



WCSE 2018

Workshop de Corrosão para o Setor Elétrico

16 E 17 DE OUTUBRO

Caderno de Resumos



Eletrobras
Cepel

Índice

Palestras

AValiação DE DESEMPENHO, PRODUTIVIDADE E CUSTOS DE TECNOLOGIAS DE PROTEÇÃO ANTICORROSIVA PARA ESTRUTURAS ENTERRADAS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO - [WCSE2018_24](#)

Cristina da Costa Amorim, Alberto Pires Ordine, Marcos Martins de Sá, Wendell Porto de Oliveira
Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel 07

CORROSÃO NAS HASTES DE ESTAIS DE ESTRUTURAS METÁLICAS ESTAIADAS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO DA CHESF - [WCSE2018_18](#)

Bartolomeu Neves Cordeiro, Maria Manoela Correia de Andrade Dantas Teixeira, Ezequiel Garcez Amorim
ELETROBRAS CHESF 08

ANÁLISE DA CORROSÃO EM ESTACAS HELICOIDAIS INSTALADAS EM SOLOS TROPICAIS EM CONDIÇÕES SATURADAS E NÃO SATURADAS - [WCSE2018_19](#)

Cristina de Hollanda Cavalcanti Tsuha, Malcom Barbosa Bispo
Departamento de Geotecnia da EESC- USP 09

AValiação DA BIOCORROSÃO EM ESTRUTURAS METÁLICAS ENTERRADAS - [WCSE2018_01](#)

Walter Cravo Jr., Marcia Lutterbach, Bianca Napolini, Ana Lucia Chaves de Oliveira
Instituto Nacional de Tecnologia 10

ESTUDO DA CORROSÃO ATMOSFÉRICA DOS AÇOS PATINÁVEIS, CARBONO E INOXIDÁVEIS EXPOSTOS EM SITE DE UMA TERMOELÉTRICA NO CEARÁ - [WCSE2018_33](#)

Valeria S. dos Santos, Úrsula C. Pereira, Rogério A. Carneiro, Adriana de Oliveira S. Leite, Walney S. Araújo
Laboratório de Pesquisa em Corrosão – LPC 11

FURO CAUSADO POR CORROSÃO DEVIDO À AERAÇÃO DIFERENCIAL EM TUBULAÇÃO DO SISTEMA DE GALERIAS DA ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO PRINCIPAL DA USINA NUCLEAR DE ANGRA 2 - [WCSE2018_36](#)

Luciano Zadorosny, Vinícius Rodrigues
Eletrobras Eletronuclear 12

AVANÇOS OBTIDOS COM REVESTIMENTOS INTELIGENTES COM PODER DE AUTORREPARAÇÃO - [WCSE2018_21](#)

Idalina Vieira Aoki
Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da USP 13

| | |
|--|----|
| <p>CONTROLE DA INFESTAÇÃO DE MEXILHÃO DOURADO POR INDUÇÃO GENÉTICA DA INFERTILIDADE - WCSE2018_38 Mauro de Freitas Rebelo, Juliana Alves Americo, Milica Markovic, Marcela Uliano da Silva, João Gabriel Rodinho Nunes Ferreira Bio Bureau Biotecnologia</p> | 14 |
| <p>RECUPERAÇÃO DE FUNDAÇÕES DE TORRES DE LINHAS DE TRANSMISSÃO – CASOS ESPECIAIS - WCSE2018_22 Wendell Porto de Oliveira FURNAS</p> | 15 |
| <p>SUBSTITUIÇÃO DE BASES E FUNDAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS AUTOPORTANTES, EM LT ENERGIZADA, UTILIZANDO SUPORTE AUXILIAR AJUSTÁVEL - WCSE2018_26 Forlan Godoi C Fontes, José Francisco Dias, Roni Januário da Silva Cemig GT</p> | 16 |
| <p>AÇOS INOXIDÁVEIS, A SOLUÇÃO PARA AMBIENTES COM CORROSÃO E/OU DESGASTE - WCSE2018_35 Adolfo Kalergis do N. Viana Aperam South America</p> | 17 |
| <p>ASPERSÃO TÉRMICA COMO TÉCNICA DE MANUTENÇÃO E SUAS APLICAÇÕES PARA O SETOR ELÉTRICO - WCSE2018_10 Guilherme W. Bungner VGK Engenharia e Comercio Ltda</p> | 18 |
| <p>REVESTIMENTOS MONOCAMADA VpCI ALUMÍNIO DE LONGA DURABILIDADE “NANO TECNOLOGIA DE INIBIDORES DE CORROSÃO POR VAPOR ” - WCSE2018_30 Domingos Zampol Junior, Jose Luiz de Almeida Pedrosa Presserv do Brasil Ltda</p> | 19 |
| <p>PINTURA DE ESTRUTURAS METÁLICAS EM ÁREA DE MANGUE E POLUIÇÃO INDUSTRIAL DE ALTA AGRESSIVIDADE - WCSE2018_17 Bartolomeu Neves Cordeiro, Cristina da Costa Amorim ELETROBRAS CHESF</p> | 20 |
| <p>PINTURA DE AÇO ZINCADO PELO PROCESSO DESCONTÍNUO DE IMERSÃO A QUENTE (AÇO GALVANIZADO)- FATORES IMPORTANTES A SEREM CONSIDERADOS - WCSE2018_06 Fernando Fragata, Heron Mendes, Celso Gnecco, Fábio Krankel</p> | 21 |
| <p>ISO 12944 NA PINTURA DE GALVANIZADOS, O QUE MUDOU NA REVISÃO 2017/2018 - WCSE2018_20 Celso Gnecco, Felipe Fredo Naciuk Sherwin Williams</p> | 22 |

REPAROS EM SISTEMAS DE PINTURA EXTERNA COM REVESTIMENTOS DE ALTA ESPESURA – AÇÕES QUE DÃO MAIS EFICIÊNCIA E DURABILIDADE AOS SERVIÇOS DE CAMPO - [WCSE2018_15](#)

Diego G. Hita, Fabrício Mello Freire
HITA Comércio e Serviços Ltda

23

DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTOS DE SILICONE PARA USO E MANUTENÇÃO NO SETOR ELÉTRICO - [WCSE2018_05](#)

Douglas Batista, Enrique Rodney Troncoso Irrarrazabal, Matt Saunders
CSL Silicones Inc.

24

TECNOLOGIA POLIASPÁRTICA: O PRÓXIMO NÍVEL DE PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO - [WCSE2018_23](#)

Thomas Schüttler, Dr. Matthias Wintermantel, Thomas Bäker
Covestro

25

REVESTIMENTO EPOXI NOVOLAC DE ALTO DESEMPENHO À CORROSÃO PARA APLICAÇÃO EM SUPERFÍCIES FERROSAS PREPARADAS POR MEIO DE FERRAMENTAS MECÂNICAS, NOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL - [WCSE2018_12](#)

Amelia Bublitz Spengler, Eder Dirceu Dela Justina, Thiago Elias Bastos
Paumar Ind & Com.

26

UTILIZAÇÃO DE REVESTIMENTO POR ENCLAUSURAMENTO NO SETOR ELÉTRICO - [WCSE2018_11](#)

Marcelo Tinoco, Bárbara Bravo, Renata Ramos, Gerson Vieira
TINÔCO ANTICORROSÃO LTDA

27

PRIMEIRO SISTEMA DE PINTURA APROVADO PELA NORSOK PARA TRATAMENTO MECÂNICO E HIDROJATEAMENTO APLICÁVEL A ROLO E TRINCHA PARA MANUTENÇÃO - [WCSE2018_37](#)

Rosileia Mantovani
Jotun

28

FeCCor - FERRAMENTA DE CUSTO DE CORROSÃO - DEMONSTRAÇÃO DA FERRAMENTA APLICADA A UM SERVIÇO DE PINTURA ANTICORROSIVA - [WCSE2018_31](#)

Filipe Batista Fontes, Alberto Pires Ordine, Cristina da Costa Amorim, Elber Vidigal Bendinelli, Marcos Martins de Sá
Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel

29

Poster

INVESTIGAÇÃO DE CORROSÃO SOB TENSÃO EM HASTE DE MOVIMENTAÇÃO DA COM-
PORTA DO VERTEDOURO DA BARRAGEM DE TUCURUÍ - [WCSE2018_02](#)

Davi Carvalho Moreira, Heloisa Cunha Furtado, Bruno Reis Cardoso, Carlos Frederico Trotta
Matt, Josélio Sena Buarque, Bruno Merlin, Debora Dias Costa Moreira
Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A 30

ESTUDO LABORATORIAL E EM CAMPO DA COMBINAÇÃO DOS MECANISMOS DE COR-
ROSÃO GALVÂNICA E POR FRESTAS - [WCSE2018_13](#)

Juliano de Andrade, Heloisa Nunes da Motta, Camila Melo Pesqueira, Jean Gustavo de Andrade
Ruthes, Luiz Fernando Cortez
Lactec 31

ESTUDO E PROPOSIÇÃO DE SOLUÇÕES SINTÉTICAS DE SOLOS PARA USO EM LABORA-
TÓRIO E AVALIAÇÃO DE CORROSIVIDADE DO AÇO CARBONO - [WCSE2018_34](#)

Joseane Moreira Giarola, Bernardo Augusto Farah Santos, Rhuan Costa Souza, Jefferson Rodri-
gues de Oliveira, Patrícia Benedini Martelli, José Antônio da Cunha Ponciano Gomes, Alysson
Helton Santos Bueno
CESTEq – Centro de Engenharia de Superfícies, Tribologia e Eletroquímica - Universidade Fede-
ral de São João Del Rei – UFSJ 32

DESENVOLVIMENTO EM LABORATÓRIO E EM ESCALA PILOTO DA TÉCNICA DE INJEÇÃO
DE CORRENTE PARA INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS DE LINHAS DE TRANS-
MISSÃO - [WCSE2018_27](#)

Elber Vidigal Bendinelli, Juliana Victorino Dias, Alberto Pires Ordine, Gerson Vale de Resende
Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel 33

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO ANTICORROSIVO DO AÇO GALVANIZADO POR IMER-
SÃO A QUENTE EM DIFERENTES ATMOSFERAS - [WCSE2018_28](#)

Felipe Garcia Nunes, Elber Vidigal Bendinelli, Alberto Pires Ordine
Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel 34

TESTE CORROSÃO EM LABORATÓRIO: REALISMO E REPRODUTIBILIDADE COM MÉTO-
DOS MODERNOS - [WCSE2018_39](#)

Aguinaldo Nabarro
GRUPO MAST 35

NORMA ABNT NBR 16563 - MITIGAÇÃO DE EFEITOS DE INTERFERÊNCIAS ELÉTRICAS EM
SISTEMAS DUTOVIÁRIOS - [WCSE2018_07](#)

João Paulo Klausing Gervásio
Petrobras 36

ELETRODOS HVDC E CORROSÃO - [WCSE2018_09](#)

Paulo Edmundo da Fonseca Freire

PAIOL Engenharia

37

INFLUÊNCIA DA POLUIÇÃO DA FÁBRICA DE CLORETO DE POTASSIO EM LINHA DE TRANSMISSÃO DA CHESF - [WCSE2018_16](#)

Bartolomeu Neves Cordeiro, Cristina da Costa Amorim

ELETROBRAS CHESF

38

DESEMPENHO DE REVESTIMENTOS ANTICORROSIVOS EM UMA USINA TERMOELÉTRICA À CARVÃO (SISTEMAS DE PINTURA ATUAL E ALTERNATIVO) - [WCSE2018_32](#)

Daniel de Castro Girão, Walney Silva Araújo, Úrsula Cid Pereira, Adriana de Oliveira Sousa Leite

Laboratório de Pesquisa em Corrosão – LPC

39

A ESPECIFICAÇÃO DA GALVANIZAÇÃO A FOGO DE FIXADORES NO SETOR ELÉTRICO - [WCSE2018_04](#)

Ricardo Suplicy Goes

ICZ Instituto de Metais não Ferrosos

40

JATEADORA PORTÁTIL A JATEAMENTO SECO - [WCSE2018_14](#)

Carlos André Santos

Granafer's Indústria e Comércio Ltda

41

PREPARO DE PINTURA EM SUPERFÍCIES COM CORROSÃO UTILIZANDO PRIMER PASSIVADOR COM A “NANO TECNOLOGIA DOS INIBIDORES DE CORROSÃO POR VAPOR” - [WCSE2018_29](#)

Domingos Zampol Junior, Jose Luiz de Almeida Pedrosa

Presserv do Brasil Ltda

42

PADRÕES DE QUALIDADE PARA SERVIÇOS DE PINTURA ANTICORROSIVA APLICADOS AO SETOR ELÉTRICO - [WCSE2018_25](#)

Alberto Pires Ordine, Cristina da Costa Amorim, Marcos Martins de Sá, Elber Vidigal Bendinelli

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel

43

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO, PRODUTIVIDADE E CUSTOS DE TECNOLOGIAS DE PROTEÇÃO ANTICORROSIVA PARA ESTRUTURAS ENTERRADAS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

Cristina da Costa Amorim¹, Alberto Pires Ordine², Marcos Martins de Sá³,
Wendell Porto de Oliveira⁴

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel, cristinac@cepel.br

Para evitar o mecanismo de corrosão por aeração diferencial nas zonas de afloramento de pés de torres de linhas de transmissão, é uma prática comum das equipes de manutenção das empresas Eletrobras recuperar os pés e realizar proteção anticorrosiva pelo uso de esquemas de pintura numa extensão que compreende aproximadamente 0,5 m acima do nível do solo e 1,0 m abaixo deste nível. Dessa forma, isola-se toda a região com possibilidades de apresentar pilhas de aeração diferencial, impedindo o contato da área com o meio corrosivo e evitando a corrosão da estrutura metálica. Devido à importância do assunto para o setor elétrico, o Cepel em conjunto com Furnas, realizou um estudo para avaliar o desempenho anticorrosivo de alternativas tecnológicas ao esquema de pintura tradicionalmente utilizado na proteção de estruturas enterradas. Este estudo foi conduzido em solos com diferentes condições de agressividade durante 6,5 anos de exposição a estes meios. Além da avaliação de desempenho, realizou-se uma avaliação de produtividade e custos dos esquemas de pintura aplicados. Observou-se que o esquema com a tinta epóxi isenta de alcatrão de hulha foi uma boa alternativa ao esquema tradicional. A análise de custos, associada ao desempenho anticorrosivo, foi uma informação útil na seleção de métodos de proteção anticorrosiva para estruturas enterradas.

¹ M. Sc.- Química Industrial – Cepel

² D. Sc. - Engenheiro Químico – Cepel

³ Técnico em Química – Cepel

⁴ D. Sc. - Engenheiro Mecânico – Furnas

[Voltar ao índice](#)

CORROSÃO NAS HASTES DE ESTAIS DE ESTRUTURAS METÁLICAS ESTAIADAS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO DA CHESF

Bartolomeu Neves Cordeiro¹, Maria Manoela Correia de Andrade Dantas Teixeira²,
Ezequiel Garcez Amorim³

ELETOBRAS CHESF, bartonc@chesf.gov.br

As estruturas estaiadas das linhas de transmissão Sobral III / Pecem II, Pecem II / Fortaleza II, Xingo / Jardim e Jardim / Camaçari IV, 500kV, têm apresentado corrosão nas hastes dos estais, parte enterrada, levando ao rompimento dos mesmos e, inclusive a caso de tombamento da estrutura. O processo adotado pela Chesf na fixação dos estais, na ausência de rocha sã, é a fixação da haste em bloco de concreto e seu encapsulamento desde o bloco até 60 cm acima do nível do solo, de forma que a haste não tem contato com o solo e não recebe umidade. Com existência de rocha sã é feita a furação da rocha com perfuratriz, fixado a haste na rocha e encapsulada da rocha até 60 cm acima do nível do solo. Na construção das quatro linhas de transmissão citadas acima, a Chesf autorizou que a realização das fundações, mesmo nos locais sem rocha sã, fossem feitas de modo que a perfuratriz fazia a furação, a haste era colocada centralizada ao furo e a massa de impermeabilização era injetada, ficando, assim, o furo preenchido com a massa e, no seu centro, a haste impermeabilizada. A haste só era encapsulada, com tubo de PVC, 1,5 metros abaixo da superfície do solo e 60 cm acima do nível do solo. Durante a injeção da massa nos solos de baixa resistência (solos sem rocha sã), no entanto, a massa impermeabilizante era desviada para os espaços vazios e muitas vezes havia a descentralização da haste. Esses pontos proporcionavam contato da haste com o solo e a incidência da umidade causava uma concentração da corrosão levando ao rompimento da haste. Foram realizados ensaios de reflectometria, visando identificar o estado de corrosão das hastes de forma indireta, mas, infelizmente, não houve uma convergência nos resultados que permitissem atuar, apenas nas hastes identificadas nos ensaios como corroídas. A Chesf decidiu, então, fazer a substituição gradativa de todas as fundações feitas com esse processo. Das quatro linhas de transmissão com esse tipo de fundação a Chesf já realizou fundações de 287 estruturas pelo processo original, com custo de R\$ 17.856.223,74 e para concluir a substituição total faltam 623 estruturas, com um custo aproximado de R\$ 38.761.071,05. A Chesf atualmente utiliza também as fundações de estais com tubulão.

¹ Engenheiro Eletricista – ELETOBRAS CHESF

² Engenheira Civil – ELETOBRAS CHESF

³ Engenheiro Civil – ELETOBRAS CHESF

[Voltar ao índice](#)

ANÁLISE DA CORROSÃO EM ESTACAS HELICOIDAIS INSTALADAS EM SOLOS TROPICAIS EM CONDIÇÕES SATURADAS E NÃO SATURADAS

Cristina de Hollanda Cavalcanti Tsuha¹, Malcom Barbosa Bispo²

Departamento de Geotecnia da EESC- USP, chctsuha@sc.usp.br

O problema da corrosão em metais enterrados tem se tornado cada vez mais importante no setor elétrico visto que as fundações em estacas de aço têm sido muito utilizadas em torres de linhas de transmissão de energia elétrica. O nível de agressividade da corrosão enterrada depende de alguns parâmetros do subsolo de instalação da fundação, tais como: tipo de solo, resistividade, pH, potencial redox, permeabilidade, teor de umidade, variação sazonal do nível do lençol freático e quantidade de sais no solo. De acordo com as condições do subsolo deve-se definir se existe necessidade ou não de proteção especial contra a corrosão, e também qual técnica de proteção é a mais adequada. Alguns trabalhos internacionais foram desenvolvidos almejando-se relacionar as propriedades dos solos com as taxas de corrosão experimentadas por estacas metálicas cravadas, no entanto existe pouca informação de processos corrosivos desenvolvidos em solos tropicais, presente em boa parte do nosso território, e especialmente em estacas metálicas helicoidais, que são as mais frequentemente utilizadas como fundação de torres de linhas de transmissão de energia elétrica. Portanto, nesta palestra são discutidos alguns aspectos relevantes do subsolo de instalação de estacas helicoidais que devem ser controlados e avaliados para se evitar problemas de corrosão excessiva.

¹ D.Sc.- Engenheira Civil - Departamento de Geotecnia da EESC - USP

² Engenheiro Civil - Departamento de Geotecnia da EESC- USP

[Voltar ao índice](#)

AVALIAÇÃO DA BIOCORROSÃO EM ESTRUTURAS METÁLICAS ENTERRADAS

Walter Cravo Jr.¹, Marcia Lutterbach², Bianca Napolini³, Ana Lucia Chaves de Oliveira⁴

Instituto Nacional de Tecnologia, walter.cravo@int.gov.br

A biocorrosão é um fenômeno que ocorre em diferentes indústrias e está associada à atividade de microrganismos que induzem e/ou aceleram as reações eletroquímicas de dissolução metálica. Estruturas metálicas enterradas estão sujeitas ao fenômeno da biocorrosão, principalmente em solos com características que propiciem o desenvolvimento de microrganismos conhecidamente indutores deste fenômeno. Os principais grupos participantes são as bactérias redutoras de sulfato (BRS) e as ferrobactérias. O Laboratório de Biocorrosão e Biodegradação (LABIO) vêm realizando diversas pesquisas com o objetivo de avaliar a atividade dos principais grupos bacterianos que atuam na biocorrosão em diferentes ambientes. Em uma dessas pesquisas, foi avaliada a biocorrosão em estruturas de aço carbono enterradas em solo. Os resultados obtidos permitiram concluir que para todos os potenciais aplicados, a proteção catódica foi eficaz para evitar corrosão generalizada, mas não foi suficiente para impedir a corrosão localizada. Este trabalho evidenciou a necessidade do estudo da biocorrosão em estruturas enterradas. A compreensão deste fenômeno pode levar a redução de custos relacionados às plantas produtoras, dutos, linhas de transmissão, entre outros.

O LABIO é um dos laboratórios da divisão de corrosão do Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e apresenta uma estrutura física e de pessoal que o capacita a realizar estudos na área de biocorrosão e biodeterioração nos diferentes setores que são afetados por esses fenômenos. A equipe é composta por técnicos com graduação, mestrado e doutorado com experiência nas áreas de microbiologia aplicada, biologia molecular, química e eletroquímica.

¹ D.Sc. – Engenheiro Químico - INT

² D.Sc. – Bióloga - INT

³ M. Sc. – Engenheira Sanitária e Ambiental - INT

⁴ Bióloga – INT

[Voltar ao índice](#)

ESTUDO DA CORROSÃO ATMOSFÉRICA DOS AÇOS PATINÁVEIS, CARBONO E INOXIDÁVEIS EXPOSTOS EM SITE DE UMA TERMOELÉTRICA NO CEARÁ

Valeria S. dos Santos¹, Úrsula C. Pereira², Rogério A. Carneiro³, Adriana de Oliveira S. Leite⁴, Walney S. Araújo⁵

Laboratório de Pesquisa em Corrosão – LPC, wsa@ufc.br

Os aços patináveis são ligas com propriedades anticorrosivas por desenvolverem, ao longo do tempo, uma camada de óxido compacta e pouco porosa capaz de diminuir a degradação do substrato. Ainda assim, o material não está livre da corrosão, sendo o processo complexo e sujeito à ação do intemperismo e contaminantes presentes na atmosfera. Na tentativa de compreender a ação dos contaminantes frente aos aços patináveis (USISAC 300M, aço experimental com resistência extra à corrosão atmosférica marinha, e USISAC 350), aço carbono (ASTM A36) e aço inoxidável (304), avaliações de corrosão estão sendo feitas objetivando caracterizar, classificar e mapear a corrosividade em usina termelétrica do Pecém (Ce). Para isso, os referidos materiais foram avaliados mensalmente, durante 15 meses, quanto à perda de massa e taxas de deposição de íons cloreto (Cl⁻), particulados e SO₂. Em relação aos contaminantes atmosféricos foi constatado que as estações 1 e 6 obtiveram os maiores índices de (Cl⁻), quanto a taxa de SO₂ destaca-se a estação 1 como maior. Quanto à perda de massa dos materiais estudados, foi observado que os aços inox 304 apresentaram categoria da corrosividade C1 (0,38 g/m²/ano), os aços USISAC 300M e USISAC 350, categoria C2 (0,17 µm/ano e 0,20 µm/ano), respectivamente, enquanto os aços carbono C5 (145 µm/ano). Os patináveis apresentaram desempenho moderadamente superior nos testes propostos, tendo desempenho superior ao aço ASTM A36 em todas as 6 estações avaliadas.

O Laboratório de Pesquisa em Corrosão da UFC desenvolve pesquisa aplicada em proteção contra corrosão, atende setores industriais e outros, na realização ensaios de corrosão para verificação de desempenho e caracterização de materiais e, executa serviços de consultoria em pintura, tratamento de superfície e inibidores de corrosão. O laboratório conta com equipamentos específicos para atendimento a normas e periféricos de preparação de amostras.

¹ Pós graduanda, Engenheira Metalurgista - UFC

² Pós graduanda, Química – UFC

³ MSc, Especialista Pleno, Engenheiro Químico – Usiminas

⁴ Doutora, Química Industrial – UNIFOR/ UFC

⁵ Doutor, Engenheiro Químico - UFC

[Voltar ao índice](#)

FURO CAUSADO POR CORROSÃO DEVIDO À AERAÇÃO DIFERENCIAL EM TUBULAÇÃO DO SISTEMA DE GALÉRIAS DA ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO PRINCIPAL DA USINA NUCLEAR DE ANGRA 2

Luciano Zadorosny¹, Vinícius Rodrigues²

Eletrobras Eletronuclear, luczo@eletronuclear.gov.br

Durante atividades de inspeção no edifício de tomada d'água do mar para os sistemas de refrigeração da usina Nuclear de Angra 2, foram verificadas indicações de corrosão numa tubulação do Sistema de Galerias de Água de Refrigeração Principal. Esta tubulação é fabricada em aço carbono revestido e é parcialmente engastada no concreto do piso da sala. Com isso, foi solicitada a remoção concreto ao redor das tubulações para inspeção mais apurada, a qual evidenciou a ocorrência do fenômeno de corrosão por aeração diferencial e, portanto, foi realizada uma análise para mitigação do problema. O mecanismo de corrosão por aeração diferencial pode ser encontrado em qualquer componente parcialmente enterrado que não esteja imune à oxidação, como por exemplo tubulações de aço carbono e estruturas de linhas de transmissão. Considerando que esta configuração é comum nas usinas geradoras e linhas de transmissão de energia elétrica e que este mecanismo pode causar prejuízos consideráveis, sua divulgação torna-se relevante para a indústria do setor elétrico brasileiro. Após o evento três outros tubos foram encontrados com significativa perda de espessura causada por este fenômeno de corrosão. Com isso, os tubos serão substituídos e um estudo está em avanço para especificação de um revestimento que minimize as consequências deste fenômeno.

¹ Engenheiro Mecânico - Eletronuclear

² Engenheiro Mecânico - Eletronuclear

[Voltar ao índice](#)

AVANÇOS OBTIDOS COM REVESTIMENTOS INTELIGENTES COM PODER DE AUTORREPARAÇÃO

Idalina Vieira Aoki¹

Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da USP, idavaoki@usp.br

Os revestimentos são aplicados sobre superfícies com finalidades decorativas, de proteção contra a corrosão e funcional, mas na maioria dos casos é uma combinação das três. Um conceito atual e importante é o dos revestimentos com poder de autorreparação (self-healing) que contêm aditivos que proporcionam que o filme polimérico seja refeito no local do defeito, ou que contenham inibidores de corrosão que atuarão na área de defeito do revestimento. Uma das estratégias para se obter os revestimentos com efeito de autorreparação é a micro ou nano encapsulação de agentes ativos em cápsulas poliméricas contendo parede e interior (core-shell) onde são encapsulados agentes como monômeros, óleos essenciais, fragrâncias, biocidas, inibidores de corrosão e corantes, bem como o uso de nano/microcápsulas sintéticas (sílicas mesoporosas) ou naturais (algumas argilas como a haloisita, hidrotalcita, montmorilonita e bentonita). As nano/microcápsulas são incorporadas no revestimento durante sua formulação ou aplicação e permitirão a saída controlada dos agentes ativos de acordo com o estímulo externo para sua saída como a variação de pH, variação de temperatura, dano mecânico, radiação e outros. Neste trabalho serão apresentados os mais recentes avanços nos revestimentos autorreparadores, bem como as possibilidades de uso desses revestimentos no setor elétrico. Serão também apresentados os resultados de ordem prática como os de exposição dos corpos de prova pintados em câmara de ensaios cíclicos e de exposição em estações de corrosão atmosférica em ambientes urbano e industrial-marinho.

¹D. Sc. – Química – EPUSP

[Voltar ao índice](#)

CONTROLE DA INFESTAÇÃO DE MEXILHÃO DOURADO POR INDUÇÃO GENÉTICA DA INFERTILIDADE

Mauro de Freitas Rebelo¹, Juliana Alves Americo², Milica Markovic³, Marcela Uliano da Silva⁴, João Gabriel Rodinho Nunes Ferreira⁵

Bio Bureau Biotecnologia, mauro.rebelo@biobureau.com.br

Estamos desenvolvendo tecnologia para criar uma ferramenta para controlar, de maneira definitiva, a infestação por Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei*). O projeto teve início em 2017 com um contrato entre a CTG Brasil e a Bio Bureau, no âmbito do P&D ANEEL, para o desenvolvimento de um organismo geneticamente modificado para induzir a infertilidade em seus descendentes. A expectativa é de ter um protótipo funcional em menos de 5 anos. Com base no genoma do Mexilhão Dourado, sequenciado pelo nosso grupo em 2017, buscamos genes relacionados a reprodução por métodos *in silico* (bioinformática) para serem silenciados no decorrer da pesquisa. Já foram identificados 26 genes alvo. Utilizaremos recombinação homóloga CRISPR-Cas9 para modificar o genoma de embriões de mexilhões e desenvolver um sistema de gene-drive (herança super-mendeliana) que dissemine a modificação pela população: uma F1 com indivíduos heterozigotos para o alelo da infertilidade e indivíduos estéreis (homozigotos para o alelo da infertilidade) na F2. As próximas fases (em andamento) envolvem tanto a validação de genes alvo, como também o desenvolvimento e validação de ferramentas e métodos para a modificação genética de Mexilhão Dourado.

A Bio Bureau é uma sociedade limitada, fundada em 2009 por cientistas, spin-off do Laboratório de Biologia Molecular Ambiental (BioMA), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Trabalha em parceria com universidades e outras PMEs em todo o mundo para criar as soluções para o desenvolvimento sustentável.

¹ D.Sc. – Biólogo – Bio Bureau Biotecnologia / Universidade Federal do Rio de Janeiro

² D.Sc. – Bióloga – Bio Bureau Biotecnologia

³ D.Sc. – Engenheira Química – Bio Bureau Biotecnologia

⁴ D.Sc. – Bióloga – Universidade Federal do Rio de Janeiro

⁵ S.B. – Biólogo – Universidade Federal do Rio de Janeiro

[Voltar ao índice](#)

RECUPERAÇÃO DE FUNDAÇÕES DE TORRES DE LINHAS DE TRANSMISSÃO – CASOS ESPECIAIS

Wendell Porto de Oliveira¹

FURNAS, wendell@furnas.com.br

O objetivo deste trabalho é apresentar alguns casos relacionados à corrosão de fundações de torres de linhas de transmissão, vivenciados em FURNAS nos últimos anos. Os casos em tela apresentam situações onde soluções específicas tiveram de ser implementadas. Em algumas ocasiões, utilizando-se abordagens pouco convencionais, em função de necessidades técnicas e operacionais. Nesse contexto, o arcabouço técnico proporcionado pelos treinamentos sobre corrosão ministrados pelo CEPEL, assim como as Normas Eletrobras de Pintura Anticorrosiva, possuem importante papel, auxiliando técnicos e engenheiros de linhas de transmissão na análise de problemas e definição de soluções.

¹D.Sc. – Engenheiro Mecânico - Diretoria de Operação e Manutenção | Superintendência de Planejamento e Engenharia da Manutenção | Gerência de Linhas de Transmissão – FURNAS

[Voltar ao índice](#)

SUBSTITUIÇÃO DE BASES E FUNDAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS AUTOPORTANTES, EM LT ENERGIZADA, UTILIZANDO SUPORTE AUXILIAR AJUSTÁVEL

Forlan Godoi C Fontes¹, José Francisco Dias², Roni Januário da Silva³

Cemig GT, forlan@cemig.com.br

Esse trabalho trata-se de uma das rotinas da equipe de manutenção de LT's de Ipatinga-MG, sendo a alternativa restante quando os métodos anticorrosivos não alcançam o resultado esperado e os componentes da base/fundação que estão em contato direto com o solo encontram-se em estado avançado de corrosão. Caso não haja a intervenção de manutenção de forma eficiente, na substituição dos componentes citados, poderá ocorrer o colapso da estrutura devido ao “enfraquecimento” da mesma causado pela corrosão. Diante da necessidade de substituir os componentes corroídos de forma que mantenha a estrutura dentro dos padrões de projeto, garantindo a integridade da estrutura, segurança de pessoas e evitando perdas por indisponibilidade das LT's é que foi desenvolvido o método utilizando o Suporte Auxiliar Ajustável. Essa ferramenta, em consonância com a metodologia correta, pode ser utilizada em estruturas metálicas autoportantes, de suspensão ou ancoragem, e tem o objetivo de padronizar a sistemática de trabalho das equipes de manutenção de LT's na substituição dos componentes afetados, estando a linha energizada, mesmo em lugares sem acesso para veículos. Tal padronização visa otimizar e garantir a eficiência dos serviços e proporcionar maior segurança às pessoas e instalações envolvidas, alinhado à sustentabilidade do negócio.

Os autores trabalham na equipe de manutenção de linhas de transmissão da Cemig GT com sede em Ipatinga – MG, nas tensões de 230 a 500kV nos métodos: desenergizado, energizado, linha viva à distância e ao potencial, com tempo de experiência nesses trabalhos variando de 18 a 29 anos. Já participaram da substituição de componentes de fundação de mais de 100 torres.

¹ Forlan Godoi C Fontes – Técnico sistemas eletromecânicos – Cemig GT

² José Francisco Dias - Técnico sistemas eletromecânicos – Cemig GT

³ Roni Januário da Silva - Técnico sistemas eletromecânicos – Cemig GT

[Voltar ao índice](#)

AÇOS INOXIDÁVEIS, A SOLUÇÃO PARA AMBIENTES COM CORROSÃO E/OU DESGASTE

Adolfo Kalergis do N. Viana¹

Aperam South America, adolfo.viana@aperam.com.br

A falta de conhecimento das propriedades dos vários tipos de aços inoxidáveis, tais como, as de resistência à corrosão, mecânicas, ao desgaste, dentre outras, é uma das razões que prejudicam a utilização mais intensiva destes materiais. Não é aceitável, que em instalações industriais de grande porte, alguns equipamentos passem por intervenções corretivas previstas a cada 3 ou 4 meses. Fica óbvio que, nestes casos, os materiais destes equipamentos não estão corretamente especificados. O objetivo deste trabalho é apresentar, para o setor elétrico, alguns casos de sucesso obtidos pela substituição dos aços-carbono, ou outros materiais, por aços inoxidáveis. Serão apresentados os casos de sucesso do uso de aços inoxidáveis nos setores do agronegócio, açúcar e álcool, mineração, óleo e gás e no automotivo. Cada um destes segmentos de mercado requisitam diferentes propriedades dos materiais. Isso permitirá o entendimento da metodologia técnico-econômica utilizada para se definir o material mais adequado. Dessa forma o setor elétrico será estimulado a pensar quais seriam as possíveis aplicações de aços inoxidáveis.

A Aperam é um player global em aços inoxidáveis, especiais elétricos e ligas de níquel com capacidade para produzir 2,5 milhões de toneladas de aços planos inoxidáveis. São 30 escritórios de vendas em todo o mundo com suporte ao cliente, 19 centros de serviços, incluindo 10 plantas e instalações de transformação, e cerca de 9.800 empregados.

¹M. Sc., Engenheiro Químico – Aperam

[Voltar ao índice](#)

ASPERSÃO TÉRMICA COMO TÉCNICA DE MANUTENÇÃO E SUAS APLICAÇÕES PARA O SETOR ELÉTRICO

Guilherme W. Bungner¹

VGK Engenharia e Comercio Ltda, gwb@vgk.com.br

O objetivo deste trabalho é apresentar as técnicas e processos de Aspersão Térmica como recurso e ferramenta de Engenharia de Manutenção para reparos e otimização de equipamentos e seus componentes. A relevância para o setor elétrico é significativa, visto que com a utilização da tecnologia de Aspersão térmica a resposta para o tempo de reparo de equipamentos e componentes é bastante reduzida quando comparado com outros processos de reparo e até mesmo com o prazo de aquisição de componentes novos. A experiência técnica desenvolvida permite que uma seleção adequada do processo de deposição por Aspersão Térmica em conjunto com a deposição de ligas específicas sejam capazes de promover a recuperação dimensional e agregar características específicas de dureza superficial, resistência a abrasão, resistência a corrosão em condições severas de meio e temperatura, proporcionando significativo aumento da vida útil operacional do equipamento ou componente. É importante ressaltar que a viabilidade do reparo por técnicas de Aspersão Térmica depende de uma prévia avaliação do estado do equipamento ou componente e da condição operacional que o mesmo é submetido.

Guilherme W, Bungner é Engenheiro Mecânico formado pela Universidade Santa Úrsula – Rio de Janeiro com mais de 30 anos de experiência em reparos de equipamento rotativos. Como diretor técnico da VGK Engenharia é o responsável pelo desenvolvimento dos processos de Aspersão Térmica aplicada a manutenção e reparos de equipamentos e componentes dos mais diversos setores da Indústria.

¹Engenheiro Mecânico – VGK Engenharia Ltda

[Voltar ao índice](#)

REVESTIMENTOS MONOCAMADA VpCI ALUMÍNIO DE LONGA DURABILIDADE “NANO TECNOLOGIA DE INIBIDORES DE CORROSÃO POR VAPOR ”

Domingos Zampol Junior¹, Jose Luiz de Almeida Pedrosa²

Presserv do Brasil Ltda, domingos.zampol@presservbrasil.com.br

Objetivo: Redução do tempo e do número de reparos em torres de transmissão elétrica em função da facilidade de aplicação monocamada e durabilidade dos revestimentos VpCI alumínio contendo a Nano Tecnologia de Inibidores de Corrosão por Vapor (Vapor phase Corrosion Inhibitor). Revestimentos monocamada de alta performance são sempre uma ótima opção custo-benefício para proteção contra corrosão. A Nano Tecnologia de Inibidores de Corrosão por Vapor, protegem com uma fina barreira protetora monomolecular sobre a superfície metálica abaixo do filme de tinta seco. Essa barreira se recupera com ação autocorretiva, e pode ser combinada com outras propriedades funcionais para proteção adicional em função das condições de exposições ambientais, quer sejam, maresia ou subterrâneas alagadas. Os vapores do inibidor de corrosão formam uma ligação física na superfície do metal, criando uma camada de barreira contra os íons agressivos causadores da corrosão, bem como, não permitindo o contato do metal com o oxigênio e a umidade. Serão abordados os revestimentos destinados a áreas abertas e desprotegidas utilizando Tintas Acrílicas VpCI com Alumínio para até 7 anos, bem como, revestimentos destinados a áreas subterrâneas sujeitas a alagamento, utilizando Tintas de Poliuretano VpCI mono componentes com Alumínio para até 15 anos. Redução do tempo e facilidade de pintura por ser monocamada, redução do volume de tinta em função de finas espessuras de camadas, longa durabilidade resultado em ótimo custo benefício evitando-se futuras necessidades de reparo antes dos novos períodos previstos de manutenção. Revestimentos tradicionais versus Revestimentos com “Nano Tecnologia de Inibidores de Corrosão por Vapor”.

Empresa: Presserv AS, uma empresa norueguesa fundada em 1996, que é líder mundial na área de preservação e conservação de plataformas marítimas de exploração e produção de petróleo e empresas de energia.

¹ Engenheiro Mecânico – NACE CIP 01 Member 647081 – Presserv do Brasil

² Químico – Presserv do Brasil

[Voltar ao índice](#)

PINTURA DE ESTRUTURAS METÁLICAS EM ÁREA DE MANGUE E POLUIÇÃO INDUSTRIAL DE ALTA AGRESSIVIDADE

Bartolomeu Neves Cordeiro¹, Cristina da Costa Amorim²

ELETOBRAS CHESF, bartonc@chesf.gov.br

As estruturas da linha de transmissão em 230 kV Rio Largo / Braskem, implantadas na região da Lagoa do Mundaú, município de Maceió, estado de Alagoas, está localizada nas proximidades da fábrica Braskem, empresa do setor químico e petroquímico cujos resíduos tem contribuído para a agressividade do meio ambiente, além da poluição marinha do local, pela proximidade com o mar. É nesse ambiente onde estão implantadas 8 estruturas metálicas, sendo as duas estruturas do cruzamento da Lagoa Mundaú, cada uma com 84 metros de altura, 25 toneladas e 1.250m² de área. Essa é uma área de mangue e o acesso às estruturas só é possível com o uso de barcos. O histórico de pintura dessas estruturas, com 1 demão do mastique alumínio e 2 demãos de poliuretano acrílico alifático, tem mostrado que a partir de 5 anos se inicia novamente o processo de corrosão, principalmente nas estruturas mais próximas da Braskem. Um custo bastante alto, com risco da estabilidade das estruturas devido à velocidade da evolução da corrosão e, além disso, tratar-se de um consumidor industrial, portanto, de difícil desligamento. Das 8 estruturas nessa área existem estruturas que foram pintadas há aproximadamente 23 anos, com a tinta de acabamento DESMODUR / DESMOPHEN, e que ainda está protegendo o substrato. A pintura está com empoucamento, com pontos de corrosão nas esquinas das peças e parafusos, porém, apresenta ainda uma boa continuidade em toda extensão da área pintada. Esse esquema de pintura (DESMODUR / DESMOPHEN) é, em princípio, mais caro dos que são utilizados normalmente para áreas marítimo – industriais. Considerando altos custos envolvidos devido à dificuldade de acesso, o meio de transporte usado e também a altura de algumas estruturas, acredita-se que os custos iniciais da pintura com esse esquema se tornará menor, ao longo do tempo, pela longevidade da sua proteção. Entendemos, assim, que para as áreas com alta agressividade ou com custos preliminares altos, a pintura com tinta de acabamento DESMODUR / DESMOPHEN é bastante vantajosa.

¹Engenheiro Eletricista – ELETOBRAS CHESF

²M. Sc.- Química Industrial – Cepel

[Voltar ao índice](#)

PINTURA DE AÇO ZINCADO PELO PROCESSO DESCONTÍNUO DE IMERSÃO A QUENTE (AÇO GALVANIZADO) - FATORES IMPORTANTES A SEREM CONSIDERADOS

Fernando Fragata¹, Heron Mendes², Celso Gnecco³, Fábio Krankel⁴

fragata200@gmail.com

Os revestimentos de zinco constituem-se numa das técnicas mais eficazes e utilizadas de proteção do aço-carbono contra à corrosão atmosférica. Neste sentido, o aço zincado pelo processo de imersão a quente (AZIQ), popularmente conhecido como aço galvanizado, é um dos materiais de construção mais utilizados, especialmente no setor elétrico brasileiro. Porém, em locais de elevada agressividade atmosférica, por vezes torna-se necessária a aplicação de um esquema de pintura sobre o referido material, com o objetivo de tornar mais eficiente o sistema de proteção do aço-carbono. A combinação dos dois sistemas de proteção (galvanização + pintura) é mundialmente conhecida como sistema duplex. O resultado desta combinação é um efeito sinérgico onde a proteção anticorrosiva do sistema final é superior à soma da proteção de cada sistema isoladamente. Da mesma forma que há uma concordância a respeito das vantagens do sistema duplex em atmosferas de elevada agressividade, existe um consenso sobre a dificuldade de obtenção e manutenção da aderência, dentro de um grau satisfatório, entre a pintura e o aço galvanizado. Inúmeros casos de falhas prematuras têm sido observados em aço galvanizado pintado em função de diversos fatores. As falhas prematuras que mais se observam são: o simples descascamento da pintura e o descascamento associado com a corrosão do ferro das fases intermetálicas da camada de galvanização ou até mesmo do substrato de aço-carbono. Neste trabalho serão apresentados e discutidos diversos fatores importantes a respeito da pintura de aço zincado pelo processo descontínuo de imersão a quente, com o objetivo de se reduzir, ou até mesmo eliminar, os riscos de falhas prematuras no sistema duplex.

¹Consultor técnico da SMARTCOAT

²Consultor técnico em proteção anticorrosiva

³Gerente de treinamento técnico (Sherwin Williams)

⁴Chefe de Serviço a Cliente (WEG Tintas)

[Voltar ao índice](#)

ISO 12944 NA PINTURA DE GALVANIZADOS, O QUE MUDOU NA REVISÃO 2017/2018

Celso Gnecco¹, Felipe Fredo Naciuk²

Sherwin Williams, celso@sherwin.com.br

Há alguns anos a norma ISO 12944 vem sendo utilizada pela indústria e principalmente por quem usa tintas e sistemas anticorrosivos e cada vez adquirindo maior importância por ser bastante abrangente e muito útil para quem quer uma referência de normas internacionais consagradas. Empresas Públicas ou Privadas, Empresas de Engenharia ou Departamentos de Engenharia de Empresas se valem das classificações das categorias de ambientes agressivos na Parte 2 e dos sistemas de pinturas existentes na Parte 5, para ter uma garantia de serem adequadas. Elas foram elaboradas por técnicos de empresas usuárias, fabricantes de tintas anticorrosivas e entidades de normalização do mundo todo, que se reúnem na sede da ISO – International Standardization Organization em Genebra na Suíça produzindo normas de caráter internacional e com a globalização cada vez maior, têm grande importância por serem idôneas e respeitadas. Há alguns anos, as 8 partes da norma ISO 12944 “pararam” no tempo, visto que desde 1998 não sofreram nenhuma revisão, exceto a Parte 5 que foi revisada em 2007 e a tecnologia de tintas e revestimentos neste período evoluiu muito. Por isso, a revisão de 2017/2018 foi muito bem recebida. As mudanças em cada parte compreendem exclusões de trechos, atualizações de alguns itens, adições de outros e o texto na maioria das partes foi revisto editorialmente. Foi acrescentada uma nova parte, a Parte 9. O que pretendemos nesta apresentação é mostrar um resumo das principais alterações sofridas nesta revisão da norma ISO 12944 e principalmente os sistemas de pintura para Galvanizados constantes da Parte 5.

¹Gerente de Treinamento Técnico da Sherwin-Williams – Unidade Sumaré

²Inspetor ABRACO N-2/NACE N-3, Assistente Técnico da Sherwin-Williams – Porto Alegre/RS

[Voltar ao índice](#)

REPAROS EM SISTEMAS DE PINTURA EXTERNA COM REVESTIMENTOS DE ALTA ESPESSURA – AÇÕES QUE DÃO MAIS EFICIÊNCIA E DURABILIDADE AOS SERVIÇOS DE CAMPO

Diego G. Hita¹, Fabrício Mello Freire²

HITA Comércio e Serviços Ltda, diego@hita.com.br

Um dos maiores problemas para reparo de pinturas e revestimentos, principalmente em áreas críticas, e a tentativa de fazer a aplicação sobre picos e vales (alvéolos, pites) ou cantos vivos, sem dar atenção especial que estas áreas merecem. Neste trabalho, apresentamos soluções baseadas no uso de produtos “surface tolerant”, que tem permitido eliminar definitivamente os problemas de reparos de pintura nas áreas críticas, sem necessidade de paradas operacionais nem de uso de sistemas sofisticados de preparação de superfície. A nossa prática tem nos levado à convicção de que, para podermos obter sucesso nos reparos de revestimento em campo, é obrigatório eliminar pontos de tensionamento dos revestimentos. A forma de conseguir eliminar o tensionamento é preencher alvéolos e irregularidades usando massa epóxi. Compartilharemos casos reais onde fica caracterizado que a prática de suavizar as irregularidades antes de aplicar os revestimentos ou pinturas tem eliminado os problemas de corrosão atmosférica, podendo ser aplicado para reparos em grandes centros ou em locais afastados, evitando retrabalhos e perdas de ativos. A nova tecnologia em materiais poliméricos fortalece a nossa convicção, pois levou ao desenvolvimento de produtos grau pastoso à base de epóxi sem solvente curados copoliaminas, sem necessidade de uso de mercaptanas ou isocianatos (que são sensíveis a água ou umidade), que podem ser aplicados sobre superfícies contaminadas e até mesmo subaquáticas, o que facilita alguns dos requisitos típicos de preparação da superfície. Estes materiais são eficazes no deslocamento de contaminantes do substrato através de uma forte afinidade eletrônica com o substrato metálico, permitindo que o epóxi penetre no perfil e crie uma forte ligação mecânica, mesmo em superfícies preparadas com SSPC-SP 11 ou até, com escova de aço.

¹M. Sc., Engenheiro Químico – Diretor Técnico HITTA

²Eng. Mecânico – Gerente Técnico HITTA

[Voltar ao índice](#)

DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTOS DE SILICONE PARA USO E MANUTENÇÃO NO SETOR ELÉTRICO

Douglas Batista¹, Enrique Rodney Troncoso Irrarazabal², Matt Saunders³

CSL Silicones Inc., dbatista@cslsilicones.com

A filosofia básica por trás do desenvolvimento de revestimentos anti-corrosivos de silicone para uso no setor elétrico é oferecer maior flexibilidade nos processos de manutenção preditiva e preventiva. A minimização da necessidade de preparação de superfície e as excelentes propriedades de adesão aos diferentes substratos, incluindo metais já em processo de corrosão, trazem vantagens inquestionáveis para os processos de manutenção no setor elétrico. Serão demonstrados exemplos de aplicação e resultados de ensaios de corrosão em campo, segundo método ISO 20340, comparativamente aos revestimentos tradicionalmente utilizados pelo setor elétrico. Este estudo permitiu o desenvolvimento de revestimentos de silicone RTV com excelente adesão aos metais em estado natural. A versatilidade na aplicação, neste caso, também significa a redução de riscos, redução do impacto ao meio-ambiente e a redução significativa dos custos associados aos processos de paradas de máquina durante certos processos de manutenção no setor elétrico. Vale lembrar: uma vez que silicones apresentam desempenho à exposição natural diferentemente da exposição acelerada, alguns métodos atualmente empregados não refletem o real desempenho destes materiais em campo. Estas e outras barreiras técnicas podem ser derrubadas apenas através da reavaliação de normas e procedimentos, visando a avaliação de novos materiais e processos, para o controle da corrosão do setor elétrico brasileiro.

Douglas Batista tem mais de 15 anos de experiência em projetos de P&D para o setor elétrico no Brasil e desde 2014 vem trabalhando no Canadá com desenvolvimento de revestimentos de silicone. Enrique Troncoso é especialista em revestimentos para proteção de isoladores. Matt Saunders tem vasta experiência internacional em revestimentos anticorrosivos e possui certificação NACE como Tecnólogo em Corrosão. CSL Silicones é líder mundial em silicones RTV para isoladores de alta voltagem.

¹M.Sc./MBA – Químico e Mestre em Engenharia de Materiais – CSL Silicones Inc.

²M.Sc. – Mestre em Química – CSL Silicones Inc.

³Tecnólogo/NACE – Tecnólogo em Corrosão – CSL Silicones Inc.

[Voltar ao índice](#)

TECNOLOGIA POLIASPÁRTICA: O PRÓXIMO NÍVEL DE PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO

Thomas Schüttler¹, Dr. Matthias Wintermantel, Thomas Bäker

Covestro, thomas.schuetzler@covestro.com

A química dos revestimentos poliaspárticos, introduzida pela primeira vez no início dos anos 90, é hoje uma tecnologia de ponta bem estabelecida. É baseada na reação de um poli-isocianato alifático com um éster poliaspártico, que é uma diamina também alifática. Estes são os principais componentes que, ao reagirem, formam revestimentos de baixo ou quase zero VOC. A reatividade única e ajustável dos ésteres poliaspárticos permite a formulação de revestimentos de cura rápida, atendendo as necessidades da aplicação. A secagem rápida, em combinação com a alta espessura de filme, pode proporcionar melhorias significativas na produtividade, economizando dinheiro e tempo, já que o número total de camadas aplicadas pode ser reduzido. Além disso, a tecnologia de revestimentos poliaspárticos proporciona cura a baixa temperatura e excelente resistência à abrasão e à corrosão. Devido ao seu perfil de propriedades ímpares, os revestimentos poliaspárticos são hoje utilizados em uma grande variedade de aplicações, tais como : revestimentos para torres de aço e concreto, pás de rotor de dispositivos de energia eólica, revestimentos de proteção para estruturas de aço, pontes, ACE e aplicações em pisos. Estes revestimentos são tipicamente aplicados por rolo, pincel e pulverização airless a temperaturas ambientes. Isso abre uma gama completamente nova de processos de aplicação para a tecnologia poliaspártica. Desde 2018, os revestimentos poliaspárticos também foram aprovados como acabamento em aplicações de proteção contra corrosão, conforme normatização ISO 12944. Esta apresentação dará uma visão geral sobre a tecnologia poliaspártica e uma atualização sobre desenvolvimentos e ensaios.

Thomas Schüttler is working since 39 years at Bayer, respectively at Covestro and started his career as a laboratory assistant in 1979. Since 1990 he is working in the area of product development for corrosion protection applications. In 2005 he became a Paint Inspector and in 2013 he took over the responsibility as lab manager for corrosion protection and is responsible for the product development for corrosion protection systems. He is member of the standardization group DIN EN ISO 12944 WG 5 and WG 6.

¹Covestro Deutschland AG, Unidade de Negócio CAS, Leverkusen

[Voltar ao índice](#)

REVESTIMENTO EPOXI NOVOLAC DE ALTO DESEMPENHO À CORROSÃO PARA APLICAÇÃO EM SUPERFÍCIES FERROSAS PREPARADAS POR MEIO DE FERRAMENTAS MECÂNICAS, NOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Amelia Bublitz Spengler¹, Eder Dirceu Dela Justina², Thiago Elias Bastos³

Paumar Ind & Com., ameliab@weg.net

O objetivo deste trabalho é verificar o desempenho anticorrosivo de um revestimento epóxi mastique convencional comparativamente a um epóxi novolac quando aplicado sobre preparo de superfície realizado por meio de ferramentas mecânicas ao padrão St3 (ISO 8501-1). É sabido que o preparo de superfície é um fator muito relevante para o sucesso efetivo no processo de manutenção industrial. Na grande maioria dos casos, o único tratamento de superfície possível de se realizar na manutenção é o preparo de superfície realizado por meio de ferramentas mecânicas, como evidenciado no setor elétrico. Desta forma é preciso verificar a eficiência do esquema de pintura, submetendo-o a ensaios de corrosão, aderência, dentre outros. Neste sentido, apresentam-se os resultados obtidos nos ensaios realizados os quais permitiram avaliar a resistência anticorrosiva dos produtos acima citados. Pelos resultados obtidos, pode-se verificar que a escolha adequada do revestimento anticorrosivo poderá prolongar a proteção anticorrosiva, espaçando desta forma as manutenções programadas.

Em conjunto com as demais empresas do grupo oferecemos soluções industriais integradas. São mais de 30 anos de experiência no mercado de tintas. Hoje a WEG Tintas é líder no mercado nacional em Tintas em Pó, Vernizes de esmaltação e impregnação e estamos entre os maiores fabricantes de tintas industriais, anticorrosivas, marítimas e de repintura automotiva do Brasil.

¹B.ela - Química - Paumar Ind. & Com

²B.el - Químico - Paumar Ind. & Com

³Engº. - Engenheiro de Materiais - Paumar Ind. & Com

[Voltar ao índice](#)

UTILIZAÇÃO DE REVESTIMENTO POR ENCLAUSURAMENTO NO SETOR ELÉTRICO

Marcelo Tinoco¹, Bárbara Bravo², Renata Ramos³, Gerson Vieira⁴

TINÔCO ANTICORROSÃO LTDA, mtinoco@tinocoanticorrosao.com.br

No setor elétrico, em várias instalações, tais como torres de linhas de transmissão, subestações, painéis, dentre outras ocorrem situações geradoras de frestas e interface aço – concreto. Nestas estruturas aplica-se alguns tipos de revestimentos já consagrados como a zincagem a quente (galvanização) e a pintura anticorrosiva. Não obstante a elevada eficácia dos citados revestimentos ocorrem fragilidade na proteção anticorrosiva em locais geradores de frestas, como junções aparafusadas e interface estrutura de aço concreto, particularmente em atmosfera de média para alta agressividade categorias C4, C5, C5M e C5I. Uma solução já consagrada em vários outros setores é o enclausuramento destes locais de fragilidade com o uso de compostos elastoméricos emulsionados em água e aplicados a frio. Estes compostos têm sido utilizados para todas as condições especiais geradoras de frestas e as interfaces aço e concreto, tais como pedestais e estruturas de aço com apoio em Concreto e bases de tanques e de outros equipamentos. Apresentam como grande vantagem a elevada proteção anticorrosiva por barreira, a facilidade de aplicação e de remoção, a elasticidade/plasticidade e alto desempenho. Possuem boa aderência sobre substratos de aço carbono, aço galvanizado, aço inoxidável, alumínio e concreto. Neste trabalho apresenta-se experiências com os produtos elastoméricos e algumas aplicações previstas para o setor elétrico.

¹Administrador, CEO - TINÔCO ANTICORROSÃO LTDA.

²Engenheira Química, Comercial - IEC-INSTALAÇÕES E ENGENHARIA DE CORROSÃO LTDA.

³Engenheira Química, Gerente Comercial- IEC-INSTALAÇÕES E ENGENHARIA DE CORROSÃO LTDA.

⁴Nace Coating Inspector Level 2, Consultor Técnico – TINÔCO ANTICORROSÃO LTDA.

[Voltar ao índice](#)

PRIMEIRO SISTEMA DE PINTURA APROVADO PELA NORSOK PARA TRATAMENTO MECÂNICO E HIDROJATEAMENTO APLICÁVEL A ROLO E TRINCHA PARA MANUTENÇÃO

Rosileia Mantovani¹

Jotun, rosileia.mantovani@jotun.com.br

O objetivo deste trabalho é apresentar o primeiro sistema de pintura aprovado pela Norsok para tratamento mecânico e hidrojateamento aplicável a rolo e trincha para manutenção. Este exclusivo sistema de pintura para manutenção oferece o melhor em proteção, durabilidade e facilidade de aplicação, reduzindo custos. Até o momento, as soluções para manutenção foram tipicamente formuladas e testadas de acordo com normas para novas construções. Isto simplesmente não reflete os desafios enfrentados ao se realizar manutenção em estruturas existentes. A preparação da superfície para aplicação de tinta em campo é muito mais desafiador que na fase de construção. A má preparação pode levar ao desgaste prematuro da tinta e tempo de vida útil reduzido, resultando em um aumento da frequência de manutenção. É por isso que esse sistema de pintura, formulado especificamente para aplicação a rolo ou trincha e que cumpre os padrões mais rigorosos da indústria (NORSOK e ISO 20340), é tão importante. Ele proporciona melhor integridade da pintura, maiores intervalos de manutenção, maior eficiência e economia real de custos. É a solução ideal pela qual a indústria estava esperando. O sistema é composto por três produtos: um primer rico em zinco que reforça a vida útil do sistema reduzindo o custo de preparação de superfície e aplicação; um epoxi mastic de alta espessura, fácil de aplicar e que proporciona proteção prolongada em ambientes adversos e um acabamento polisiloxano monocomponente que oferece todos os benefícios de um acabamento polisiloxano bicomponente.

Rosileia Mantovani é formada em Engenharia Química, com MBA em Marketing. Possui 30 anos de experiência profissional na indústria de tintas, iniciando sua carreira em laboratório de pesquisa como química formuladora de tintas, atuando depois nas áreas de assistência técnica, treinamento, marketing e desenvolvimento de negócios. Atualmente é diretora técnica da Jotun, fabricante de tintas anticorrosivas, responsável pela equipe de inspeção de pintura, suporte e treinamento técnico.

¹Engenheira Química – Jotun

[Voltar ao índice](#)

FeCCor - FERRAMENTA DE CUSTO DE CORROSÃO - DEMONSTRAÇÃO DA FERRAMENTA APLICADA A UM SERVIÇO DE PINTURA ANTICORROSIVA

Filipe Batista Fontes¹, Alberto Pires Ordine², Cristina da Costa Amorim³, Elber Vidigal Bendinelli⁴, Marcos Martins de Sá⁵

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel, ma2@cepel.br

A aplicação de esquemas de pintura que ofereçam bom desempenho anticorrosivo para as estruturas metálicas do setor elétrico é uma prática bem disseminada pelas equipes de manutenção. Com o desenvolvimento de novas tecnologias e melhoria das tintas já existentes, estudos realizados pelo Cepel têm se mostrado de grande valor técnico por indicar os revestimentos de melhor performance. Entretanto, apesar de o fator desempenho ser um parâmetro fundamental, quando se trabalha com serviços de pintura anticorrosiva, há que se levar em consideração o fator econômico associado às tintas disponíveis no mercado e, conseqüentemente, seu impacto no custo final do processo de manutenção por pintura. Com isso, a equipe de corrosão do Cepel desenvolveu uma ferramenta capaz de estimar, automaticamente, os custos de um serviço de pintura, seja para uma obra nova ou de manutenção. A programação desta ferramenta foi realizada em sistema Visual Basic for Applications, de forma que possa ser utilizada como uma planilha de Excel, e baseada em um modelo matemático proposto em estudos recentes. A utilização da mesma permite ao usuário comparar o custo de diferentes esquemas de pintura em função do tamanho de sua equipe de pintura, área a ser aplicada, preço das tintas e tratamento de superfície realizado, e dessa forma oferecer maior poder de decisão ao responsável pelo serviço. Esta planilha já vem sendo utilizada com sucesso pelo Laboratório de Corrosão do Cepel em estudos e publicações recentes com objetivo de comparar diferentes revestimentos, mostrando que o seu desenvolvimento contínuo tem muito a agregar às empresas do grupo Eletrobras.

¹Engenheiro Químico - UFRJ

²D. Sc., Engenheiro Químico - Cepel

³M. Sc., Química Industrial - Cepel

⁴M. Sc., Engenheiro Químico – Cepel

⁵Técnico em Química – Cepel

[Voltar ao índice](#)

INVESTIGAÇÃO DE CORROSÃO SOB TENSÃO EM HASTE DE MOVIMENTAÇÃO DA COMPORTA DO VERTEDOIRO DA BARRAGEM DE TUCURUÍ

Davi Carvalho Moreira¹, Heloisa Cunha Furtado², Bruno Reis Cardoso², Carlos Frederico Trotta Matt³, Josélio Sena Buarque⁴, Bruno Merlin⁵, Debora Dias Costa Moreira⁶

Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A, davi.moreira@eletronorte.gov.br

Este resumo apresenta uma investigação de corrosão sob tensão (CST) em uma haste fraturada, de aço inoxidável AISI 410, da comporta do vertedouro da barragem de Tucuruí. Foi observada, na superfície da haste fraturada, intensa corrosão intergranular e trincação intergranular ao longo dos contornos de grão. A análise metalográfica, revelou uma estrutura totalmente martensítica revenida com regiões de ferrita- δ alinhadas. Os ensaios mecânicos, apresentaram uma dureza de 27 ± 2 HRC que, junto com o ambiente corrosivo, indicam susceptibilidade a CST para este aço e uma tenacidade anormalmente baixa ($6,3 \pm 1,1$ J) para um aço AISI 410, indicando que a CST pode ocorrer em condições menos severas. Estas observações, acompanhadas do efeito corrosivo da água (presença de cloro e enxofre) e a tensão máxima de tração no entalhe da haste, medida em ensaio em campo, corresponder a aproximadamente 63,7% da tensão de escoamento do material, permitiram concluir que a nucleação das trincas foi ocasionada por CST. Esta falha ocorreu devido a um tratamento térmico inadequado durante o processo de fabricação da haste, principalmente em seu revenimento, resultando em baixa tenacidade, susceptibilidade à CST, elevado teor de ferrita- δ e fragilização ao revenido. Nesta pesquisa foi recomendada a proteção contra umidade, da região crítica da haste, por adição de graxa durável e baixa fluidez.

Pesquisa realizada dentro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental (PEBGA) com incentivo financeiro da Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A (Eletrobras Eletronorte) e apoio técnico e científico do Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (Eletrobras Cepel) e Universidade Federal do Pará (UFPA).

¹MSc.- Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental - Eletrobras Eletronorte

²DSc. - Engenharia Metalúrgica e de Materiais - Eletrobras Cepel

³DSc. - Engenharia Mecânica - Eletrobras Cepel

⁴Eng^o - Engenheiro Mecânico - Eletrobras Cepel

⁵DSc. - Interação Humano-Computador - UFPA

⁶MSc. - Recursos Naturais da Amazônia – UFPA

[Voltar ao índice](#)

ESTUDO LABORATORIAL E EM CAMPO DA COMBINAÇÃO DOS MECANISMOS DE CORROSÃO GALVÂNICA E POR FRESTAS

Juliano de Andrade¹, Heloisa Nunes da Motta², Camila Melo Pesqueira³, Jean Gustavo de Andrade Ruthes⁴, Luiz Fernando Cortez⁵

Lactec, juliano.andrade@lactec.org.br

A corrosão é uma das fontes mais comuns de danos em equipamentos como os trocadores de calor presentes em termelétricas, podendo resultar em altos custos de manutenção, perda da eficiência energética e interrupção da produção. A degradação dos materiais pode ocorrer por diferentes mecanismos. A corrosão galvânica ocorre pelo contato de dois distintos metais na presença de água. Em regiões onde há fenda entre duas superfícies unidas, como no caso de flanges e zonas de solda, a corrosão é localizada por frestas. O objetivo deste trabalho foi estudar isoladamente a corrosão por frestas, a corrosão galvânica e a combinação destas duas nos aços inoxidáveis AISI 304 e 316. Os meios continham íons cloreto, sulfato e amônia a fim de simular o sistema de resfriamento da Usina Elétrica a Gás de Araucária. Foram utilizados set-ups experimentais em laboratório e em campo, específicos para cada tipo de experimento. Pelos resultados obtidos, foi demonstrado que as ligas metálicas em questão não são suscetíveis a acréscimo de corrosão devido à formação de par galvânico, nos meios estudados. Por outro lado, a presença de frestas no par galvânico agrava consideravelmente a situação corrosiva. A espécie química que mais contribuiu para o aumento de agressividade foram os íons cloreto. No entanto, a presença da amônia e sulfato amenizou o efeito do cloreto, mas sem evitar a formação de corrosão por frestas.

O Lactec realiza projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D), consultoria e prestação de serviços técnicos especializados. Sua equipe multidisciplinar possui reconhecimento nacional e internacional de competência técnica, produzindo resultados expressivos como soluções otimizadas, produtos com tecnologia inovadora, publicações científicas e registros de patentes.

¹D.Sc.- Pesquisador – Lactec

²D.Sc.- Pesquisadora – Lactec

³M.Sc.- Pesquisadora – Lactec

⁴Bolsista de Iniciação Tecnológica – Lactec

⁵Eng – Técnico de Operação – Copel

[Voltar ao índice](#)

ESTUDO E PROPOSIÇÃO DE SOLUÇÕES SINTÉTICAS DE SOLOS PARA USO EM LABORATÓRIO E AVALIAÇÃO DE CORROSIVIDADE DO AÇO CARBONO

Joseane Moreira Giarola¹, Bernardo Augusto Farah Santos², Rhuan Costa Souza³, Jefferson Rodrigues de Oliveira⁴, Patrícia Benedini Martelli⁵, José Antônio da Cunha Ponciano Gomes⁶, Alysson Helton Santos Bueno⁷

CESTEq – Centro de Engenharia de Superfícies, Tribologia e Eletroquímica -
Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ, alyssonbueno@ufs.br

A principal causa de falhas em estruturas enterradas (bases de linhas de transmissão e dutos) está associada à corrosão externa, que ocorre devido à exposição destas estruturas aos diferentes tipos de solos e níveis de corrosividade. Embora o solo seja considerado heterogêneo e de composição variada, para estudos de laboratório somente a solução NS4 é utilizada para simular um solo sintético. Neste caso, devido à diversidade de solos existentes com níveis de contaminação diferentes, torna-se necessário o desenvolvimento de soluções sintéticas para simular estes solos com diferentes níveis de corrosividade. Desta forma, este trabalho propõe diversas soluções sintéticas para uso em laboratório que abrangem uma variedade de tipos de solos com diferentes propriedades físico-químicas. As soluções foram desenvolvidas alterando as concentrações da solução padrão NS4 nas seguintes condições: desaerada, na qual foi adicionado tiosulfato de sódio para simular o ambiente anaeróbico das bactérias redutoras de sulfato; em condições aeradas para simular solos contaminados com sulfeto de hidrogênio; adicionando cloreto de sódio para simular solos em região costeira e adição de cimento para simular solos anti-corrosivos. O aço carbono apresentou maior taxa de corrosão quando exposto a soluções de cloreto de sódio e tiosulfato. Adição de 5% (m/v) de cimento foi suficiente para simular solos anti-corrosivos, nos quais ocorreu passivação.

Prof. Dr. Alysson Bueno desenvolve pesquisas na área de corrosão e materiais metálicos como professor associado do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSJ e coordenador do Centro de Engenharia de Superfícies, Tribologia e Eletroquímica (CESTEq). O CESTEq atua em trabalhos de pesquisa e consultoria nas áreas de Engenharia de superfícies, formação de filmes, tribologia, erosão, corrosão e eletroquímica.

¹M.Sc.- Engenheira Química – CESTEq – UFSJ

²Engenheiro Mecânico - CESTEq – UFSJ

³M.Sc.- Engenheiro Mecânico - CESTEq – UFSJ

⁴M.Sc.- Engenheiro Mecânico – CENPES - PETROBRAS

⁵D.Sc - Engenheira Química - CESTEq – UFSJ

⁶D.Sc.- Engenheiro Metalúrgico – COPPE - UFRJ

⁷D.Sc.- Engenheiro Mecânico – CESTEq – UFSJ

[Voltar ao índice](#)

DESENVOLVIMENTO EM LABORATÓRIO E EM ESCALA PILOTO DA TÉCNICA DE INJEÇÃO DE CORRENTE PARA INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

Elber Vidigal Bendinelli¹, Juliana Victorino Dias², Alberto Pires Ordine³, Gerson Vale de Resende⁴

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel, elbervb@cepel.br

As empresas do setor elétrico utilizam a escavação associada à amostragem, como principal técnica de inspeção do estado de corrosão de pés de torres. Porém, este procedimento tem como desvantagens a lentidão, a baixa produtividade e a mobilização de várias equipes. Nesse contexto, a técnica eletroquímica conhecida como injeção de corrente está sendo investigada como ferramenta auxiliar no monitoramento do estado de corrosão de estruturas enterradas, poupando tempo e custos nos serviços de manutenção. Este trabalho foi dividido em duas etapas: a de laboratório e a de escala piloto. Na etapa de laboratório, corpos de prova de aço galvanizado com diferentes percentagens de área exposta de aço carbono foram enterrados. Estas diferentes percentagens de aço carbono e galvanizado simulam o envelhecimento devido à corrosão do aço galvanizado em serviço. Após esta etapa, foi possível observar uma relação linear entre a densidade de corrente aplicada com a percentagem de área exposta de aço carbono, um resultado útil para estimar o real estado de corrosão de uma estrutura enterrada. Na etapa de escala piloto foi realizada a validação da técnica, com corpos de prova que estavam enterrados no solo do Cepel por mais de 3 anos e que continham diferentes relações de área entre o aço galvanizado e o aço carbono. Os resultados foram bastante positivos, constatando-se que a técnica é capaz de identificar cada porcentagem de área corroída com reprodutibilidade. Além disso, pode-se concluir que a técnica de injeção atua com mais eficiência nos corpos de prova onde há mais área exposta de aço carbono. Este resultado é de grande importância, pois esta, justamente, é a condição mais crítica do ponto de vista da corrosão.

¹M. Sc.- Engenheiro Químico - Cepel

²Química Industrial - UFRJ

³D. Sc. - Engenheiro Químico - Cepel

⁴Engenheiro Elétrico – Furnas

[Voltar ao índice](#)

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO ANTICORROSIVO DO AÇO GALVANIZADO POR IMERSÃO A QUENTE EM DIFERENTES ATMOSFERAS

Felipe Garcia Nunes¹, Elber Vidigal Bendinelli², Alberto Pires Ordine³

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel, ma2@cepel.br

O aço galvanizado produzido pelo processo de imersão à quente é um material bastante empregado no setor elétrico, por conjugar excelentes propriedades de resistência mecânica e à corrosão. Apesar deste tipo de aço ser um produto consolidado no mercado mundial, há uma carência de procedimentos normatizados para determinação da velocidade de corrosão deste material, em diferentes atmosferas. Atualmente, utilizam-se procedimentos criados para determinar a taxa de corrosão do zinco. Porém, torna-se necessária uma avaliação criteriosa dos efeitos práticos deste uso. Diante disso, o presente trabalho propõe determinar a influência de parâmetros, tais como: espessura, morfologia e teores das fases intermetálicas da camada de zinco, na taxa de corrosão do aço galvanizado quando exposto em diferentes atmosferas. Na pesquisa experimental realizada, foram utilizados corpos de prova de aço carbono galvanizado com espessuras médias de 50 e 90 μm e aço patinável galvanizado com espessura de 150 μm . As amostras foram caracterizadas com o ensaio de peso e uniformidade da camada. Os corpos de prova foram submetidos a ensaios acelerados de corrosão em câmaras de SO_2 , 100% de umidade relativa e névoa salina. As fases intermetálicas do aço galvanizado foram caracterizadas através de técnicas de microscopia ótica, voltametria anódica e dispersão de raios-X (EDS). Os produtos de corrosão dos corpos de prova foram identificados com o auxílio da técnica de difração de raios-X (DRX). Pôde-se observar que o aço carbono galvanizado com menor espessura de zinco apresentou a menor taxa de corrosão quando exposto ao ensaio de névoa salina. Os resultados dos diferentes ensaios foram complementares entre si e auxiliaram no entendimento do comportamento anticorrosivo do material estudado.

¹Engenheiro Químico - UERJ

²M. Sc.- Engenheiro Químico - Cepel

³D. Sc. - Engenheiro Químico – Cepel

[Voltar ao índice](#)

TESTE CORROSÃO EM LABORATÓRIO: REALISMO E REPRODUTIBILIDADE COM MÉTODOS MODERNOS

Aguinaldo Nabarro

GRUPO MAST, aguinaldo@mastgrupo.com.br

O objetivo deste trabalho é apresentar os procedimentos mais modernos para avaliação de corrosão de materiais: corrosão cíclica combinada com irradiação UVA (ASTM D5894 / ISO11997-2). A relevância para o setor elétrico é marcante, visto que seus processos poderão ser otimizados através de uma correlação perfeita, entre os fatores agressivos do meio ambiente e os testes laboratoriais. A experiência já mostrava que a corrosão já era um problema a ser tratado na região costeira. Com o crescimento das cidades e pólos industriais, novos microclimas foram criados, demandando o desenvolvimento de novas tecnologias de proteção anticorrosiva. Pela necessidade de uma melhor e maior correlação com as variáveis do meio externo, foram elaborados novos testes que também exigiram uma nova tecnologia em câmaras de corrosão. Esta nova geração contempla uma rápida molhagem com solução corrosiva substituindo a névoa salina, a pulverização direta lavando os sais precipitados da aplicação anterior, o controle da umidade relativa durante a fase ambiente, através de pré-condicionador de ar, e o controle dos tempos de transição. Sabendo que o controle de umidade e temperatura é crucial nesta avaliação, observa-se a viabilidade desta aplicação. Por fim, este estudo permitiu um grande avanço nas boas práticas de proteção anticorrosiva, o que é promissor para a repetibilidade e reprodutibilidade dos testes.

[Voltar ao índice](#)

NORMA ABNT NBR 16563 - MITIGAÇÃO DE EFEITOS DE INTERFERÊNCIAS ELÉTRICAS EM SISTEMAS DUTOVIÁRIOS

João Paulo Klausing Gervásio

Petrobras, joaoklausing@petrobras.com.br

É de amplo conhecimento que linhas de transmissão de corrente contínua e de corrente alternada podem gerar interferências em estruturas metálicas adjacentes. Uma interferência pode ocorrer em função de acoplamentos resistivo, indutivo ou capacitivo, em regime permanente ou durante um curto-circuito. São três os principais aspectos que devem ser observados nos casos de aproximações de linhas de transmissão com estruturas metálicas de terceiros: a segurança pessoal, a integridade física das estruturas e a corrosão. As consequências podem ser muito graves em algumas situações. Para auxiliar no processo de controle e redução deste problema, foi elaborada a norma ABNT NBR 16563, Mitigação de efeitos de interferências elétricas em sistemas dutoviários, dividida em Parte 1 (sistemas de corrente alternada) e Parte 2 (sistemas de corrente contínua). Embora direcionada a sistemas dutoviários, também é aplicável a outras estruturas metálicas em contato com o solo, como cabos blindados, tanques, estruturas de linhas de transmissão e sistemas de aterramento. Este trabalho tem por objetivo apresentar a norma ao público ligado ao sistema elétrico no Brasil.

João Paulo Klausing Gervásio – engenheiro eletricitista pelo CEFET-MG, pós-graduado em engenharia de dutos pela PUC-RJ e mestre em engenharia metalúrgica pela UFRJ. Consultor na área de proteção anticorrosiva na Petrobras, onde trabalha desde 2006 no setor de Engenharia de Dutos Terrestres. Coordenador de proteção catódica e de mitigação de interferências elétricas na ABNT. Professor na Universidade Petrobras e entidades externas.

[Voltar ao índice](#)

ELETRODOS HVDC E CORROSÃO

Paulo Edmundo da Fonseca Freire

PAIOL Engenharia, paulofreire@paiolengenharia.com.br

O primeiro sistema de transmissão HVDC do Brasil foi o de Itaipu, na tensão de ± 600 kV, que começou a operar no início de 1985. Após a implantação deste sistema foi construído o gasoduto Bolívia – Brasil, que começou a operar comercialmente em julho de 1999. Em 2006 uma inspeção do gasoduto revelou uma região com corrosão externa significativa, que verificou-se ter origem nas correntes injetadas no solo pelos eletrodos de aterramento das linhas HVDC de Itaipu, devido à operação monopolar com retorno pela terra, que viabiliza a continuidade da transmissão de energia pelo polo remanescente com retorno pela terra. Nos últimos 10 anos foram licitados e construídos os sistemas de transmissão HVDC do Rio Madeira e de Belo Monte, de acordo com critérios mais rigorosos de operação, que reduziram de forma significativa os riscos de corrosão em instalações de terceiros. Este trabalho tem por objetivo apresentar o que é um sistema de transmissão HVDC e, especialmente, os eletrodos de aterramento, que são dimensionados para injetar no solo correntes contínuas da ordem de até 3 kA por um número limitado de horas por ano. O episódio de corrosão do gasoduto Bolívia – Brasil será brevemente apresentado. Serão apresentados os sistemas HVDC em operação e planejados no Brasil. Os critérios de operação exigidos pelos modernos editais de sistemas HVDC serão abordados.

Paulo Edmundo da F. Freire – engenheiro eletricista (PUC-RJ) com doutorado em geologia (UNICAMP), aplicada a projetos de eletrodos HVDC. Diretor da PAIOL Engenharia. Participou de todos os projetos de eletrodos HVDC do Brasil e de alguns no exterior (Chile e África). Autor de mais de 30 trabalhos técnicos em congressos no Brasil e no exterior (Argentina, Paraguai, EUA, África do Sul, Canadá e França), sobre os temas aterramento, interferências e eletrodos HVDC.

[Voltar ao índice](#)

INFLUÊNCIA DA POLUIÇÃO DA FÁBRICA DE CLORETO DE POTASSIO EM LINHA DE TRANSMISSÃO DA CHESF

Bartolomeu Neves Cordeiro¹, Cristina da Costa Amorim²

ELETRORBRAS CHESF, bartonc@chesf.gov.br

A linha de transmissão em 230 kV Jardim / Penedo tem, apenas, quatro anos de operação. Em 2016, quando estava com 2 anos de operação, foi observada uma corrosão acentuada nas estruturas metálicas galvanizadas, nos estais galvanizados das estruturas e nos cabos para-raios, também galvanizados, da linha de transmissão, principalmente, nas faces das peças voltadas na direção de uma fábrica de Cloreto de Potássio. Essa corrosão precoce, certamente, foi provocada pela poluição do cloreto de potássio lançado no meio ambiente pela fábrica. Diante desse fato e por se tratar de uma incidência atípica poluição de cloreto de potássio, a Chesf solicitou apoio do Cepel e providenciou uma visita à fábrica Vale Fertilizante na busca de uma resposta para o problema apresentado. Na reunião com representantes da fábrica, foram apresentados os processos de extração dos minérios e de fabricação de seus produtos. Devido ao lançamento de poluentes pela fábrica, tornando a atmosfera mais agressiva, foram recolhidas amostras de materiais para ensaios de duas estruturas e de um estai que apresentavam nível de corrosão bastante acentuado e se encontrava nas proximidades da fábrica. Nos ensaios das amostras retiradas do local, realizados pelo Cepel, verificou-se a presença de contaminantes em concentrações significativas, que caracterizam a atmosfera como sendo agressiva. Assim, foi proposto pelo Cepel um esquema de pintura com 4 demãos, sendo 2 da tinta, Norma NE-022, epóxi mastique alumínio, curada com poliamina e 2 demãos da tinta, norma NE-011, poliuretano acrílico alifático, para reduzir os custos de manutenção com a degradação prematura das estruturas e equipamentos associados. A pintura das estruturas 36/1, 36/2, 371 e 37/2 está sendo contratada, conforme recomendação do Cepel. Quanto aos cabos para-raios foi emitido um processo de contratação, para sua substituição por cabo liga alumínio, pois esse tipo de material é mais resistente a essa atmosfera agressiva. Os estais também serão substituídos por cabos liga alumínio, com um projeto novo do varigrip, com liga que atenda à resistência à corrosão e aos esforços envolvidos.

¹Engenheiro Eletricista – ELETRORBRAS CHESF

²M. Sc.- Química Industrial – Cepel

[Voltar ao índice](#)

DESEMPENHO DE REVESTIMENTOS ANTICORROSIVOS EM UMA USINA TERMOELÉTRICA À CARVÃO (SISTEMAS DE PINTURA ATUAL E ALTERNATIVO)

Daniel de Castro Girão¹, Walney Silva Araújo², Úrsula Cid Pereira³,
Adriana de Oliveira Sousa Leite⁴

Laboratório de Pesquisa em Corrosão – LPC, wsa@ufc.br

Os revestimentos anticorrosivos utilizados na usina termelétrica a carvão do Pecém (CE) foram investigados frente ao comportamento de sistemas alternativos a base de resina epóxi-fosfato de zinco de alta espessura com adição de argilas montmorilonitas, quando observados as características do intemperismo natural da usina. A relevância para o setor de usinas termelétricas a carvão está no intenso processo corrosivo que seus materiais metálicos sofrem devido à presença de enxofre e a condensação dos gases da combustão, ocasionando uma redução no tempo de vida útil dos equipamentos. Para a determinação do melhor revestimento a ser utilizado, foram preparados painéis de aço carbono revestidos e expostos durante um ano, em seis estações de corrosão atmosféricas, situadas em pontos específicos da usina. O monitoramento da degradação dos revestimentos aplicados foi realizado por inspeção visual e medidas de impedância eletroquímica. Os resultados apontaram que o desempenho destes revestimentos depende das características locais do site da usina. Os resultados de impedância eletroquímica corroboram com a análise visual, cujas amostras com menores valores de resistência foram expostas nas estações com elevadas taxas de sulfato e cloreto. Os revestimentos com 2% de montmorilonita apresentaram os melhores resultados.

O Laboratório de Pesquisa em Corrosão da UFC desenvolve pesquisa aplicada em proteção contra corrosão, atende setores industriais e outros, na realização ensaios de corrosão para verificação de desempenho e caracterização de materiais e, executa serviços de consultoria em pintura, tratamento de superfície e inibidores de corrosão. O laboratório conta com equipamentos específicos para atendimento a normas e periféricos de preparação de amostras.

¹Doutorando – LPC UFC

²Doutor- Engenheiro Químico - UFC LPC UFC

³Mestranda, Engenheira Metalurgista - LPC UFC

⁴Doutora-Pesquisadora, Química Industrial – UNIFOR/ UFC

[Voltar ao índice](#)

A ESPECIFICAÇÃO DA GALVANIZAÇÃO A FOGO DE FIXADORES NO SETOR ELÉTRICO.

Ricardo Suplicy Goes¹

ICZ Instituto de Metais não Ferrosos, ricardo.goes@icz.org.br

O objetivo deste trabalho é apresentar os procedimentos adequados para se especificar a galvanização por imersão a quente de fixadores, protegendo-os contra a corrosão e aumentando a vida útil dos mesmos na aplicação do setor elétrico. Introduziremos com o processo da galvanização por imersão a quente para fixadores, como a galvanização protege, com alta eficiência, o aço contra a corrosão, os padrões que garantem a qualidade do processo, as diferenças técnicas com o processo da galvanização eletrolítica e os aspectos de sustentabilidade. Em seguida mostraremos os “cases” de sucesso e esclarecimentos de aplicações com diferentes materiais que podem causar a pilha galvânica, podendo diminuir a vida útil projetada. A relevância para o setor elétrico é marcante, visto que a adequada utilização da tecnologia da galvanização por imersão a quente nos fixadores representará reduções significativas de custos de manutenção. Pelos resultados obtidos ao longo de anos da utilização da galvanização por imersão a quente como tecnologia para proteção contra a corrosão, é notório a alta performance da mesma. Por fim, é importante destacar que a galvanização por imersão a quente dos fixadores exige cuidados na especificação para se garantir os melhores resultados.

Ricardo Suplicy Goes é engenheiro mecânico e atua há mais de oito anos como gerente executivo do ICZ – Instituto de Metais não Ferrosos. O ICZ atua no mercado há 48 anos, com sua visão de liderar e apoiar os setores de metais Zinco, Níquel e Chumbo, com desenvolvimento e disseminação de suas aplicações e uso sustentável no Brasil.

¹Engenheiro Mecânico – ICZ Instituto de Metais não Ferrosos

[Voltar ao índice](#)

JATEADORA PORTÁTIL A JATEAMENTO SECO

Carlos André Santos¹

Granafer`s Indústria e Comércio Ltda, carlosandre@granafer.com.br

O trabalho que gostaríamos de apresentar é sobre a comparação da manutenção das torres de distribuição de energia entre o sistema convencional (manual / mecânico e jateamento abrasivo) de tratamento de superfície com a Jateadora portátil, ou seja, considerando um equipamento literalmente manual “Portátil”, porém obtendo a eficiência de um jateamento abrasivo. O trabalho tem o objetivo de levantar percentualmente o ganho em tempo, custo em investimentos, custo mensais com insumos e equipamentos, redução em processo e logística e o mais importante o ganho da qualidade em relação ao atendimento ao nível na norma. A jateadora Portátil no âmbito Norma ISO 8501 “Proteção anticorrosiva de estruturas de aço por pintura” dá a oportunidade da realização de um Sa 2 ½ e rugosidades desejáveis de 50 até 120 µm, dando uma autonomia de 3,5 m²/h. Observando também que este equipamento não agride o meio ambiente, reduzindo significativamente o pó gerado. Este equipamento é de tecnologia única e de propriedade intelectual da Granafer`s.

¹Engenheiro Mecânico - Granafer`s Indústria e Comércio Ltda.

[Voltar ao índice](#)

PREPARO DE PINTURA EM SUPERFÍCIES COM CORROSÃO UTILIZANDO PRIMER PASSIVADOR COM A “NANO TECNOLOGIA DOS INIBIDORES DE CORROSÃO POR VAPOR”

Domingos Zampol Junior¹, Jose Luiz de Almeida Pedrosa²

Presserv do Brasil Ltda, domingos.zampol@presservbrasil.com.br

Objetivo: Redução do trabalho de preparo de superfície de pintura em torres de transmissão de energia elétrica e equipamentos elétricos com o uso de Primer passivador contendo inibidor de corrosão por vapor, através da Nano Tecnologia VpCI (Vapor phase Corrosion Inhibitor).Redução do trabalho no preparo de superfícies metálicas de torres de transmissão, suportes de equipamentos, caixas de painéis elétricos, e demais equipamentos expostos ao tempo em áreas abertas, ou subterrâneas sujeitas a alagamentos, contendo severidade de corrosão e insuficiente eficácia nas soluções tradicionais de reparo e preservação em manutenção. Quando existe a exigência de uma recuperação de superfície, rápida , econômica e eficaz prevenido oxidações por longos períodos, evitando-se a preparação padrão de superfície por equipamento de abrasão ou escovação, jato de granalha ou jato de água a alta pressão, resultando em uma solução simples de aplicar e ambientalmente correta, que poderá resistir entre 7 a 15 anos, desde que sendo aplicado corretamente , dependendo do tipo revestimento de acabamento escolhido, ou seja, Tintas Acrílicas VpCI Alumínio para ambientes abertos sob sol, chuva e maresia ,ou Poliuretanas VpCI Alumínio subterrâneas e alagadas, ambas necessariamente compatíveis e de mesma tecnologia VpCI existem no primer passivador de corrosão ,utilizado inicialmente para o pré-tratamento de áreas com corrosão. Benefícios: Tratar a ferrugem rapidamente. Podendo ser aplicado durante várias condições climáticas. Em aplicações durante maresia (ASTM B117), fornece mais de 1000 h de proteção corrosiva com espessura de camada de 125 micron de película seca. Pode ser revestido com tintas à base de água e solventes. Protege contra nova ferrugem, superior aos revestimentos a base de ácido tânico ou fosfórico. A base de água. Baixo teor VOC. Ecológico, não tóxico. Não é inflamável. Funciona perfeitamente em ambientes vaporizados com a presença de agentes agressivos e corrosivos, tais como, HCl, H₂S, SO₂ & CO₂.

Empresa: Presserv AS, uma empresa norueguesa fundada em 1996, que é líder mundial na área de preservação e conservação de plataformas marítimas de exploração e produção de petróleo e empresas de energia.

¹Engenheiro Mecânico -NACE CIP 01 Member 647081 – Presserv do Brasil

²Químico – Presserv do Brasil

[Voltar ao índice](#)

PADRÕES DE QUALIDADE PARA SERVIÇOS DE PINTURA ANTICORROSIVA APLICADOS AO SETOR ELÉTRICO

Alberto Pires Ordine¹, Cristina da Costa Amorim², Marcos Martins de Sá³,
Elber Vidigal Bendinelli⁴

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel, ordine@cepel.br

A qualidade de uma pintura industrial, tanto para obras novas quanto para manutenção, depende de boas práticas de proteção anticorrosiva. Desde março de 2016 estão vigentes as Normas Eletrobras de Pintura Anticorrosiva, estabelecendo requisitos técnicos de procedimentos de pintura industrial e de tintas. Neste trabalho, apresenta-se uma pesquisa experimental de dois anos, destacando a importância das boas práticas, e que é motivadora para a utilização das Normas citadas, como meio de garantir que padrões de qualidade sejam atendidos nos serviços de pintura. Trabalhou-se com um esquema de pintura de alto desempenho, contendo uma tinta de fundo rica em zinco, utilizado para proteção de estruturas expostas em ambientes de elevada agressividade atmosférica. Seguiu-se o procedimento padrão de preparação do esquema e realizaram-se outras condições fora do padrão, tais como, pintura sem preparação de superfície, supressão da demão final de tinta de acabamento, aplicação da tinta de fundo com espessura incorreta. Avaliou-se a relação entre o custo e o benefício utilizando-se tais procedimentos e evidenciou-se a importância do atendimento aos padrões de qualidade nos serviços de pintura anticorrosiva aplicados ao setor elétrico, que, além de melhor desempenho anticorrosivo, apresentaram menor custo em longo prazo.

¹D. Sc.- Engenheiro Químico - Cepel

²M. Sc. - Química Industrial - Cepel

³Técnico em Química - Cepel

⁴M. Sc. - Engenheiro Químico - Furnas

[Voltar ao índice](#)