanto para o ensaio de corrosividade ao cobre como para o ensaio NACE estão apresentados na Tabela 2.

Na Tabela 2, observa-se que as amostras dos diferentes lotes de nafta receberam diferentes classificações no ensaio de corrosividade ao cobre. O resultado em branco do ensaio de corrosividade ao aço-carbono mostrou que cinco amostras apresentaram resultado Uma amostra apresentou o resultado D, não se verificando nenhuma relação do grau de corrosividade ao cobre com o grau de corrosividade ao aço-carbono.

Com a adição de 9 ppm de inibidor de corrosão, as amostras de todos os lotes de nafta atingiram o resultado A e com isto não foi necessário aumentar a dosagem de inibidor de corrosão para que alguma destas amostras atinxissem o resultado aceitável pela

norma Petrobras N-2785 (2013).

Um estudo realizado em laboratório² com diferentes lotes de nafta P.A. e de nafta petroquímica mostrou que a adição de um composto de enxofre, 1-dodecanotiol que não causou escurecimento da lâmina de cobre, provocou ligeira diminuição da corrosividade ao aço-carbono no ensaio NACE TM-0172 (NACE, 2001), indicando que o mesmo tinha caráter inibidor ao aço-carbono. A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos em função da porcentagem da área corroída e não em função do grau de corrosividade mostrada na Tabela 2, pois o efeito inibidor foi muito tênue. Em contrapartida, concentrações maiores de inibidor DERD foram necessárias para conseguir um grau aceitável, conforme pode ser verificado na Tabela 4. Este mesmo tipo de resultado foi observado para outros compostos de enxofre. Estes resultados sugerem que os compostos de enxofre com características inibidoras competem com os inibidores DERD na adsorção na superfície metálica.

Este estudo de caso mostra claramente que não se pode inferir o potencial de corrosividade do fluido para o aço-carbono com base no resultado do ensaio de corrosividade ao cobre. Não se observa correlação possível entre estes dois ensaios de forma que,

de posse do resultado do ensaio de corrosividade ao cobre, possa ser estimado um resultado para o ensaio de corrosividade ao aço-carbono. Este último resultado só é conhecido com a realização do ensaio NACE TM-0172 (NACE, 2001) em laboratório. O nome do ensaio de corrosividade ao cobre é justifica-se pelo fato de que ele verifica se os produtos ensaiados são ou não agressivos aos componentes de cobre que, durante seu armazenamento, transporte e uso, eventualmente entram em contato com o derivado.

De fato, nos estudo de verificação do desempenho quanto à corrosão dos metais, o meio de exposição deve ser considerado, ou seja, deve-se estudar o sistema metal/meio. Não se podem usar os resultados obtidos em um determinado sistema (por exemplo, cobre/nafta) para outro sistema (aço/nafta).

Sendo os dutos que transportam a nafta confeccionados em aço-carbono, somente um ensaio que represente o sistema aço/nafta pode ser usado para inferir qualquer tomada de decisão para mitigar a corrosão do aço-carbono. O ensaio de corrosividade ao cobre não pode ser usado para ver o desempenho do aço-carbono.

Finalmente, é necessário discutir o fato do ensaio NACE TM-0172 (NACE, 2001) representar ou não as condições esta-

2. IPT Relatório Técnico N° 115 592-205 (confidencial)

TABELA 4 – CONCENTRAÇÃO MÍNIMA DE INIBIDOR NECESSÁRIA PARA LEVAR AS NAFTAS P.A. CONTAMINADAS E NAFTAS PETROQUÍMICAS CONTAMINADAS COM 1-DODECANOTIOL PARA O GRAU DE CORROSIVIDADE B⁺⁺ OU A

Composto de enxofre Nafta		Dosagem mínima de inibidor DERD (ppm) v/v	
		Na nafta sem contaminação	Na nafta contaminada
1-dodecanotiol 20 ppm (ml/m)	Nafta P.A. Lote 1	4	Não atingiu grau B ⁺⁺ nem com 24 ppm (v/v) de inibidor
	Nafta P.A. Lote 2	6	Não atingiu grau B ⁺⁺ nem com 23 ppm (v/v) de inibidor
	Nafta petroquímica Lote 1	11	11
	Nafta petroquímica Lote 2	11	20
	Nafta petroquímica Lote 3	14	14

belecidas no interior dos dutos. Para isto, é importante discutir como ocorre a corrosão dos dutos de aço-carbono que transportam nafta.

Antes, porém, é importante citar que a nafta, por ser constituído de compostos apolares, quando exposta ao ar atmosférico, é capaz de dissolver grandes quantidades de O₂ e CO₂ da atmosfera (FOROULIS, 1982 e BATTINO (1981) *apud* GROYSMAN; ERDMAN, 2000; NAGAYASSU, 2006). Assim, durante a produção e armazenamento em tanques não herméticos, a nafta fica saturada com O₂ e CO₂, carreando estes gases, em grande quantidade, para o interior dos dutos durante o bombeio do produto da refinaria para os terminais.

Segundo Kirkov (1987), a presença de água em derivados de petróleo aumenta a taxa de corrosão do metal num grau maior do que o HCl afeta a dissolução de metais em solução aquosa. A agressividade da fase aquosa pode aumentar ou diminuir em função dos compostos presentes na nafta: compostos polares que se dissolvem e se dissociam na água podem aumentar a sua condutividade e agressividade (GROYSMAN; ERDMAN, 2000); por outro lado, se na nafta estiverem presentes compostos solúveis com propriedades inibidoras, podem passar para a fase aquosa inibindo a cor-

rosão do aço-carbono em contato com a fase aquosa.

Por meio das técnicas de microscopia eletrônica de varredura e espectroscopia de energia dispersiva, Groysman e Erdman (2000) verificaram que os produtos de corrosão formados sobre os corpos de prova de aço-carbono que foram imersos nas misturas nafta/água consistiam de ferro e oxigênio. Este resultado sugere que a principal causa de corrosão nas misturas derivados de petróleo/água é a presença de água e O₂ dissolvido. Isto de fato é o que ocorre.

A corrosão dos dutos de aço-carbono ocorre devido somente à presença de água, visto que a nafta não é agressiva ao aço-carbono. Mesmo os compostos de enxofre que causam o escurecimento da lâmina de cobre não são capazes de reagir com o aço-carbono na ausência de água. A corrosão por toda extensão dos dutos ocorre nos locais onde gotículas de água ficam aderidas à parede interna do duto ou onde ocorre separação da fase aquosa, decorrente das condições de estagnação (geralmente os bombeios são intermitentes) ou da baixa velocidade de escoamento, sendo que esta fase aquosa é continuamente alimentada pelos gases O₂ e CO₂ provenientes da fase orgânica (nafta) de modo a estabelecer condições aeradas, causando a corrosão do ferro tendo a reação de redução do

oxigênio como a principal reação catódica.

Considerando que o ensaio NACE TM-0172 (NACE, 2001) é realizado em condições de forte aeração, este ensaio realmente simula a corrosão interna que ocorre nos dutos que transportam derivados de petróleo: as gotículas de água saturadas com oxigênio atingem as paredes do corpo de prova de aço-carbono causando a corrosão. A agitação, neste ensaio, tem por objetivo manter a água na forma de gotículas e lançá-las contra a superfície dos corpos de prova. Desta forma, a corrosão interna das tubulações na maioria das vezes pode perfeitamente ser monitorada por meio do ensaio NACE TM-0172 (NACE, 2001).

A exceção ao monitoramento da corrosão interna por este ensaio dá-se no caso de ocorrência de corrosão microbiológica decorrente da deposição de compostos orgânicos e/ou inorgânicos criando condições desareadas na interface depósito/metal as quais facilitam a formação de biofilmes, criando condições para o desenvolvimento de bactérias redutoras de sulfato.

Conclusões

Quando se trata do desempenho quanto à corrosão dos metais, o meio de exposição deve ser considerado, ou seja, deve-se estudar o sistema metal/meio. Dessa forma, a classificação de

produtos corrosivos para o aço-carbono com base apenas no resultado do ensaio de corrosividade ao cobre não se sustenta.

Resultados de laboratório mostraram que as naftas com diferentes classificações dos resultados do ensaio de corrosividade ao cobre não necessitaram de dosagens mais elevadas de inibidor de corrosão para que fossem atingidos os resultados aceitáveis do ensaio de corrosividade ao aço-carbono. E ainda, a adição de compostos de enxofre, de caráter inibidor não capazes de escurecer a lâmina de cobre, pode requerer maiores concentrações de inibidor. A explicação deste último caso é a competição do composto de enxofre de caráter inibidor com o inibidor DERD.

Pelo exposto, pode-se inferir que não há subsídios que suportem a prática adotada de aplicar medidas mitigadoras para garantir a integridade dos dutos tendo como base o resultado do ensaio de corrosividade ao cobre do produto transportado. O potencial de corrosividade do fluido e uma possível ação deletéria para dutos decorrente do transporte de produtos só podem ser definidos com base no resultado do ensaio NACE TM-0172 (NACE, 2001).

Considerando que o ensaio NACE TM-0172 (NACE, 2001) é realizado em condições de forte aeração, a corrosão interna das tubulações na maioria das vezes pode ser monitorada por meio deste ensaio.

É mandatório o que resultado do ensaio NACE TM-0172 (NACE, 2001) seja avaliado antes do início do bombeio do produto para definição das medidas mitigadoras eficazes para o transporte de produtos corrosivos.

Referências bibliográficas

ABNT NBR. 2013 14359: Produtos de petróleo e biodiesel – determinação

da corrosividade – método da lâmina de cobre. 14p.

ASTM International. 2012 D130-12: *Standard test method for corrosiveness to copper from petroleum products by copper strip test*. West Conshohocken, 10 p.

FOROULIS, Z. A. *Corrosion and corrosion inhibition in the petroleum industry*. Werkstoffe und Korrosion, Weinheim, v. 33, n. 3, p. 121-131, 1982

GARCÍA-ANTÓN, J. et al. *Study of corrosion on copper strips by petroleum naphtha in the ASTM D-130 test by means of electronic microscopy (SEM) and energy dispersive X-ray (EDX)*. Fresenius Journal of Analytical Chemistry, n. 337, p. 382-388, 1990

GROYSMAN, A.; ERDMAN, N. A *study of corrosion of mild steel in mixtures of petroleum distillates and electrolytes*. Corrosion, Houston, v. 56, n. 12, p. 1266-1271, 2000

IZQUIERDO, J. et al. *Uses of scanning electrochemical microscopy for the characterization of thin inhibitor films on the reactive metals: The protection of copper surfaces by benzotriazole*. Electrochimica Acta, Great Britain, n. 55, p. 8791-8800, 2010

IZQUIERDO, J. et al. *Scanning micro-electrochemical characterization of the anti-corrosion performance of inhibitor films formed by 2-mercaptobenzimidazole on copper*. Progress in Organic Coatings, n. 74, p. 526-533, 2012

KIRKOV, P. *The influence of drag reducers and inhibitors on the rate and mechanism of corrosion in petroleum white products in the presence of moisture*. Electrochimica Acta, Great Britain, v. 32, n. 6, p. 921-926, 1987.

NACE International Publication. 2001 TM-0172: *Standard test method – determining corrosive properties of cargoes in petroleum product pipelines*. Houston, 6 p.

NAGAYASSU, V. Y. Análise crítica do ensaio NACE TM-0172 para verificação da agressividade de derivados de petróleo. Dissertação de mestrado USP (EPUSP, Eng. de

Materiais) São Paulo 2006

O'NEAL JR, C.; BORGER, R. N. *The effect of chlorine on the performance of cuprous metal corrosion inhibitors*. Materials Performance, v. 16, n. 16, p. 12-16, 1977

PETROBRAS. 2013 N-2785: *Monitoração, Interpretação e Controle da Corrosão Interna de Dutos*. 62 p.

SHERIF, E. M. *Effects of 2-amino-5-(ethylthio)-1,3,4-thiadiazole on copper corrosion as a corrosion inhibitor in 3% NaCl solutions*. Applied Surface Science, n. 252, p.8615-8623, 2006

WOOD, A. E.; SHEELY, C.; TRUSTY, A. W. *Corrosion effect of naphtha solutions of sulfur and sulfur compounds*. Industrial and Engineering Chemistry, v. 17, n. 8, p. 798-802, 1925

Lorena Cristina de Oliveira Tiroel

Mestre em Engenharia Química –
Engenheira de Terminais e Dutos –
PETROBRAS TRANSPORTES S.A

Vanessa Yumi Nagayassu

Mestre em Engenharia – Instituto de
Pesquisas Tecnológicas do Estado de São
Paulo

Zebbour Panossian

Doutora em Ciências – Instituto de
Pesquisas Tecnológicas do Estado de São
Paulo, professora convidada da Escola
Politécnica – Departamento de
Engenharia Metalúrgica e de Materiais –
USP

Jobny Hernandes de Oliveira

Técnico em Metalurgia – Fundação de
Apoio ao Instituto de Pesquisas
Tecnológicas

Contato com a autora:

Trabalho apresentado durante o INTER-CORR 2014, em Fortaleza/CE no mês de maio de 2014. As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Atividade de *biocidas* comerciais na corrosão microbiológica em sistemas salinos

Commercial biocides activity of microbiological corrosion in saline systems



Por Lindomar
C. A. de Araujo

Co-autores:

Márcia Teresa

Soares

Lutterbach Leila

Yone Reznik,

Eliana Flávia

Camporese

Sérvulo

Resumo

O presente trabalho visou avaliar a ação de três biocidas comerciais contra diferentes populações microbianas, planctônicas e sésseis, em água de produção. Na fase planctônica, apenas as bactérias redutoras de sulfato (BRS) foram susceptíveis ao THPS. As formulações 1 (QUATs) e 2 (THPS + QUATs) apresentaram amplo espectro de atividade antimicrobiana, resultando em reduzida colonização dos cupons de aço dúplex (CPs). As análises eletroquímicas mostraram que os potenciais dos CPs foram influenciados pelos microrganismos e biocidas. Para THPS + QUATs, na presença e ausência de microrganismos, os potenciais se estabilizaram entre 24 h e 192 h em torno de -360 mV e -200 mV, respectivamente.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of three commercial biocides against two different microbial populations, planktonic and sessile, in water production. In the planktonic phase, only sulfate-reducing bacteria (SRB) were susceptible to THPS. Both formulations 1 (QUATs) and 2 (THPS + QUATs) presented broad spectrum of antimicrobial activity, resulting in reduced colonization of duplex steel coupons (CPs). Electrochemical tests showed that the potential of CPs were influenced by the presence or absence of microorganisms and the biocides formulation. For THPS + QUATs, the potential sta-

bilized at 24 h and 192 h around -360 mV and -200mV in the presence and absence of microorganism, respectively.

Introdução

A efetiva participação dos microrganismos nos processos de deterioração dos materiais ficou evidente quando teve início a disposição de estruturas metálicas em solos e ambientes aquáticos (GONZÁLEZ *et al.*, 1998). Em geral, os microrganismos presentes nesses ecossistemas apresentam a tendência a aderir a superfícies sólidas, e, caso encontrem condições que sejam favoráveis ao seu desenvolvimento, formam estruturas multicelulares complexas denominadas biofilmes. Essas estruturas são constituídas de agregados celulares, material polimérico extracelular resultante do metabolismo microbiano, matéria orgânica e inorgânica e, principalmente, de água (DAVEY e O'TOLLE, 2000).

Os biofilmes modificam drasticamente as condições da interface metal/solução intensificando a deterioração do material, quer por alteração química, quer por modificação estrutural. Com isso, tem-se uma significativa redução da vida útil de peças e equipamentos (GENTIL, 2011; VIDELA, 2003).

Poucas indústrias estão livres da ocorrência de biocorrosão e de outros problemas relacionados à formação de biofilmes. Em particular, a indústria do petróleo, que apresenta frequentes e, muitas das vezes, sérios proble-

mas causados por processo corrosivo associado a depósitos biológicos, nas suas diferentes atividades, tais como, extração, processamento, distribuição e armazenamento de petróleo e derivados.

A ubiquidade e a diversidade dos microrganismos na natureza e, inclusive, em sistemas industriais dada a sua capacidade de adaptação, evoluir ou de sobreviver em condições inóspitas para a maioria dos seres vivos, como, por exemplo, temperatura elevada e alta salinidade, impõem a adoção de medidas para a prevenção ou controle da corrosão induzida microbiologicamente (CIM). Este é o caso das novas jazidas de petróleo (reservas pré-sal) descobertas a 5 a 7 mil metros de profundidade abaixo do nível do mar, localizadas debaixo de camadas de sal, ou seja, um ambiente hipersalino.

Existem diferentes métodos para controle ou prevenção da CIM, sendo a escolha ditada normalmente pela eficácia pretendida e estimativa de custos. Em sistemas industriais, o emprego de biocidas tem sido o mais implementado (PENNA *et al.*, 2002, VIDELA, 2002; NUNES, 2007). Nesse caso, a concentração do biocida é o fator de maior importância a se considerar na avaliação de sua eficácia contra as populações microbianas (RUSSELL e McDONNELL, 2000). Particularmente, se a aplicação do biocida se propõe a inativar os microrganismos presentes em biofilmes, já que a difusão de moléculas ativas através da matriz poli-

TABELA 1 – AVALIAÇÃO DO EFEITO TÓXICO DO BIOCIDA THPS SOBRE AS BACTÉRIAS PLANCTÔNICAS

Biocidas (ppm)	<i>Crescimento</i>							
	<i>BHA</i>		<i>BPAA</i>		<i>BPAA_n</i>		<i>BRS</i>	
	24 h	72 h	24 h	72 h	24 h	96 h	24 h	672h
50	–	+	–	+	–	+	–	–
100	–	+	–	+	–	+	–	–
150	*	*	*	*	*	*	–	–

(+): crescimento positivo; (–): crescimento negativo; (*) Efeito bacteriostático

mérica é fortemente reduzida, o que implica menor susceptibilidade dos microrganismos sésseis ao biocida (ANDERSON e O'TOOLE 2008; LEWIS 2008; TART e WOZNIAC, 2008). Na prática, a concentração também está relacionada à capacidade dos microrganismos em adquirir resistência ao biocida (RUSSELL e McDONNELL, 2000).

Dentre os biocidas, os sais quaternários de amônio (QUATs) são muito empregados em sistemas de resfriamento por conta do amplo espectro de ação contra bactérias, inclusive sésseis. Sua ação ocorre fundamentalmente na permeabilidade das células, causando perda de material e, por conseguinte, sua destruição. Também atuam contra a formação celular de material polimérico, interferindo na colonização dos materiais. Por outro lado, o THPS (sulfato tetrakis-hidroximetil-fosfônio) representa uma nova geração de substância ativa com diversas vantagens, comparada com os biocidas tradicionais utilizados no tratamento de águas, como miscibilidade em água, inclusive água do mar, estável em meio ácido ou alcalino, baixa toxicidade, biodegradabilidade, amplo espectro microbiológico, com ação inibitória comprovada para BRS. A sua formulação com QUAT pode tornar sua ação mais rápida, e até mesmo auxiliar na sua dispersão pelo biofilme.

Os programas de tratamento utilizados em sistemas industri-

ais muitas vezes falham pela incorreta seleção e/ou aplicação dos biocidas. Considerando os custos destes agentes antimicrobianos e as restrições ambientais, cada vez mais severas, há necessidade de se avaliar a eficácia desses compostos para cada sistema, visto que esses apresentam condições operacionais diferenciadas. Logo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a atividade de biocidas comerciais contra microrganismos normalmente ocorrentes em CIM, em sistema com elevada salinidade.

Materiais e métodos

Foram utilizados cupons metálicos (CPs) retangulares de aço dúplex UNS S 31803: (a) 4,0 cm x 1,0 cm x 0,3 cm (espessura) e furo de 0,2 cm de diâmetro para a realização das análises microbiológicas; e (b) 2,0 cm x 1,0 cm x 0,3 cm, conectados a um fio de cobre, de modo a permitir contato elétrico e embutidos em resina epóxi para as análises eletroquímicas. Imediatamente antes do uso, os CPs foram polidos com lixas de granulometrias 120 e 600, lavados com água destilada, seguido de álcool etílico para remoção de matéria orgânica e seco em jato de ar quente.

Foram ensaiados três biocidas comerciais: THPS (sulfato de tetrakis hidroximetil fosfônico); formulação 1 (combinação de sais quaternários de amônio, QUATs); e formulação 2 (THPS e QUATs).

Primeiramente, cada biocida foi avaliado em três concen-

trações (50 ppm, 100 ppm e 150 ppm) contra diferentes populações de bactérias normalmente associadas a CIM: heterotróficas aeróbias (BHA), produtoras de ácido aeróbias (BPAA), produtoras de ácido anaeróbias (BPAA_n) e reductoras de sulfato (BRS). As diferentes culturas mistas foram obtidas a partir de vários subcultivos de amostra de água, oriunda de um duto de petróleo, em meios de cultura específicos, e salinidade crescente, até o valor de 160 g NaCl/L.

Foram empregados os seguintes meios de cultura para: BHA – Caldo nutriente (g/L): peptona de carne 5,0; extrato de levedura 3,0; dextrose 9,0; pH 7,0 ± 2; BPAA – Caldo vermelho de fenol (g/L): extrato de peptona 10; extrato de carne 1,0; vermelho de fenol 0,018; glicose 10; pH 7,4 ± 2. Para cultivo das BPAA_n, a condição de anaerobiose foi garantida através de purga do meio com nitrogênio; BRS – Meio Postgate E (g/L): KH₂PO₄ 0,5; NH₄Cl 1,0; CaCl₂.6H₂O 1,0; MgCl₂.7H₂O 2,0; FeSO₄.7H₂O 1,0; FeSO₄.7H₂O 1,0; extrato de levedo 0,1; ácido ascórbico 0,5; agar-agar 5,0; solução de lactato de sódio (50 %v/v) 7 mL; solução de resazurina (0,025 % m/v) 4 mL; pH 7,6 ± 2. A condição de anaerobiose também foi garantida através da purga do meio com nitrogênio.

Os ensaios para avaliação do efeito dos biocidas na formação de biofilmes sobre os CPs foram

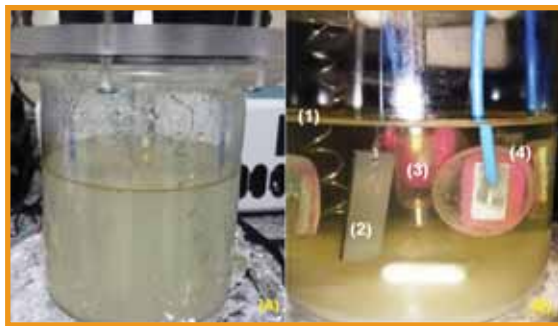


Figura 1 – Imagem do sistema utilizado. A. Vista externa; B. Vista interna :1. contra-eletrodo de platina; 2. corpo de prova (análises microbiológica); 3. eletrodo de referência; e 4. eletrodo de trabalho (análises eletroquímicas)

conduzidos em cuba de vidro (10 cm de altura por 10 cm de diâmetro) correspondendo a cerca de 1 L de capacidade nominal (Figura 1). A desinfecção da cuba foi feita por imersão em solução 6 g/L de metabissulfito de sódio por 24 h, seguida de lavagens sucessivas com água destilada estéril, para total remoção do desinfetante.

A cuba foi preenchida com 800 mL de água de produção (160 g NaCl/L) oriunda de uma plataforma *offshore*. No sistema foram dispostos: um eletrodo de Calomelano Saturado (eletrodo de referência), um eletrodo auxiliar de platina, eletrodo de trabalho de aço inoxidável dúplex (análises eletroquímicas). Os CPs para análises microbiológicas foram fixados à tampa por fios de nylon de modo a que fossem mantidos paralelamente à parede da cuba (Figura 1).

A água foi suplementada com (g/L): KH_2PO_4 0,5; NH_4Cl 1,0, extrato de levedura 0,2 e ácidos orgânicos de cadeia curta (ácido láctico 60,8; ácido propiônico 50,0 e ácido butírico 44,6), conforme descrito por Sousa (2009) e o pH foi ajustado para 6,0 com solução de NaOH a 40 %. A adição de nutrientes teve como propósito garantir a viabilidade celular no decorrer de todo o ensaio. Em seguida, foram introduzidas alíquotas de

cultivos de populações halofílicas das culturas enriquecidas ativas, de modo a estabelecer concentrações iniciais de 10^8 células/mL de cada um dos grupos bacterianos para garantir a formação de biofilmes.

A cuba foi disposta sobre placa de agitação, de modo a manter o eletrólito em constante e suave agitação, para que as células planctônicas ficassem em suspensão e, assim, favorecer a colonização das superfícies metálicas, porém sem risco de ocorrer arraste dos biofilmes formados. O sistema foi mantido em sala climatizada, com temperatura variando entre 25 °C e 27 °C.

Foram ensaiados os biocidas (THPS, QUATs e THPS + QUATs), na concentração de 100 ppm, na presença e ausência de microrganismos, para fins comparativos por um período total de 360 h.

Para os ensaios eletroquímicos, foram realizadas periódicas medições dos potenciais a circuito aberto dos CPs em relação ao Eletrodo de Calomelano Saturado, com o auxílio de um multímetro portátil por um tempo total de 360 h.

As populações de BHA, BPAA, BPAA_n e BRS, nas fases planctônica e sésil, foram quantificadas (em 168 h e 360 h) pela técnica do Número Mais Provável (NMP), através do cultivo, em meios apropriados, já citados (HARRISON, 1982).

Resultados e discussão

Na Tabela 1, são mostrados os resultados da exposição de diferentes populações planctôni-

cas de bactérias a diferentes concentrações de THPS. As populações aeróbias (BHA e BPAA) tiveram comportamentos similares quando expostas a 50 ppm e 100 ppm do biocida, somente apresentando crescimento decorridas 72 h de exposição. Para BPAA_n, o crescimento apenas foi detectado em 96 h de exposição. Já as BRS se mostraram susceptíveis a todas as concentrações ensaiadas do biocida, por um longo período (672 h). Segundo Gil *et al.* (2012), há redução expressiva de BRS com apenas 10 ppm de THPS. Nas dosagens de 30 ppm e 50 ppm, a ação é intensificada, levando a eliminação total desta população. Adicionalmente, o nosso trabalho demonstra a estabilidade do THPS em elevada salinidade, mesmo quando empregado em baixas concentrações.

Ao elevar a concentração do biocida para 150 ppm não foi detectado crescimento de nenhum dos grupos bacterianos ensaiados. No entanto, com exceção das BRS, foi detectado que o biocida THPS, nesta concentração, apresentou apenas efeito bacteriostático sobre as populações bacterianas. Em condição salina, o efeito bactericida do THPS só ocorre na concentração de 200 ppm (dados não apresentados). Portanto, em ambientes de elevada salinidade, se o THPS for empregado na dosagem recomendada pelos fabricantes, de 100 ppm, o biocida não será apropriado para o controle da CIM, já que permitirá a colonização das superfícies.

Os biocidas QUATs e QUATs + THPS inibiram o crescimento de todos os grupos bacterianos em todas as concentrações ensaiadas, por isso os dados não foram apresentados. Assim, pode-se inferir a eficácia do QUAT contra populações bacterianas em ambientes salinos, inclusive com po-

tencialização da ação antimicrobiana do THPS. Tal resultado é indicativo de que a ação desinfetante e surfatante do QUAT (McDonell e Russell, 1999), ocorre mesmo em ambiente salino abrangendo um amplo espectro de microrganismos.

Na Figura 2, podem ser observadas as concentrações celulares dos principais grupos de microrganismos, nas fases planctônicas e sésseis (para CPs de aço dúplex) para períodos de 168 e 360 h de exposição à água de produção.

Na fase planctônica (Figura 1A), houve redução expressiva do número de BRS em relação ao inicial, decorridas 168 h, mantendo-se a partir daí inalterado até o final do ensaio. Contudo, a redução foi de, no máximo, uma ordem de grandeza para as demais populações bacterianas monitoradas. Inclusive, para estas populações, foram detectados aumentos de densidade celular de 1 a 3 ordens de grandeza ao final do ensaio, sendo a maior amplitude referente às BHAs.

Os CPs foram colonizados por células de todas as populações bacterianas estudadas, embora de modo diferenciado (Figura 2B). As BHAs foram o grupo microbiano que atingiu maior concentração celular nos biofilmes. Este grupo bacteriano compreende espécies que são potencialmente produtoras de material polimérico extracelular (MPE). Por isso, em sistemas aquosos é frequente a adsorção destas bactérias nas superfícies sólidas formando filmes gelatinosos, o que permite a subsequente adsorção de microrganismos não produtores de MPE (LEWANDOWSK e Boltz, 2011). Por conta disso, os biofilmes podem abrigar comunidades multicelulares densas e complexas com diferentes exigências nutricionais. Também é atribuído ao MPE: propriedade

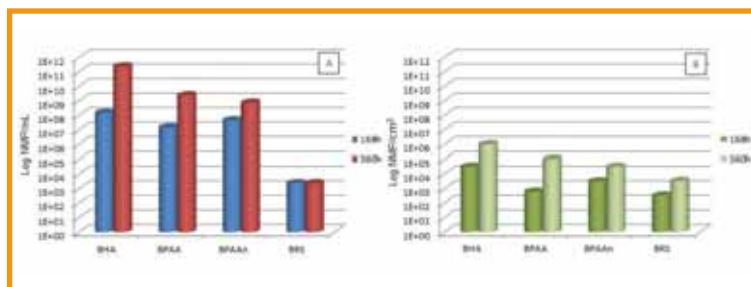


Figura 2: Perfis das populações bacterianas nas fases planctônica (A) e sésseis (B) em água de produção (160 g NaCl/L) para diferentes tempos (Concentração inicial de cada população microbiana no sistema experimental: 108 células/mL)

protetora contra produtos químicos, como biocidas e inibidores de corrosão; fonte nutricional, quando os microrganismos se encontram em fase de estarvação; estímulo à degradação do material metálico, devido à presença de grupos funcionais negativos que reagem com íons metálicos intensificando o processo corrosivo (BEECH e SUNNER, 2004; WOOD *et al.*, 2011; VIDELA e HERRERA, 2005; MADIGAN, MARTINKO, DUNLAP e CLARK,

2010; COSTERTON *et al.*, 1995).

Levando em consideração os resultados obtidos foram realizados ensaios para avaliação dos biocidas, na concentração de 100 ppm, na colonização microbiana de aço dúplex. Na Figura 3, apresentam-se os resultados de concentração celular nas fases planctônica (A, C, E) e sésseis (B, D, F) para CPs imersos em água de produção com duas aplicações dos biocidas (0 h e 168 h), na mesma dosagem.

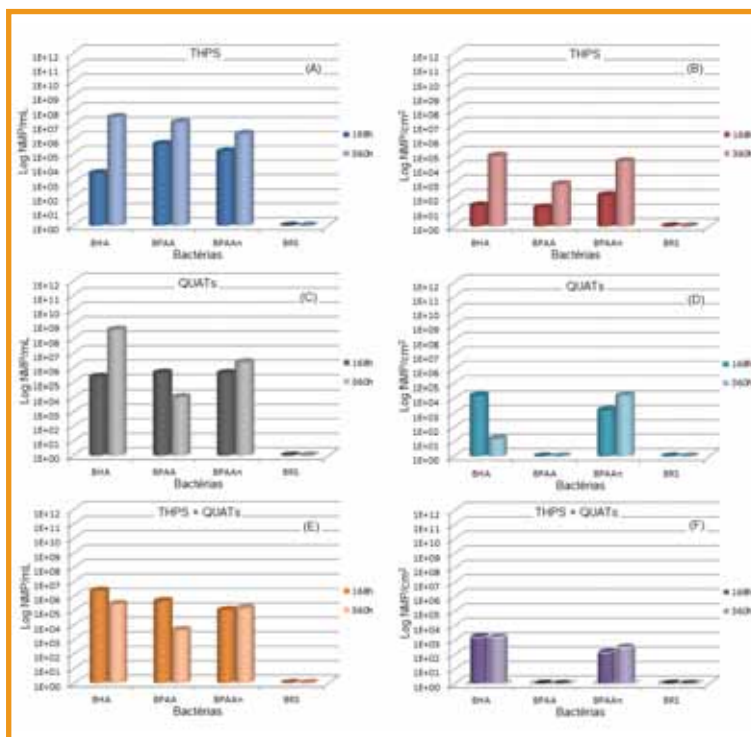


Figura 3 – Monitoramento das populações bacterianas nas fases planctônica (A, C, E) e sésseis (B, D e F) na célula experimental, quando expostas a diferentes biocidas (100 ppm)

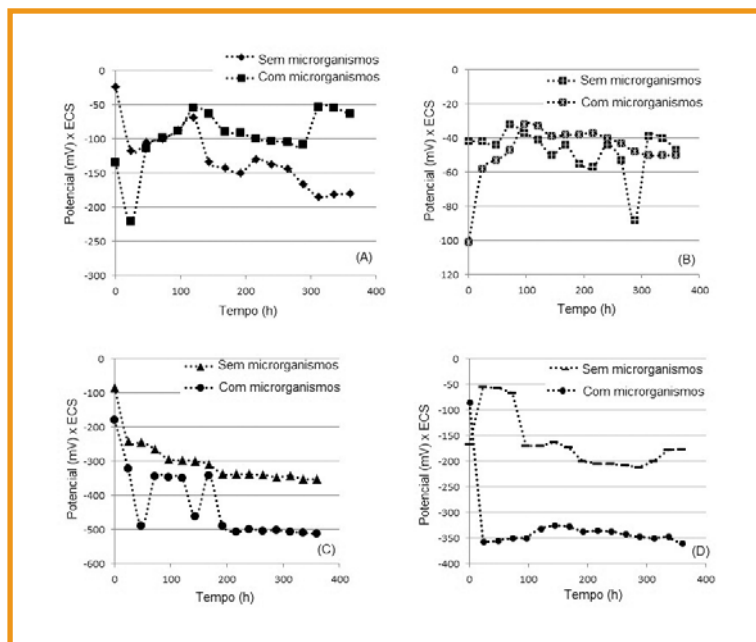


Figura 4 – Curvas de Potencial a Circuito Aberto com o tempo obtido para o aço dúplex em água de produção na ausência e presença de microrganismos (A – Branco; B – THPS; C – QUATs; D – THPS + QUATs)

Os resultados mostram que os três biocidas foram efetivos contra as BRS tanto na fase planctônica quanto na sésil. Comparativamente, o THPS combinado ao QUAT (Figura 3, E e F) foi mais eficaz do que de forma isolada (Figura 3, A e B). Segundo alguns autores, existe uma ação sinérgica entre algumas substâncias químicas (TAKAHASHI *et al.*, 2013; VAN DER KRAAN *et al.*, 2013). Por isso, as empresas tem investido mais em novas formulações ao invés de lançar novas substâncias no mercado.

A figura 4 ilustra as curvas obtidas de potencial com o tempo, onde foram plotados os valores correspondentes às médias de potenciais de 2 CPs. Na figura 4 A, são apresentadas os perfis dos potenciais dos CPs na ausência de biocida e microrganismos (controle abiótico), e na presença de microrganismos (controle biótico). Para ambos os controles, houve queda do potencial nas primeiras 24 h, elevando-se em seguida, sendo

atingido os valores máximos (- 69 mV e - 55 mV, respectivamente) em 120 h de exposição. A partir deste ponto, os potenciais seguiram em direções contrárias: para o controle abiótico, o potencial adquiriu valores cada vez mais negativos, permanecendo próximo a - 180 mV em 288 h até o final dos experimentos; enquanto que para o controle biótico, o potencial teve um intervalo de estabilização próximo a - 100 mV, elevando-se para cerca de -50 mV de 288 h em diante.

A queda inicial dos potenciais pode estar associada à percolação de íons agressivos através da camada passiva do metal (WOLYNEC, 2003). No caso da elevação dos potenciais na presença de microrganismos, este fato pode estar associado à formação de biofilme sobre a superfície do metal, criando desta forma uma barreira entre o meio e a superfície metálica dos CPs.

Quando os CPs foram expostos ao sistema contendo THPS, tanto na ausência quanto na presença de microrganismos, houve

elevação dos potenciais até atingir os seus valores máximos (- 32 mV) em 72 e 96 horas, respectivamente. Após este período, os potenciais apresentaram poucas variações em torno de - 30 mV e -50 mV.

Na Figura 4, também é apresentada a evolução do potencial para valores cada vez mais ativos nas primeiras 24 e 72 horas dos CPs exposto ao QUATs, na ausência e presença de microrganismos. Nota-se para condição sem microrganismos que os potenciais começaram a se estabilizar em torno de -350 mV em 192 h, permanecendo assim até o final dos experimentos. Quando os microrganismos estavam presentes observa-se que somente após 216 horas os potenciais permaneceram em um platô de estabilização próximo a - 500 mV, assim permanecendo inalterados.

Ainda na Figura 4, é mostrada a evolução dos potenciais dos CPs expostos na célula experimental contendo o biocida composto de THPS + QUATs. Note-se que os potenciais apresentaram comportamentos opostos. Nas primeiras 24 horas, quando os microrganismos estavam ausentes, houve um aumento do potencial até atingir o seu maior valor (-55 mV) onde houve uma certa estabilidade do potencial. Após 72 horas de exposição há queda no potencial, atingindo valor próximo de -200 mV em 192 h, assim ficando até o final do período monitorado. Na presença de microrganismos, o potencial tende a evoluir para valores cada vez mais ativos, embora decorridas 24 h de exposição, se mantenha em um patamar variando em torno de -360 mV. Observa-se que, quando a mistura THPS + QUATs está presente no sistema, o potencial tende a ter variações menores, atingindo um platô de estabilização.

A variação dos potenciais para valores mais ativos em presen-

ça de microrganismos pode sugerir que os supostos biofilmes formam apenas uma barreira mecânica ao processo de corrosão. Outro fato que deve ser considerado é que na ausência ou na presença de microrganismos há percolação de agentes agressivos como o íon cloreto, ácidos orgânicos etc., na superfície dos CPs o que vem alterar significativamente o potencial. Além disso, os metabólitos gerados pelos microrganismos podem atacar a superfície metálica o que corrobora com a degradação da camada passiva formada sobre o metal. Além disso, no processo de colonização do metal, a formação do biofilme ocorre de forma heterogênea o que ocasiona regiões na superfície do metal com diferentes concentrações de oxigênio, afetando também os valores dos potenciais. Logo, nota-se em todos os casos aqui analisados, que os microrganismos tiveram influência sobre o potencial dos CPs metálicos.

A ação biocida diferenciada também pode ser observada em cada caso: o THPS parece inferir baixa efetividade sobre os microrganismos por conta da manutenção dos potenciais em níveis mais elevados do que os observados para o experimento sem microrganismos. Com relação aos experimentos contendo QUATs e THPS + QUATs, o comportamento biocida em ambos os casos mostra-se mais efetivo, pois as respectivas evoluções de potencial mostram valores mais ativos do que os observados para o Branco na presença de microrganismos. Através dos resultados de potencial de circuito aberto, observados na Figura 3, pode-se inferir através das curvas sem microrganismos um certo caráter inibitivo à corrosão da liga, tanto de QUATs (leve) quanto da mistura THPS + QUATs (maior). Apesar disso, em comparação ao resultado de

acompanhamento de potencial do ensaio de controle biótico e abiótico, QUATs parece ser mais agressivo à camada passiva do que a mistura de biocidas, pois os potenciais tendem a estabilizar em valores mais ativos do que no ensaio sem o respectivo biocida.

Conclusões

- Todos os biocidas avaliados foram efetivos contra diferentes populações bacterianas, sendo que o THPS apresentou maior eficácia para a população de BRS, mesmo na salinidade de 160 g/L.
- A combinação de THPS e QUATs resultou em maior redução das populações microbianas nas fases planctônica e sésil.
- A aplicação de QUATs na presença de microrganismos fez com que os potenciais atingissem um platô de estabilização próximo de -500 mV e na ausência de microrganismos em torno de -350 mV.
- Com o emprego de THPS + QUATs, o potencial tende a apresentar menores variações, atingindo um platô de estabilização, independentemente da presença ou não dos microrganismos.
- No sistema contendo THPS, houve elevação dos potenciais a circuito aberto, tanto na presença quanto na ausência de microrganismos;
- Para as populações bacterianas BHA, BPAA e BPAA_n, o THPS apresentou efeito bacteriostático na concentração de 150 ppm e efeito bactericida a 200ppm.
- Os biocidas apresentaram um caráter inibitivo a corrosão dos CPs, tanto QUATs (leve) quanto na combinação do THPS+QUATs (maior).

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do

Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pela concessão da bolsa de doutorado, ao Laboratório de Corrosão Professor Vicente Gentil (EQ/UFRJ) e ao Laboratório de Biocorrosão (LABIO/INT) pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

Referências bibliográficas

- ANDERSON G.G.; O'TOOLE G.A. *Innate and induced resistance mechanisms of bacterial biofilms*. Curr Top Microbiol Immunol, p.85-105, 2008.
- BEECH, I. B.; SUNNER, J. *Biocorrosion: Towards understanding interactions between biofilms and metals*. Current Opinion in Biotechnology, v. 15, p. 181-186, 2004.
- COSTERTON, J. W.; LEWANDOWSKI, Z.; CALDWELL, D. E.; KORBER, D. R.; LAPPIN-SCOTT, H. M. *Microbial Biofilms*. Annual Review of Microbiology, v. 49, p.711-745, 1995.
- DAVEY, M.E.; O'TOLLE, G.A. *Microbial Biofilms: from ecology to molecular genetics*. Microbiology and Molecular Biology Reviews, v.64, n.4, p.847-867, 2000.
- GONZÁLEZ, J. E. G., SANTANA, F. J. H., MIRZA-ROSCA, J. C. *Effect of bacterial biofilm on 316 ss corrosion in natural seawater by eis*. Corrosion Science. v. 40, n. 12, p. 2141-2154, 1998.
- GAYLARDE, C. C. E MORTON, L.H.G. *Deteriogenic biofilms on building and their control: a review*. Biofouling, 14(1), 59-74, 1999.
- GENTIL, V. *Corrosão*. 5ªed. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 2011.
- GIL, Y.F.; BRUZUAL, Y.; GÓMEZ, G.L.; RODRIGUEZ, C.; PRIN, J.L.; BRAVO, N. *Evaluación de la Eficiencia de biocida como inhibidor de la corrosión inducida por microorganismos*. Rev. LatimAm. Metal. Mat., p.8-11, 2012.
- HARRISON JR., A.P. *Microbial succession and mineral leaching in a artificial coal spoil*. Applied and Environmental Microbiology,

- v.131, p.68-76, 1982.
- LEWANDOWSKI, Z.; BOLTZ, J. P. *Biofilms in water and wastewater treatment*. In: Peter Wilderer (ed). *Treatise on Water Science*, Oxford: Academic Press; v. 4, p. 529-570, 2011.
- LEWIS K. *Multidrug tolerance of biofilms and persister cells*. *Curr Top Microbiol Immunol*, p.107-31, 2008.
- MADIGAN T.M., MARTINKO JM, DUNLAP, P.V., CLARK D.P. *Microbiologia de Brock*. 12.^a ed. Porto Alegre: Artmed: 2010.
- McDONELL G, RUSSELL AD. *Antiseptics and disinfectants: activity, action and resistance*. *Clin Microbiol Rev*, v.12, p.147-79, 1999.
- NUNES, L.P. *Fundamentos de Resistência à Corrosão*. 1^aed. Interciência, Rio de Janeiro. 2007.
- PENNA, M. O.; BATISTA, W.; BRITO, R.F.; SILVA, E.D.; NASCIMENTO, J.R.; COUTINHO, C.M.L.M. *Sistema dinâmico para avaliação de técnicas de monitoração e controle da CIM*. *Boletim Técnico da Petrobrás*, v.45, p.26-33, 2002.
- POSTGATE, J. R. *The sulphate-reducing bacteria*. 2^a ed. Press Syndicate of the University of Cambridge, New York, 1984.
- RUSSELL AD, MCDONNELL G. *Concentration: a major factor in studying biocidal action*. *Journal of Hospital Infection*, v. 44, p.1-3, 2000.
- SOUSA, K. A. *Avaliação da biogênese de sulfeto sob diferentes concentrações de bactérias redutoras de nitrato, bactérias redutoras de sulfato e nitrato*. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- TART A.H.; WOZNIAC D.J. *Shifting paradigms in Pseudomonas aeruginosa biofilm research*. *Curr Top Microbiol Immunol*, p.193-206, 2008.
- TAKAHASHI, D., ENZIEN, M. V., YIN, B., & BOTTERO, S. *Aumente a Produção de Gás e Petróleo com Programas Aprimorados de Controle Microbiano*. Disponível em: oilandgas.dow.com/pdf/rio/de_controle_microbiano.pdf [Acesso em 14/03/2013]
- VAN DER KRAAN, G. M., JOCKSCH, D., CANALIZO-HERNANDEZ, M., YIN, B., WILLIAMS, T., & KEENE, P. A. *Implementação de melhores soluções para o controle microbiano em processos petrolíferos*. Disponível em: www.dow.com/microbial/la/pt/pdf/PaperPortuguese.pdf [Acesso em 14/03/2013]
- VIDELA, H. A.; HERRERA, L. K. *Microbiologically influenced corrosion: looking to the future*. *International Microbiology*, v. 8, n. 3, p. 169-180, 2005.
- VIDELA, H.A. *Biocorrosão, biofouling e biodeterioração de materiais*, 1a ed. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda, p.148. 2003
- WOOD, T. K.; HONG, S. H.; MA, Q. *Engineering biofilm formation and dispersal*. *Trends in Biotechnology*, v. 29, n. 2, p. 87-94, 2011.
- WOLYNEC, S. *Técnicas Eletroquímicas em Corrosão*. Editora USP, São Paulo, 2003.
- Leila Yone Reznik**
Graduada em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mestrado e doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais (COPPE/UFRJ). Professora Adjunta no Departamento de Processos Inorgânicos da Escola de Química da UFRJ.
- Elisana Flavia Camporese Servulo**
Graduada em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela UFRJ e Doutorado em Ciências (Microbiologia) pela UFRJ. Professora Adjunta no Departamento de Engenharia Bioquímica da Escola de Química da UFRJ.
- Contato com o autor:
lindomarc@eq.ufrj.br
- Lindomar Cordeiro Antunes de Araújo**
Graduado em Ciências com Habilitação em Química e Especialista em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual do Maranhão (CESI/UEMA). Mestre em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Estudante de doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos do programa de pós-graduação da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (EQ/UFRJ).
- Márcia Teresa Soares Lutterbach**
Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Santa Úrsula e Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Rural do Rio de Janeiro. Doutorado em Ciências (Microbiologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

INSCREVA A SINOPSE E APRESENTE SEU TRABALHO TÉCNICO PARA A AUDIÊNCIA MAIS QUALIFICADA DO SETOR.

Temário*

- Ensaios Não Destrutivos e Inspeção
- Inspeção de Equipamentos
- Evaluación de Integridad Y Extención de Vida e Equipos Industriales
- Tubulações e Vasos de Pressão - Estrutura e Termohidráulica
- Corrosão
- Análise Experimental de Tensões

*Confira o termário completo no site

15 a 18 | junho de 2015

Sheraton Reserva do Paiva Hotel & Convention Center
Avenida A, 4, Quadra F1, Lote 4A3
Loteamento Reserva do Paiva - Cabo de Santo Agostinho - PE

coteq.org.br

Realização



Promoção



Patrocínio Ouro



Patrocínio Prata



Secretaria do evento

Associação Brasileira de Ensaios
Não Destrutivos e Inspeção - Abendi
Av. Onze de Junho, 1317
Vila Clementino - São Paulo/SP
Tel: (11) 5586-3197/3161/3172
coteq@abendi.org.br



Erik Penna

O *cliente* reclamou? Ainda bem!

“Seus clientes mais insatisfeitos são sua maior fonte de aprendizado” – Bill Gates

Quase ninguém gosta de ouvir reclamação. Mesmo quando a crítica é construtiva, é difícil encará-la como algo proveitoso e positivo. No mundo corporativo, quando se fala em atendimento ao cliente e prestação de serviços, ouvir reclamações é algo relativamente comum, mas a forma de receber e dar tratamento às queixas é que pode fazer toda a diferença para a organização.

Pense bem: o que você tem a ganhar enfrentando um cliente insatisfeito ou sendo indiferente à sua queixa? Há pelo menos três aspectos altamente benéficos em uma reclamação:

1. Quando um cliente diz para a empresa com a qual mantém uma relação comercial que está insatisfeito com um determinado produto ou serviço prestado, significa simplesmente que ele deseja fazer alguns ajustes nesse relacionamento. É como um casamento: quando um reclama do outro é porque existe sentimento suficiente para se resgatar e manter a relação. Muito pior seria se o cliente tratasse a empresa com indiferença. Quando um cliente está incomodado, mas não fala nada, no momento em que menos se espera ele migra, espontaneamente e quietinho, para a concorrência. Ainda fazendo analogia ao casamento, uma reclamação é um sinal de alerta importante para ambos repensarem o relacionamento.

Portanto, na maioria das vezes, não há motivo para se ofender com uma crítica. Ela pode ser um instrumento excelente para aperfeiçoamento pessoal e profissional.

2. Outro aspecto positivo é que a reclamação de um cliente pode servir como consultoria, ainda que involuntária, para a empresa. Na maioria das vezes, ele mostra, de maneira inequívoca, sincera e gratuita, uma série de erros que ela vem cometendo, sem ao menos se dar conta. Uma consultoria, aliás, cobra caro para dar os mesmos conselhos que o cliente pode dar.
3. Caso a empresa não possa atender ao pedido do cliente, que pelo menos lhe dê atenção, garantindo que ele seja ouvido. Tanto quanto obter soluções, as pessoas desejam ser ouvidas e seus pontos de vista respeitados. Saber ouvir é algo que não implica custo financeiro para a organização, mas ainda assim é uma qualidade muito desejada num profissional, independentemente do setor em que atua.

Um exemplo disso aconteceu comigo outro dia quando fui a uma loja comprar um novo celular e, junto com o aparelho, adquiri um plano mensal de dados com valor fixo para acesso ilimitado à internet. Um mês depois recebi a conta e, para minha surpresa, o valor referente ao acesso à internet estava absurdamente alto.

Fiquei aborrecido, e como eu havia feito um plano com valor fixo, voltei na loja para reclamar e procurei a mesma atendente “A” que havia me vendido o aparelho e o plano. Ao relatar o problema, ela disse que não poderia fazer nada e que eu deveria ligar para o *Call Center* da operadora.

Portanto, ao ouvir uma crítica, procure os aspectos positivos que ela pode trazer. Se conseguir focar apenas neles, evitando a tendência natural de confrontar o cliente ou esquivar-se do problema, todos saem ganhando: o cliente é ouvido, a empresa consegue retê-lo e o profissional aprende que, com flexibilidade e jogo de cintura, pode transformar um problema em aprendizado, fidelização e melhores resultados.

Muito longe de ser um inimigo, um cliente insatisfeito pode ser fonte de informações valiosas para a melhoria no atendimento e na gestão da empresa.

Erik Penna

Especialista em vendas, consultor, palestrante e autor dos livros “A Divertida Arte de Vender” e “Motivação Nota 10”

Contato: www.erikpenna.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 COATINGS

www.axson.com

A&Z ANÁLISES QUÍMICAS LTDA.

zilmachado@hotmail.com

BLASPINT MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

www.blaspint.com.br

B BOSCH GALVANIZAÇÃO DO BRASIL LTDA.

www.bbosch.com.br

CBSI – COMP. BRAS. DE SERV. DE INFRAESTRUTURA

www.cbsiservicos.com.br

CEPEL - CENTRO PESQ. ENERGIA ELÉTRICA

www.cepel.br

CIA. METROPOLITANO S. PAULO - METRÔ

www.metro.sp.gov.br

CONFAB TUBOS S/A

www.confab.com.br

CONSUPLAN CONS. E PLANEJAMENTO LTDA.

www.consuplan-es.com

CORRPACK DO BRASIL

www.corrpack.com.br

DE NORA DO BRASIL LTDA.

www.denora.com

DETEN QUÍMICA S/A

www.deten.com.br

D. F. OYARZABAL

oyarza@hotmail.com

ELETRONUCLEAR S/A

www.eletronuclear.gov.br

ENGECCOR ENGENHARIA LTDA.

www.engecorr.ind.br

EUOMARINE SERVIÇOS ANTICORROSIVOS

www.euomarine.eng.br

FIRST FISCHER PROTEÇÃO CATÓDICA

www.firstfischer.com.br

FISCHER DO BRASIL – TECNOLOGIAS DE MEDIÇÃO

www.helmut-fischer.com.br

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A

www.furnas.com.br

G P NIQUEL DURO LTDA.

www.grupogp.com.br

GCP DO BRASIL PROTEÇÃO CATÓDICA LTDA.

www.gcpdobrasil.com.br

HITA COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA.

www.hita.com.br

IEC INSTALAÇÕES E ENGª DE CORROSÃO LTDA.

www.iecengenharia.com.br

INSTITUTO PRESBITERIANO MACKENZIE

www.mackenzie.com.br

INT – INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA

www.int.gov.br

ITAGUAÍ CONSTRUÇÕES NAVAIS – ICN

qualidade@icnavais.com

JATEAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.

www.jatear.com

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

www.jotun.com

MANGELS INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

www.mangels.com.br

MARIA A. C. PONCIANO – ME

www.gsimacae.com.br

MARINE IND. E COM. DE TINTAS LTDA.

www.marinetintas.com.br

MAX EVOLUTION LTDA.

www.maxpinturas.com.br

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

www.morkenbrasil.com.br

MUSTANG PLURON QUÍMICA LTDA.

www.mustangpluron.com

NOF METAL COATINGS SOUTH AMERICA

www.nofmetalcoatings.com

NOVA COATING TECNOLOGIA, COM. SERV. LTDA.

www.novacoating.com.br

OPEMACS SERVIÇOS TÉCNICOS LTDA.

www.opemac.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

P. G. MANUTENÇÃO E SERVIÇOS INDUSTRIAIS

www.pgindustriais.com.br

PPG IND. DO BRASIL TINTAS E VERNIZES

www.ppgpmc.com.br

PPL MANUTENÇÃO E SERVIÇOS LTDA.

www.pplmanutencao.com.br

PRESSERV DO BRASIL LTDA.

www.presservbrasil.com.br

PREZIOSO DO BRASIL SERV. IND. LTDA.

www.prezioso.com.br

PROMAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.

www.promarpintura.com.br

QUÍMICA INDUSTRIAL UNIÃO LTDA.

www.tintasjumbo.com.br

RENNER HERMANN S/A

www.rennercoatings.com

RESINAR MATERIAIS COMPOSTOS

www.resinar.com.br

REVESTIMENTOS E PINTURAS BERNARDI LTDA.

bernardi@pinturasbernardi.com.br

RUST ENGENHARIA LTDA.

www.rust.com.br

SACOR SIDEROTÉCNICA S/A

www.sacor.com.br

SHERWIN WILLIAMS DO BRASIL - DIV. SUMARÉ

www.sherwinwilliams.com.br

SMARTCOAT – ENG. EM REVESTIMENTOS LTDA.

www.smartcoat.com.br

SOFT METAIS LTDA.

www.softmetais.com.br

TBG - TRANSP. BRAS. GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL

www.tbq.com.br

TECHNIQUES SURFACES DO BRASIL LTDA.

www.tsdobrasil.srv.br

TECNOFINK LTDA.

www.tecnofink.com

TINÔCO ANTICORROSÃO LTDA.

www.tinocoanticorrosao.com.br

TINTAS VINCI IND. E COM. LTDA.

www.tintasvinci.com.br

ULTRABLAST SERVIÇOS E PROJETOS LTDA.

www.ultrablast.com.br

UTC ENGENHARIA S.A.

www.utc.com.br

VCI BRASIL IND. E COM. DE EMBALAGENS LTDA.

www.vcibrasil.com.br

VCI BRASIL IND. E COM. DE EMBALAGENS LTDA.

www.vcibrasil.com.br

WAGNER INDUSTRIAL

www.wagner-group.com

W&S SAURA LTDA.

www.wsequipamentos.com.br

ZERUST PREVENÇÃO DE CORROSÃO LTDA.

www.zerust.com.br

ZINCOLIGAS IND. E COM. LTDA.

www.zincoligas.com.br

ZIRTEC IND. E COM. LTDA.

www.zirtec.com.br

LL-Alugold SCR®

PRÉ-TRATAMENTO PARA PINTURA DO ALUMÍNIO

Processo isento de cromo, visível na cor castanha avermelhada

HOMOLOGADO PELA QUALICOAT

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

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

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



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

**Lançamento Mundial
Patente Internacional**



ITALTECNO
DO BRASIL LTDA.

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

Aporte