

Tratamento de Superfície

ISSN 1980-9204

www.abts.org.br

JULHO 2021 | Nº 225

INDÚSTRIA NAVAL

Presidente do Sinaval fala sobre as estratégias para retomada do setor

SISTEMA DUPLEX

A sinergia entre Zinco/Tinta para maior durabilidade do aço galvanizado



INDÚSTRIA MOVELEIRA APOSTA EM TS

Pozza investe na produção de níquel-cromo, ampliando parque fabril e modernizando processos e área técnica em parceria com a MacDermid Enthone

Sempre uma solução ao seu alcance



Não importa o tipo de proteção anticorrosiva que você precisa, temos a ferramenta certa para você. As soluções de proteção contra corrosão da Atotech atendem e excedem todos os requisitos da indústria. Temos o portfólio completo desde o pré-tratamento, zinco e zinco liga, bem como revestimentos de zinc flake e uma ampla gama de sistemas de pós-tratamento, como selantes e top coats. As várias combinações possíveis de nossa linha de produtos garantem uma proteção contra corrosão excepcional além de uma aparência atraente e durável. Nossos produtos exclusivos, disponibilidade global e insuperável capacidade técnica nos tornam um parceiro confiável para a indústria de fixadores em todo o mundo.

Leia mais sobre nossos produtos em; www.atotech.com

NOVAMENTE OLIMPÍADAS



WADY MILLEN JUNIOR
Diretor-Conselheiro da [ABTS](#)

Os dois textos do autor para esta seção ocorreram durante os Jogos Olímpicos, com os quais ele traça um paralelo sobre as ações da ABTS desde 2008

Em 2008, coube-me escrever a 'Palavra da ABTS', onde fiz uma relação entre todo o trabalho da Equipe de Conselho da nossa Associação, ou melhor, nossa EQUIPE OLÍMPICA e suas conquistas, pois estávamos, como agora, em plena Olimpíadas. Sou Conselheiro de nossa ABTS desde 1974, fazendo parte do grupo de Veteranos. Decorridos 13 anos, novamente cabe-me, com muito orgulho, reescrever a seção. Em meio às Olimpíadas.

Nesses anos todos muita coisa aconteceu. E farei meus comentários tentando não perder 'nenhuma jogada', pois treinamos arduamente e nossos jogos foram todos vitoriosos. Ganhamos muitas medalhas para nosso Setor e, muito embora tenhamos tido alguns percalços, que fazem parte do jogo, sempre viramos, para alegria de toda a Torcida, opa, nossos Associados. Senão vejamos.

Enfrentamos custos que não estavam previstos, e graças a um bom planejamento feito anteriormente, com aprovação de todos os Conselheiros, com muita 'garra e suor da camisa', superamos com muita galhardia. Trocamos nossa Sede, ou seria Campo, para um alugado, mas continuamos a treinar forte, para manter a forma e jogar muito intensamente.

Agora estamos prestes a inaugurar nossa NOVA SEDE, muito próxima da anterior e planejada para atender nossas necessidades. Com absoluta certeza nossos Associados aplaudirão muito.

Nesse período também sofremos algumas perdas de Conselheiros e, mais do que isso, AMIGOS, que, como nós, dedicavam muitas horas de suas vidas trabalhando, ou seria treinando e jogando a favor da EQUIPE DO CORAÇÃO: a ABTS. Mencioná-los, acho desnecessário, pois estarão sempre em nossas lembranças.

Nossos novos ATLETAS: Melissa, Silvio, Carmo, Bos... juntaram-se aos veteranos Airi, Reinaldo, Sandro, Douglas, Gilbert, Antonio Carlos, Sergio, a sempre jovem Wilma, e eu, sob a batuta do TREINADOR Rubens, estamos superando essa Pandemia que tantos problemas já causou. E se grandes problemas exigem grandes soluções, uma retrospectiva mostrará que estamos no caminho certo.

Nosso PORTAL, com tudo de mais atual em termos de tecnologia, está levando a todos, o que temos de mais moderno para nosso setor, propiciando a possibilidade de integração entre todos.

Nossa Revista, representada pela Elisabeth e toda a sua equipe, mostraram que também JOGAM MUITO, opa, são muito competentes!

Obrigado aos nossos colaboradores, Carolina, Rafael e Danilo pela retaguarda sempre muito valiosa e importante.

Vou encerrar, como fiz 13 anos atrás: SEJA, VOCÊ TAMBÉM, UM MEDALHISTA DO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE, ASSOCIANDO-SE À NOSSA ABTS.

Até as próximas Olimpíadas! 🏆

14 CAPA

POZZA: INDÚSTRIA MOVELEIRA APOSTA EM TS

Ana Carolina Coutinho



3 PALAVRA DA ABTS

NOVAMENTE OLIMPIADAS

Wady Millen Junior

7 NOTÍCIA DA ABTS

NOVA SEDE

Ana Carolina

10 GRANDES PROFISSIONAIS

A CIÊNCIA A FAVOR DA INDÚSTRIA

Dr. Stephan Wolyneć

19 ENTREVISTA

INDÚSTRIA NAVAL: EM BUSCA DA RETOMADA

Dr. Ariovaldo Rocha

24 MATÉRIA TÉCNICA

SISTEMA DUPLEX, A SINERGIA ZINCO/TINTA

Celso Gnecco

33 ARTIGO TÉCNICO

PROCESSO DE METALIZAÇÃO DE PLÁSTICOS: DEPOSIÇÃO DE UMA CAMADA DE NÍQUEL QUÍMICO (SEM A UTILIZAÇÃO DE CORRENTE EXTERNA) EM UMA SUPERFÍCIE DE PLÁSTICO CATALISADA

Anderson Bos

38 MATÉRIA TÉCNICA

A METALIZAÇÃO POR ASPERSÃO TÉRMICA, SOLUÇÕES ANTICORROSIVAS PARA ESTRUTURAS METÁLICAS

Luiz Cláudio de Oliveira Couto

48 MEIO AMBIENTE

ÁREA CONTAMINADA NA GALVANOPLASTIA

Pedro de Araújo

57 TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS

AFINAL, A FICHA DE EMERGÊNCIA NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS É OBRIGATÓRIA OU NÃO?

Maria dos Anjos Pereira de Matos

60 PONTO DE VISTA

MARKETING NÃO É SUPLEMENTO, É ANTIBIÓTICO

Dener Lippert



Uma das mais modernas cabines de pintura da América Latina:

Nitrogênio para pintura Body Color
Processos com troca rápida de cor
Aplicação em 3 camadas
Insuflação de ar independente





INVESTIMENTOS EM MOMENTOS DE CRISE

ANA CAROLINA COUTINHO

editorialb8@gmail.com

Desde a antiguidade o ser humano se desenvolve superando as adversidades: observa o problema e cria uma solução para ele. E hoje, diante de cenário tão imprevisível, alguns ousam; outros se retraem. Surpreendentemente para alguns, muitas empresas tiveram um senso de oportunidade e optaram por investir em vez de conter. Não é fácil, mas investir quando todos os concorrentes estão cortando gastos leva a uma vantagem única na competição empresarial: serão essas as companhias que oferecerão qualidade superior a um melhor preço; isso dentro qualquer cenário, favorável ou não. Um exemplo é a protagonista desta edição, a Pozza, fábrica moveleira, que investiu e, junto à MacDermid Ethone, modernizou seus processos de Tratamento de Superfície para dar vazão à demanda exigida pela oferta de serviços em cromagem. Os detalhes, você confere em nossa Matéria de Capa: 'Indústria moveleira aposta em TS'. Em Grandes Profissionais, acompanhe a história do Dr. Stephan Wolynec e sua vida dedicada à Ciência e à Academia – uma trajetória pautada pelo desenvolvimento do setor por meio de estudos voltados à anticorrosão, eletrodeposição e à docência. Quem também traz um texto imperdível é Pedro de Araújo, em Meio Ambiente, com um guia completo sobre áreas contaminadas em galvanoplastia, incluindo legislação e prevenção. Complementando as Matérias Técnicas, três temas de grande interesse do setor. Começamos com o 'Processo de Metalização de Plásticos: deposição de uma camada de níquel químico (sem a utilização de corrente externa) em uma superfície de plástico catalisada'; artigo de Anderson Bos. Ainda sobre metalização, mas desenvolvendo outro foco, Luiz Cláudio de Oliveira Couto apresenta 'A metalização por aspersão térmica, soluções anticorrosivas para estruturas metálicas'. Por fim, Celso Gnecco traz um estudo completo, de processos a componentes e aplicabilidade, sobre o 'Sistema Duplex, a Sinergia Zinco/Tinta'. Em Transporte de Produtos Perigosos, Maria dos Anjos P. de Matos responde: 'Final, a ficha de emergência no transporte rodoviário de produtos perigosos é obrigatória ou não?'

Nas matérias de cunho opinativo, Wady Millen Junior traça um paralelo dos jogos olímpicos com as atividades da ABTS, de 2008 a 2021, em 'Novamente Olimpíadas', para Palavra da ABTS. E, em Entrevista, uma importante conversa com o Dr. Arioaldo Rocha, presidente do SINAVAL – Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e Offshore – o setor sofreu milhares de perdas de postos de trabalho e busca a retomada; acompanhe as estratégias. Para fechar, não poderia ser diferente, o CEO da V4Company, Dener Lippert, mostra por que não se deve cortar os custos de comunicação. "Você precisa vender, divulgar seu produto, então, como o seu primeiro corte vai ser no seu marketing?", pergunta, em Ponto de Vista. Investir é crescer. Ah, e parabéns! Além da inauguração da nova sede da Associação, no último dia 2 de agosto também foi comemorado o Dia do profissional de Tratamento de Superfície! Só desejamos muita prosperidade e desenvolvimento para nosso setor. Que assim seja e até a próxima! 🚀

A ABTG - Associação Brasileira de Tecnologia Galvânica foi fundada em 2 de agosto de 1968. Em razão de seu desenvolvimento, a Associação passou a abranger diferentes segmentos dentro do setor de acabamentos de superfície e alterou sua denominação, em março de 1985, para ABTS - Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície. A ABTS tem como principal objetivo congregando todos aqueles que, no Brasil, se dedicam à pesquisa e à utilização de tratamentos de superfície, tratamentos térmicos de metais, galvanoplastia, pintura, circuitos impressos e atividades afins. A partir de sua fundação, a ABTS sempre contou com o apoio do SINDISUPER - Sindicato da Indústria de Proteção, Tratamento e Transformação de Superfícies do Estado de São Paulo.



Rua Machado Bittencourt, 361 - 2ª andar
conj. 201 - 04044-001 - São Paulo - SP
tel.: 11 5574.8333 | fax: 11 5084.7890
www.abts.org.br | abts@abts.org.br

Abts Gestão 2019 - 2021

Rubens Carlos da Silva Filho
PRESIDENTE

Reinaldo Lopes
VICE-PRESIDENTE

Sandro Gomes da Silva
DIRETOR SECRETÁRIO

Douglas Fortunato de Souza
VICE-DIRETOR SECRETÁRIO

Gilbert Zoldan
DIRETOR TESOUREIRO

Antonio Carlos de Oliveira Sobrinho
VICE-DIRETOR TESOUREIRO

Carmo Leonel Júnior
DIRETOR CULTURAL

Wilma Ayako Taira dos Santos
VICE-DIRETORA CULTURAL

Airi Zanini
EX-OFFICIO

Anderson Bos, Melissa Ferreira de Souza e Wady Millen Jr.
DIRETORES CONSELHEIROS

Silvio Renato de Assis
DIRETOR DE TECNOLOGIA

Sergio Roberto Andretta
REPRESENTANTE SINDISUPER



REDAÇÃO, CIRCULAÇÃO E PUBLICIDADE

Rua João Batista Botelho, 72
05126-010 - São Paulo - SP
tel.: 11 3835.9417 fax: 11 3832.8271
b8comercial@b8comunicacao.com.br
www.b8comunicacao.com.br

DIRETORES

Igor Pastuszek Boito
Renata Pastuszek Boito
Elisabeth Pastuszek

DEPARTAMENTO COMERCIAL
b8comercial@b8comunicacao.com.br
tel.: 11 3641.0072

DEPARTAMENTO EDITORIAL
Ana Carolina Coutinho (MTB 52423 SP)
Jornalista/Editora Responsável
Fernanda Nunes e Sandro Filippin
Fotografia
Renata Pastuszek Boito
Edição e Produção Gráfica

PERIODICIDADE
Bimestral

EDIÇÃO nº 225
Maio | Junho

(Circulação desta edição: Julho/2021)

As informações contidas nos anúncios são de inteira responsabilidade das empresas. Os artigos assinados são de inteira responsabilidade de seus autores e não refletem necessariamente a opinião da revista.

ABTS INAUGURA NOVA SEDE E COMEMORA OS 53 ANOS DE SUA FUNDAÇÃO



A inauguração ocorreu dia 2 de agosto de 2021, data em que é comemorado o Dia do Profissional do Setor de Tratamentos de Superfície

Da esquerda, para direita: Reinaldo Lopes e Rubens Carlos S. Filho, Vice e Presidente da ABTS, respectivamente



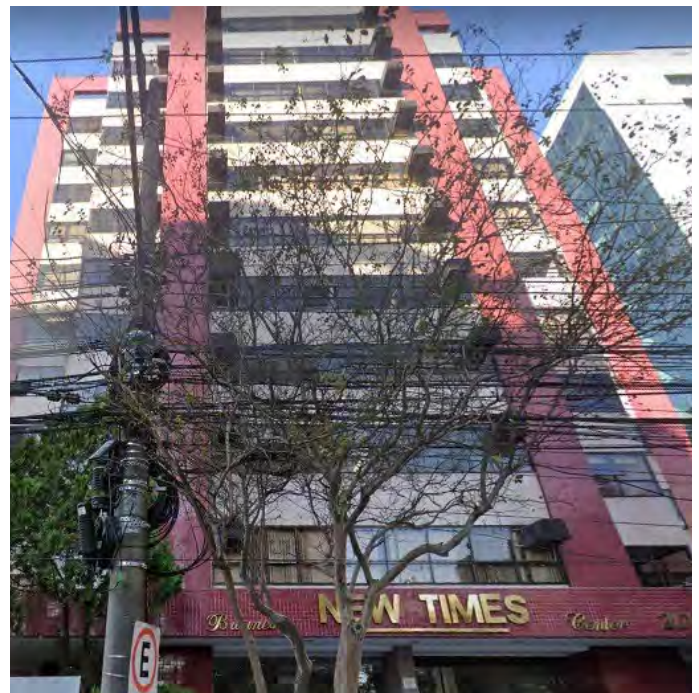
A Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície – ABTS acaba de inaugurar a sua nova sede, na capital paulista. O evento ocorreu no dia 2 de agosto, quando é comemorado o Dia do Profissional de Tratamento de Superfície.

Em uma justa e belíssima homenagem, o novo prédio ganhou o nome de Sede Ministro Roberto Della Manna, em reconhecimento ao trabalho executado pelo executivo, falecido em 2020, para toda classe industrial do setor ([neste link você lê uma biografia completa sobre o Ministro](#)).

A ABTS, desde sua fundação em 1968, tem atuação marcante e fundamental no desenvolvimento e fortalecimento do setor de Tratamentos de Superfície no Brasil, agregando profissionais e incrementando o intercâmbio de informações, nacional e internacionalmente.

A seus associados, a ABTS leva diversas oportunidades para a divulgação de seus produtos e serviços, pela realização de cursos, palestras e mesas-redondas organizadas em sua sede, participação em congressos e feiras, incluindo no exterior, com áreas exclusivas e preços especiais.

Parabéns a todos os profissionais do Setor de Tratamentos de Superfície pelo seu dia! Dia 2 de agosto agora também marcado pela inauguração da nova sede da ABTS e pela comemoração de sua fundação.



Leia mais sobre a história da ABTS
<https://www.abts.org.br/sobre.asp>



Novo Endereço
 Rua Machado Bittencourt, nº 205, conjunto 66,
 Vila Clementino, São Paulo - SP - 04044-000



Inscreva-se!

Tópicos

- Solventes;
- Tensoativos;
- Sólidos e Líquidos;
- Fases: Alcalinas e Tensoativos;
- Ensaio.



Apoio

Pré-tratamento

Importância dos Surfactantes na Limpeza Metálica



18 de agosto de 2021

Quarta-feira | Das 17h00 às 18h00



Palestrante

Lucas Teruel Luz
 Researcher da Solvay



Moderador

Gilbert Zoldan
 Diretor Tesoureiro da ABTS



Uma das líderes regionais com atuação mundial em projetos e fabricação de Linhas de Pintura e Sistemas Transportadores



+55 (41) 3343.6627 +55 (41) 3342.2822

vendas@gottert.com.br

Rua Virginia Dalabona, 399 - Orleans - 82310-390 - Curitiba - Paraná

www.gottert.com



Curso de Eletrodeposição de Zinco

100% Digital com Certificado

Potencialize sua Carreira no Setor



www.abts.org.br/zinco



Acesso Imediato às Aulas!



A CIÊNCIA A FAVOR DA INDÚSTRIA

Por Ana Carolina Coutinho

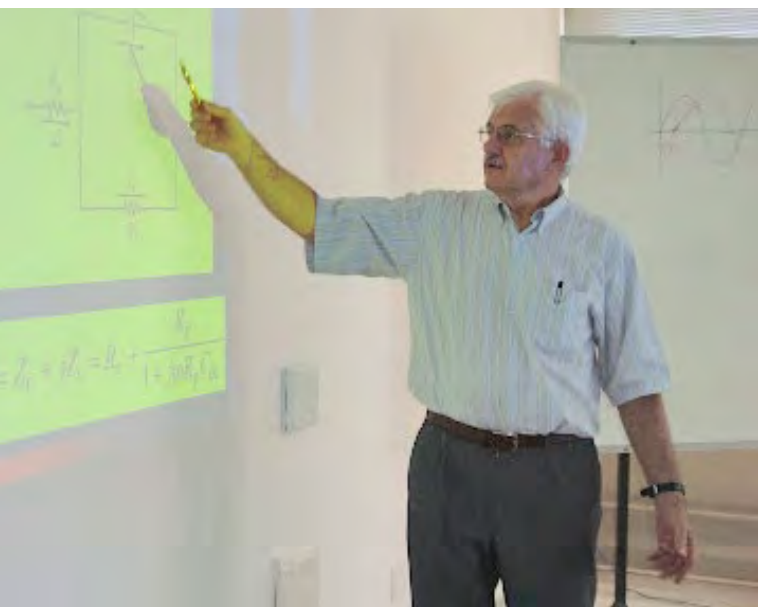
O professor e pesquisador Dr. Stephan Wolynec conta a sua história pautada pelo desenvolvimento do setor por meio de estudos voltados à proteção anticorrosiva, eletrodeposição e amor à docência. Inspire-se!

Esta é a história de um profissional da área Acadêmica do Tratamento de Superfície, um pesquisador que, a partir de seus estudos, transformou conhecimento em desenvolvimento para todo um setor. Como exemplos, ele foi o criador – e posterior gestor – do [Laboratório de Corrosão e Eletrodeposição do IPT](#) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, e também foi um dos responsáveis por encontrar a solução dos problemas de corrosão em veículos a álcool. “Os primeiros veículos a álcool, lançados pela Fiat e Volkswagen, apresentaram uma série de problemas de corrosão, em particular no carburador, que ameaçavam a sua viabilização. Trabalhando com o pessoal de pesquisa da Ford, eu recomendei revestir o carburador com níquel químico que, por não depender de corrente para deposição, permitiu o revestimento dos orifícios com espessura adequada para proteção contra a corrosão. A Ford adotou esta sugestão e os veículos que ela lançou viabilizaram o carro a álcool. Nos veículos lançados previamente o carburador tinha que ser limpo praticamente a cada duas semanas”, conta o Dr. Stephan Wolynec.

Wolynec teve sua carreira dedicada ao conhecimento; ele próprio um consumidor voraz, indo até à etapa final da



Academia ao obter o título de Pós-Doutorado, na verdade PhD, pois foi realizado na Inglaterra, no Departamento de Metalurgia da Universidade de Sheffield, em Sheffield, fato que relata como um dos mais relevantes de sua carreira; mas não só esse: “Foram vários os momentos da minha carreira que considero relevantes. O primeiro foi, sem dúvida, a criação do Laboratório de Corrosão e Eletrodeposição. Um outro momento foi o meu doutoramento. Graças à interação que o diretor do Departamento de Metalurgia do IPT, Dr. Luiz Correa da Silva, tinha com o Departamento de Metalurgia da Universidade de Sheffield, fui aceito com mais dois colegas a fazer o programa de Doutorado nessa universidade, no período de outubro de 1968 a janeiro de 1971. A minha pesquisa foi sobre a corrosão de latas estanhadas por produtos contendo enxofre. Um outro momento relevante foi a participação em 1980 e 1981 do Laboratório de Corrosão e Eletrode-



O professor aconselha: “A dica aos profissionais e estudantes de Tratamento de Superfície: Sejam persistentes em sua tentativa de melhorar e baratear o processo e não deixem de usar os conhecimentos científicos”

posição na solução dos problemas de corrosão em veículos a álcool. Entre as minhas pesquisas a que me deu mais satisfação foi a realizada no antigo National Bureau of Standards, nos Estados Unidos, no período de 1977 a 1979. Com ela eu elaborei a minha tese de livre docência, intitulada ‘Obtenção de curvas de polarização “verdadeiras” para medida de velocidade de corrosão’, com a qual obtive, em 1980, o título de Professor Livre Docente na EPUSP (Escola Politécnica da USP). Finalmente, um momento altamente relevante na minha carreira foi a criação e implantação do ‘Curso de Engenharia de Materiais’ (a nível de graduação) na EPUSP. O Curso, contando com 20 vagas, foi iniciado em 1995 e a sua primeira turma se formou em 1999”, detalha.

E assim, de consumidor do saber, Dr. Stephan passou a ser provedor. “Como professor no Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da EPUSP, introduzi e lectionei a disciplina ‘Mecanismos de Eletrodeposição e de Revestimento em Metais’. Essa disciplina é lecionada atualmente pela Dra. Zehbour Panossian. Além disso, orientei vários alunos de graduação e pós-graduação em temas relacionados com revestimento de superfícies metálicas. Dentre esses eu destacaria a tese de doutorado ‘Substrato e composição do banho no processo de deposição química do níquel’, de Celso Eridon Pereira, na qual foi investigado o mecanismo de deposição do níquel sem aplicação de corrente”, conta.

Sobre a atualidade das pesquisas em Tratamento de Superfície no meio acadêmico, o Dr. Stephan é enfático: “A atuação acadêmica no Brasil na área de Tratamento de Superfície é, na minha opinião, ainda precária. Tem havido vários trabalhos em boa parte das nossas universidades, principalmente na área de tratamento de efluentes, porém, as inovações têm sido limitadas. No exterior destacam-se as atividades de pesquisa nos países como Alemanha, Estados Unidos e Inglaterra, e nos últimos anos tem crescido muito a participação da China”, diz. “A dica aos profissionais e estudantes de Tratamento de Superfície é: sejam persistentes em sua tentativa de melhorar e baratear o processo e não deixem de usar os conhecimentos científicos”, aconselha. E, como não poderia ser diferente com ele sendo um especialista em estudos laboratoriais, para aqueles que desejam criar um laboratório, recomenda: “O principal ponto de atenção é, sem dúvida, a capacidade técnica e científica, tanto do responsável como dos demais membros do laboratório. O outro é o de possuir equipamentos básicos para a realização de ensaios, tais como potenciostato, unidade laboratorial de eletrodeposição, entre outros. E, finalmente, fácil acesso a diversos tipos de análises e ensaios. É fundamental ter fácil acesso ao microscópio eletrônico de varredura”, detalha.

Importante explicar que o professor também teve um período de trabalho diretamente na indústria, por três anos, logo após se formar como Engenheiro Metalurgista, na EPUSP, em 1960. Porém, pouco tempo depois tudo mudou. “Em 1963 passei a trabalhar no IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Fiquei encarregado inicialmente do Laboratório de Físico-Química Metalúrgica. O IPT foi sempre muito solicitado pela comunidade para determinar as causas de falha em serviço de materiais. Os casos de materiais metálicos eram estudados no Laboratório de Metalografia. Muitos dos casos de falha envolviam corrosão e revestimentos de proteção anticorrosiva. Assim que iniciei as minhas atividades no IPT, os responsáveis pelo Laboratório de Metalografia acharam que esses casos de falha em serviço deveriam ser estudados no Laboratório de Físico-Química Metalúrgica. Assim, passei a trabalhar na determinação das causas de falhas em serviço e a demanda foi tanta que exigiu de mim dedicação integral. Com isso, em 1965 o meu laboratório mudou de nome para Laboratório de Corrosão e Eletrodeposição. Foi o meu momento de encantamento, visto que a determinação das causas de falha, muitas vezes bastante complexas, me deixava extremamente empolgado e motivado. O novo laboratório cresceu e se tornou o principal

laboratório do país na área de ensaios, análise de falhas em serviço e pesquisa aplicada e industrial em corrosão e eletrodeposição”. Ele continua: “Apesar de ter trabalhado pouco tempo na indústria, posso dizer que o meu aprendizado tecnológico ocorreu no IPT durante os 25 anos em que trabalhei nessa instituição. A grande variedade de problemas trazidos da indústria, para determinar as causas de falhas em serviço, permitiu com que eu assimilasse um amplo e sólido conhecimento sobre corrosão e os meios de proteção contra a mesma. Esse conhecimento foi em muito ajudado pela atividade acadêmica, tanto através das aulas que lecionei como através de pesquisas por mim realizadas ou orientadas e do curso de doutoramento em Sheffield. Foram a componente científica nos meus aprendizados. Esse biênio de atividades foi extremamente eficaz para a minha formação”.

Trabalhando no berço das inovações e pesquisas contra corrosões, Dr. Stephan pode vivenciar grandes transformações do setor. Ele aponta as principais: “As grandes inovações por mim vivenciadas foram a pintura cataforética e o galvalume. Ambas deram uma grande melhoria na proteção anticorrosiva. A pintura cataforética melhorou em muito a resistência à corrosão dos automóveis e o galvalume das estruturas metálicas”, diz, e complementa: “Outras inovações estão ocorrendo no sentido de baratear o custo de produção. Uma inovação importante está ocorrendo com o uso da nanotecnologia, com produção de revestimentos com propriedades superiores aos dos atualmente existentes. Um setor com muitas inovações é o da indústria eletrônica e das baterias. Não existe nenhum setor de atividade humana em que novas descobertas não venham a ocorrer. Assim, muita coisa nova ainda vai ser descoberta na área de Tratamento de Superfície. De um modo geral, acredito que vamos ter significativos avanços em praticamente todas as áreas. A agressão do meio ambiente pelas tecnologias atuais vai sofrer uma sensível diminuição. Novos tipos de revestimentos vão aparecer com melhores características para a sua aplicação. Haverá uma melhoria nos processos de tratamento, com diminuição de custos”, antevê.

O Dr. Stephan está com 85 anos, e se aposentou em 2004. Ele ainda atua como professor, lecionando na pós-graduação em ‘Técnicas Eletroquímicas em Corrosão’; além de realizar consultorias e ser perito em questões judiciais. “Infelizmente, após a minha aposentadoria em 2004 eu tive pouco contato com o setor de Tratamento de Superfície. Eu fui sempre procurado para resolver problemas de corrosão. Além disso, não tive mais oportunidade para participar de eventos, como os EBRATS, por diversos

motivos, inclusive financeiros. A idade avançada é um deles. No entanto, acompanhando as informações publicadas em várias revistas, pude verificar que a indústria de Tratamento de Superfície no Brasil tem sido altamente inovadora, desenvolvendo e importando novas tecnologias. Entre essas cumpre destacar o verniz cataforético, cromação de plásticos, metalização a vácuo, tratamento de efluentes, novos equipamentos de pintura e eletrodeposição, entre outros. Assim, acredito que o Brasil nessa área não está muito atrás do resto do mundo”, conta.

O Dr. Stephan se casou com uma cientista, da qual muito se orgulha: “A minha esposa, Elisa Wolynec, era Física e professora do Instituto de Física da USP. Quando se aposentou, fundou com mais três sócios a empresa de informática Techne Engenharia Ltda. Infelizmente, há três anos, ela faleceu. Sinto demais a falta dela. Foram 53 anos de casados mais quatro de namoro. Os dois filhos, Marcos e Alexandre, são engenheiros formados pela EPUSP. Tenho dois netos e duas netas. Uma importante referência na minha vida foi meu pai, que me mostrou a importância do estudo e da honestidade. A outra foi a minha esposa, que, com a sua grande dedicação à pesquisa científica e ao ensino, desempenhou uma importante motivação para as minhas atividades. Ela me ajudou no esclarecimento de vários dos meus estudos”, revela, complementando dizendo que tanto o seu casamento como o nascimento de seus filhos foram os momentos mais pontuais de sua vida, “sem dúvida!”, enfatiza.

Apesar da idade, o Dr. ainda se exercita: “Nas minhas horas livres faço caminhadas e exercícios de musculação e alongamento. Leio bastante e aprecio muito palavras cruzadas e sudoku. Estou escrevendo as minhas memórias”; ele também ainda tem propósitos a realizar: “Como já estou com 85 anos, e com o falecimento da minha esposa, os meus objetivos ficaram bastante restritos. Pretendo terminar de escrever as minhas memórias. Pretendo, também, continuar dando consultoria. Um objetivo importante é o de continuar dando apoio aos meus filhos e netos”, diz.

Ademais, o Dr. ainda é inspirado pelo ‘amor ao conhecimento’, a verdadeira tradução de PhD (Philosophy Doctor), como ele mesmo explica: “A origem vem do grego philosophiae que significa ‘amor ao conhecimento’. E é esse sentimento que o guia; para finalizar com suas próprias palavras: “O que tem me inspirado na vida tem sido a busca da resposta aos fenômenos técnico-científicos com os quais me enfrentei e a transferência de conhecimento através das aulas que lecionei”, conclui. 🟩



SÃO MAIS DE

11 LINHAS

DE PRODUTOS

ESTANHO LATÃO;

ZINCO;

ABS;

FOSFATO;

NÍQUEL;

PROCESSOS ESPECIAIS;

PASSIVADORES CROMATIZANTES;

CROMO;

COBRE;

DESENGRAXANTES DECAPANTE;

VERNIZ CATAFORÉTICO.

Ao longo desses **39 anos**, a **Itamarati** página por página, escreveu uma história de sucesso que agregou valores como seriedade, idoneidade, expansão tecnológica e responsabilidade ambiental.

SEGURANÇA EM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE.



www.itamaratimetal.com.br

(11) 2274.0799

vendas@itamaratimetal.com.br



CURSO DE ELETRODEPOSIÇÃO DE METAIS PRECIOSOS

100% Digital com Certificado

Aprenda de forma simples e objetiva como trabalhar com os metais preciosos: ouro, platina e os metais do grupo da platina. Estes compreendem platina, paládio, ródio e rutênio.

www.abts.org.br/metais-preciosos



POZZA INVESTE PARA AMPLIAR SUA LINHA DE CROMAÇÃO DECORATIVA

POZZA

Com a produção de níquel-cromo remodelada e orientação técnica da [MacDermid Enthone](#), empresa referência no setor moveleiro investe em equipamentos, novos processos e capacidade fabril para atender a demanda de outras empresas que precisam do serviço. Tratamento de Superfície já representa 50% do faturamento

por Ana Carolina Coutinho

Fundada há 57 anos, a [Pozza Industrial S/A](#) é uma referência em móveis de aço. Localizada no polo moveleiro do país, em Bento Gonçalves, no Rio Grande do Sul, a empresa acaba de investir na ampliação de seus processos e capacidade fabril e técnica em cromação para atender outras empresas que demandam tratamento de superfície em suas peças. O segmento já representa 50% dos negócios da empresa. "A linha de cromação da Pozza Industrial existe há mais de 40 anos. Ainda lá no passado a Pozza já vislumbrava esse mercado, que sempre teve uma ótima aceitação pela beleza e charme do produto cromado. Com o passar dos anos, e pelo crescimento e procura por produtos cromados, a empresa começou a investir mais nessa área, até abrir a sua linha para poder cromar produtos de outras empresas que necessitavam desse serviço. E hoje, esse segmento representa mais de 50% do seu faturamento", conta o Diretor Comercial da Pozza, Vinicius Benini.

A evolução da terceirização foi meteórica. Para sua linha de produtos, a empresa iniciou a cromação há quatro décadas, como contou o executivo, e hoje já atua em mais de 30 países. Contudo, o serviço de cromar peças de outras empresas iniciou há apenas três anos, alcançando, nesse pouquíssimo tempo, 50% do faturamento dos negócios. “Atualmente a maior procura é pela terceirização de produtos que necessitam o tratamento de superfície. Temos um volume muito interessante em peças decorativas, como utilidades domésticas, componentes agrícolas, peças para forno e demais eletros. Acreditamos que esse volume esteja sendo impulsionado porque os consumidores estão mais dentro de suas casas em função da pandemia e começam a dar mais valor para itens que antes não tinham tanto uso”, explica.



Banho de cromo

Não à toa, investiram na fábrica para ampliar o processo de cromação e dar vazão à demanda do segmento de prestação de serviços.

O diretor industrial, Marciano da Silva, detalha quais foram as principais modificações fabris e de processos implementados na empresa: “Foram redefinidos os sequenciamentos químicos de todo o processo de pré-tratamento, adicionado na linha de acabamento mais uma posição de banho de níquel, para um total de quatro posições, e aumentados os banhos de lavagem em todo o processo para garantir a diminuição do arraste de contaminantes nos banhos subsequentes. O grande diferencial foi a adição, no final do processo, do banho de óleo protetivo, que garante o aumento da vida útil do produto, inibindo a oxidação do aço carbono exposto sem acabamentos superficiais (parte interna dos tubos). Os equipamentos novos aplicados na linha foram: 11 retificadores de última geração; 6 bombas dosadoras para aditivos dos banhos de níquel, garantindo estabilidade nas aditivações dos produtos químicos necessários. Além disso, 6 carros automáticos com comunicação por wi-fi, 03 bombas filtro de 35 mil litros/hora de capacidade de filtração para garantir isenção de aspereza, sistema de recuperação de cromo por evaporação e concentração, o qual garante controle de temperatura do banho e a recuperação do metal, consequentemente, diminuindo o consumo do mesmo; novos barramentos dos tanques e suportes de gancheras que garantem uma estabilidade de corrente elétrica e controle de corrente aplicadas nas peças, resultando em melhor qualidade e menor custo. Outra modificação foi o aumento significativo das áreas anódicas dos banhos de cromo

e níquel, garantindo assim melhor distribuição dos materiais aplicados na peça e qualidade aumentada.

Implementado o uso de 10 carros de alimentação na entrada do processo, garantindo que não haja parada por falta de abastecimento, visto que a linha tem uma produtividade muito alta. Para aumento da capacidade de cromação no tamanho das peças foram feitos investimentos em 12 novos tanques para atender novas demandas.

O diretor comercial complementa explicando que, para alcançar os novos objetivos, eles contaram com uma antiga parceira da Pozza, a MacDermid Enthone, quem forneceu todo o apoio e suporte técnico para a ampliação do setor: “Utilizamos os processos fornecidos pela MacDermid Enthone. Na etapa de pré-tratamento possuímos desengraxantes químicos, eletrolíticos e decapagens ácidas, com volumes de tanques em



Peça cromada



Vinicius Benini, Diretor Comercial,
e Marciano da Silva, Diretor
Industrial

5.000 litros. Posteriormente, possuímos a deposição de níquel brilhante decorativo, com volume total de banho em 20.000 litros. Após deposição do níquel, realizamos a deposição de cromo decorativo hexavalente, com volume de banho de 5.000 litros. A superfície mais utilizada é aço carbono”, esclarece.

AS INOVAÇÕES VOLTADAS AO MEIO AMBIENTE

Atualmente a fábrica da Pozza está assim configurada: são 20 mil metros quadrados de estrutura fabril, com produção de 300 mil peças por mês, em 2 turnos: “Vamos aumentar esse volume com o terceiro turno, que já esta sendo formado”, revela Benini com a expectativa de que a ampliação aumente de 30 a 40% a capacidade produtiva da linha de cromação - que hoje representa 50% da terceirização e 50% da linha própria, de acordo com o executivo.

Uma das grandes preocupações da empresa é relacionada ao meio ambiente, por isso, esse tema é incluído como parte fundamental dos projetos da companhia. Também há novidades nesse setor: “A Pozza se caracteriza pela enorme preocupa-

ção e consciência ambiental. Atualmente, possuímos equipamentos para recuperação de metais, como cromo e níquel, e estamos com projeto para implementação de colunas de troca iônica a fim de diminuir a geração de resíduos líquidos do processo galvânico. Possuímos uma estação de tratamento de efluentes própria, onde realizamos todo o tratamento dos resíduos líquidos descartados do processo de tratamento de superfície. Estamos em conformidade com as exigências ambientais da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) e Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Também, após o tratamento dos efluentes, os resíduos sólidos gerados são destinados à PROAMB, empresa especializada em destinação e coprocessamento de resíduos”, detalha Benini.

Assim como ocorreu em outros setores, incluindo a indústria química e automotiva, a indústria moveleira também sofreu com o desabastecimento de insumos, uma das consequências da crise. “Hoje o setor moveleiro ainda se encontra tentando recuperar certas perdas do início da pandemia. Tivemos um crescimento expressivo, porém, não podemos esquecer que junto com isso tivemos uma série de aumentos em preços de matérias-primas e principalmente o desabastecimento de toda a cadeia de suprimentos. O momento que de fato todos estavam com a carteira repleta de pedidos foi o mesmo em que enfrentávamos falta de insumos. Tivemos problemas de abastecimento e inúmeros aumentos. Mesmo assim, seguimos atendendo todos os nossos clientes, na medida do possível, e achando soluções para passar por esse período. Ainda hoje se sofre com uma certa instabilidade no abastecimento de matérias-primas e de especulações para os próximos meses de novos aumentos de preços”, explica o diretor comercial, que crê ser este o principal ponto de estresse do setor hoje: “A estabilização no recebimento de insumos e equalização dos preços de todas as matérias-primas”.

O ‘NOVO’ FUTURO

Como se observa, mesmo frente a desafios, a Pozza investiu para poder atender a um demanda crescente do mercado: a cromação de peças decorativas. O ato foi estrategicamente pensado, como esclarece Benini: “Vislumbrando o mercado da tercerização, aquecimento do setor moveleiro movido pela nova importância das pessoas em viver melhor e estarem mais dentro das suas casas, a Pozza se reposicionou, investindo para suprir essa demanda e oferecer para seus clientes o melhor em acabamento de superfície, inovação, qualidade e prestação de serviços, de forma ágil e sempre muito próximo de seus parceiros e clientes. Ainda temos um longo caminho pela frente, mas já enxergamos que esse movimento foi certo, uma vez que estamos conseguindo atender diversos segmentos, tanto na parte de produção própria de produtos, quanto na parte de terceirização de peças para inúmeras empresas”.

A ação, e principalmente a sua causa – o aumento da demanda por produtos cromados –, traz um pouco de alívio para as indústrias envolvidas após um período tão incerto economicamente, e, sim, o futuro parece promissor.

Entre as tendências em móveis, o diretor aposta em produtos que misturam aço carbono e madeira; além de preto e cores amadeiradas, assim como o cromo bastante presente, por isso a empresa pretende “continuar crescendo e ampliando sua linha de cromação e tipos de tratamento de superfícies. Estamos confiantes no futuro e queremos acompanhar tendências, sempre atentos às novas tecnologias que estão surgindo todos os dias”, finaliza.



Peça cromada

TS EM DESTAQUE NA INDÚSTRIA MOVELEIRA

Duas perguntas para do Diretor Comercial da Pozza, Vinicius Benini, sobre Tratamento de Superfície, setor que levou a Pozza a ampliar não só a fábrica e produção da empresa, como também os negócios, representando 50% do faturamento em apenas três anos de prestação de serviços.

QUAIS SÃO AS INOVAÇÕES EM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE NA INDÚSTRIA MOVELEIRA?

Para móveis em aço não temos outros acabamentos além do cromado e pintado. Apenas se houver interesse em outras superfícies como Zamak e Alumínio. Nesse caso, podemos variar o acabamento para peças coloridas de várias maneiras, como, por exemplo: preto, grafite, dourado etc...

QUAL O FUTURO DO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE NA INDÚSTRIA MOVELEIRA?

Acreditamos que o futuro para o tratamento de superfícies só tende a crescer, pois notamos que o cromado vem com uma tendência bem forte em diversos produtos que necessitam desse tratamento, tanto para o mercado interno, e na nossa terceirização de peças para diversos clientes, quanto para o mercado externo.



Carros automáticos

A VISÃO DA MACDERMID

A Revista TS também conversou com o diretor-geral da MacDermid no Brasil, Airi Zanini, para que ele pudesse detalhar como contribuiu com a Pozza, diante de tamanho projeto e parceria. Acompanhe.



Airi Zanini, diretor-geral da MacDermid Ethone

Qual a importância para a MacDermid na realização de um projeto de remodelação da área de cromação tão expressivo?

A maior importância é tornar o setor mais produtivo e consequentemente atingir uma redução de custos, havendo oferta e sustentabilidade para o segmento de móveis tubulares.

Pela ótica da MacDermid, quais foram os principais pontos de atenção, além dos grandes destaques da ampliação do setor de TS da Pozza?

A empresa precisava absorver a capacidade produtiva da Móveis Carraro e de outros clientes do setor. A alternativa mais viável, de acordo com a visão empresarial dos diretores da Pozza, foi o investimento na ampliação e modernização da linha produtiva, com o apoio técnico e comercial da MacDermid Ethone. 🚩

INOVAÇÃO E TECNOLOGIA EM TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE.

25 A 27
Outubro 2022

3º à 5º, das 13h às 20h
SÃO PAULO EXPO



EBRATS

ENCONTRO E EXPOSIÇÃO BRASILEIRA
DE TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE

www.ebrats.com.br



**Reserve seu
ESTANDE!**



FALE COM A NOSSA EQUIPE COMERCIAL:

+ 55 (11) 5585-4355 | +55 (11) 3159-1010 | comercial@fieramilano.com.br

APOIO



MÍDIA OFICIAL



EVENTOS SIMULTÂNEOS



LOCAL



ebrats.com.br



INDÚSTRIA NAVAL: EM BUSCA DA RETOMADA

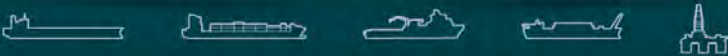
Após grande expansão freada por severa crise, que eliminou milhares de empregos, a indústria naval tenta se recuperar, é o que nos conta o presidente do SINAVAL, Dr. Ariovaldo Rocha

por Ana Carolina Coutinho



Todos sabem que o mundo está em crise e, no Brasil, alguns setores têm sofrido mais que outros; é o caso da indústria naval. Contudo, por mais que possa parecer, a Covid-19 não é a única responsável pelo cenário atual. "A pandemia apenas agravou a situação dos estaleiros, que já era crítica em função da falta de encomendas. O principal indicador é o número de empregos, que caiu de 82 mil em dezembro de 2014 para 19 mil em maio de 2021. Hoje há diversos estaleiros em regime de Recuperação Judicial, lutando para retomarem suas atividades", revela o presidente do **Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e Offshore – SINAVAL**, Dr. Ariovaldo

"O futuro do setor depende de uma mudança nas políticas oficiais hoje vigentes, havendo necessidade de elevação dos índices de Conteúdo Local e de retomada da preferência da construção de obras navais no Brasil"



Rocha. Nesta entrevista, Rocha detalha outros pontos importantes e sensíveis sobre o setor, assim como vislumbra algumas alternativas para que a indústria naval brasileira possa voltar a progredir. Ele também fala sobre os Tratamentos de Superfície que vêm sendo utilizados no segmento e dá uma dica: "O SINAVAL divulga a seus Associados as informações tecnológicas recebidas. No presente, o SINAVAL não participa do meio acadêmico de pesquisas sobre o assunto. Temos notícia da participação no passado, até mesmo com a apresentação de trabalhos técnicos", conta. Confira os detalhes a seguir.

Pode-nos contar sobre como estão divididos os segmentos da indústria naval hoje e qual é o setor com maior potencial e por quê?

- a) **Construção Naval Convencional** (navios de cabotagem; petroleiros; gaseiros; navios de apoio marítimo às plataformas de petróleo e gás natural; rebocadores oceânicos; rebocadores portuários; navios fluviais, barcaças, chatas e balsas para navegação em hidrovias; diques; dragas; estruturas flutuantes diversas; construções assemelhadas);
- b) **Construção Offshore** (plataformas marítimas para o mercado de petróleo e gás natural dos tipos autoelevatória, semissubmersível, FPSO – “Floating Production Storage and Offloading”; manifolds e estruturas diversas);
- c) **Construção Náutica** (iates e barcos de recreio e lazer);
- d) **Construção Militar** (fragatas, submarinos e outros produtos por encomenda da Marinha do Brasil).
- e) **Reparação Naval** (docagens, reparos, jumborização, manutenção, modernização e serviços assemelhados).

Não há propriamente um setor com maior potencial que os outros. A construção de rebocadores portuários, navios fluviais, barcaças, chatas e balsas é um mercado praticamente perene. A construção de plataformas marítimas e de navios petroleiros, gaseiros e de apoio marítimo depende principalmente de encomendas da Petrobras, hoje inexistentes. Os armadores de cabotagem praticamente não encomendam nada no Brasil e preferem afretar os navios que operam, prevendo-se que a situação atual vai se agravar com a aprovação do Programa BR do Mar, que privilegia a importação e operação de navios estrangeiros. A Construção Náutica tem um mercado variável. A Construção Militar depende de projetos e recursos da Marinha e está em desenvolvimento, com boas possibilidades de crescimento. A Reparação Naval é um mercado permanente, agora mais ativo em função da baixa atividade de Construção Naval e Offshore. Devido à crise provocada pela falta de encomendas, alguns estaleiros estão também desempenhando atividades como Terminais de Uso Privado (TUPs). Há perspectivas de desmonte de embarcações e de descomissionamento de plataformas marítimas, atividades que ainda estão sendo estudadas quanto ao potencial de execução no Brasil.

Qual a importância do setor naval para o desenvolvimento econômico do Brasil? Qual a realidade da indústria naval, hoje, em termos econômicos?

A Indústria Naval é uma importante geradora de empregos qualificados e renda em vários Estados costeiros e na Amazônia. Quando em plena atividade, tem expressiva relevância na balança comercial brasileira, mas depende

de encomendas e de uma política adequada de Conteúdo Local. É uma indústria considerada estratégica para muitos países, mas esse conceito não é reconhecido e praticado no País, a não ser pela Marinha do Brasil.

Como o setor se comportou durante a crise, pode falar sobre os principais indicadores?

A pandemia apenas agravou a situação dos estaleiros, que já era crítica em função da falta de encomendas. O principal indicador é o número de empregos, que caiu de 82 mil, em dezembro de 2014, para 19 mil, em maio de 2021. Hoje há diversos estaleiros em regime de Recuperação Judicial, lutando para retomarem suas atividades. Além disso, muitos estaleiros estão paralisados ou operando com baixo nível de atividade.

Conforme notícia em seu site, quais serão os segmentos responsáveis sobre a geração de empregos na indústria naval?

Isso hoje não está perfeitamente claro. Há estudos que apontam para as atividades de descomissionamento de plataformas marítimas e desmonte de embarcações como grandes geradoras de empregos, mas esses mercados ainda vão demorar alguns anos a se tornarem realidade. Por enquanto, a expectativa é a continuidade das construções que dependem de recursos do FMM – Fundo da Marinha Mercante (hoje ameaçado pelas decisões governamentais quanto aos fundos constitucionais e por Projetos de Lei em tramitação no Congresso) e o desempenho de atividades alternativas, como a operação de TUPs e a intensificação do reparo naval. A retomada das atividades dos grandes estaleiros, com a consequente geração de novos empregos e manutenção dos atuais, dependerá de mudanças na política de contratação de plataformas e navios de apoio marítimo pela Petrobras e nas políticas governamentais de incentivo à indústria brasileira, não só a Indústria Naval.

Além dos desafios econômicos e da crise gerada pela pandemia, qual o principal ponto de stress na indústria naval atualmente? Quais são as estratégias para reverter esse cenário?

O estresse já está instalado há alguns anos e vem sendo enfrentado diariamente pelos estaleiros. Sem encomendas, os estaleiros têm reduzido seus níveis de atividade e, em consequência, o número de postos de trabalho, o que gera tensão com os trabalhadores e custos para desmobilização de mão de obra. Com poucas obras, o faturamento caiu na maioria das empresas e o pagamento dos financiamentos contraídos pelos estaleiros para instalação ou modernização de suas plantas industriais fica cada vez mais difícil. Além disso, os custos de manutenção das instalações são elevados e não

há muitas alternativas para redução desses custos. A execução de atividades fora dos objetivos originais dos estaleiros (como a operação como TUPs e a realização de reparos navais) é medida paliativa enquanto a atividade principal não é restabelecida. E não se pode desconsiderar o estresse gerado pela Recuperação Judicial junto a trabalhadores e fornecedores dos estaleiros que estão nessa condição. Cada empresa adota as estratégias que estão a seu alcance à espera de melhores tempos.

Como o SINAVAL enxerga o futuro da diminuição dos combustíveis fósseis? Como o menor consumo petrolífero afetará o setor? Quais as orientações do sindicato para que a indústria se prepare para esse cenário?

Esse futuro parece ainda distante. As estimativas dizem que o petróleo continuará sendo a principal fonte energética do mundo nos próximos 30 anos, pelo menos. Os projetos de substituição dessa fonte ainda estão longe de se consolidar e hoje as providências tomadas pelos vários países visam mais à busca e ao desenvolvimento de alternativas complementares, como a energia eólica e a energia solar. Tendo em conta que há vários desafios a serem vencidos hoje por nossa indústria, cremos que ainda é cedo para que nos preparemos para esse futuro sem petróleo. Não estamos orientando os estaleiros quanto a esse tema.

Sendo o ambiente salino um dos mais prejudiciais para a vida útil do aço, qual a importância dos tratamentos anticorrosivos na indústria naval? Qual a realidade dessa área hoje sob a ótica do SINAVAL?

No que se refere à proteção do aço do casco das embarcações e plataformas, a Indústria Naval utiliza os anodos de sacrifício ou o sistema de corrente impressa. O tratamento dos itens de bordo, quando se trata de aço soldado, é feito pela aplicação do plano de pintura estabelecido para as obras navais. As chapas de aço recebidas das usinas produtoras ou da rede revendedora são jateadas em cabines e protegidas com a pintura anticorrosiva recomendada nos planos de pintura aprovados para cada obra. Os equipamentos fornecidos pelos fabricantes são protegidos em atendimento às recomendações dos próprios fabricantes.

Quais os números relativos ao consumo de aço na indústria naval? E o de madeira? Existem alguns outros materiais, além do aço e da madeira, que estejam sendo estudados para aplicação nas construções navais? Quais são as tendências nessas áreas de estudo?

Não temos dados atualizados quanto ao consumo de aço na pandemia. Essas informações podem ser obtidas

junto ao Instituto Aço Brasil, que coordena a atuação das usinas produtoras de aço naval, integrantes do Grupo Usiminas. Deveremos fazer em breve uma pesquisa ou estimativa do consumo de aço, porém não temos ainda a previsão de quando faremos essa pesquisa. Quanto aos materiais alternativos para Construção Naval, há vários estaleiros que dominam, há décadas, as técnicas de construção em fibra de vidro e alumínio. A tendência é a continuidade dessas construções, adequadas para embarcações de menor porte, mas não aplicáveis a navios de transporte de cargas de deslocamento oceânico ou nas hidrovias, nos quais a utilização de aço é obrigatória.

Sobre as alternativas para descarbonização da navegação, como está a realidade da conversão para embarcações elétricas? Qual a expectativa para elas se tornarem 'populares', seus principais desafios e qual o impacto na indústria naval e para a economia do setor a longo prazo?

Esse tema ainda não é tratado pelo SINAVAL junto aos estaleiros. É um assunto que afeta principalmente os armadores e proprietários das frotas. Particularmente, não cremos que essa conversão atingirá, pelo menos em curto prazo, os navios de grande porte ou com motores de grande potência, como são a maioria dos navios produzidos pela Indústria Naval brasileira. No momento, não temos elementos para avaliar o impacto que essa eventual conversão acarretará na economia futura de nosso segmento industrial a longo prazo.

Na contramão da desindustrialização no Brasil, a indústria naval veio se fortalecendo ao longo dos anos. Esse aspecto ainda é uma realidade? Qual o futuro do setor?

O fortalecimento da Indústria Naval tem ocorrido em alguns períodos favoráveis, em ciclos, como nos anos 60 e 70 e, mais recentemente, do final do século 20 até 2014. A partir de 2015, o Governo deixou de apoiar e incentivar essa indústria, que vive uma crise sem precedentes depois de ter atingido seu período de maior desenvolvimento, entre os anos 2003 e 2014. O futuro do setor depende de uma mudança nas políticas oficiais hoje vigentes, havendo necessidade de elevação dos índices de Conteúdo Local e de retomada da preferência da construção de obras navais no Brasil (sem, evidentemente, reserva de mercado, mas atentando para as condições desvantajosas de competitividade da indústria brasileira como um todo em relação aos outros países em função do 'custo Brasil'). O SINAVAL está atento e trabalha permanentemente para reverter essa difícil conjuntura enfrentada pelos estaleiros brasileiros. 🟩



LABRITS E AMERICAR

Qualidade no produto e tecnologia no processo



AMERICAR

A Americar, líder na fabricação de carrinhos para supermercado, fornece produtos para o setor de movimentação de materiais e cargas, especializada em artigos amarrados, como expositores, gaiolas, rodas e rodízios. Com zincagem exclusiva, teve toda a sua tecnologia desenvolvida em parceria com a Labrits, por sua vez, conhecida por fornecer produtos galvanizados de última geração sempre pensando na preservação ambiental e no aumento de produtividade de seus clientes.

A ideia de uma linha de Tratamento de Superfície própria surgiu em 2019, quando a Americar decidiu levar mais qualidade e maior velocidade em seus prazos de entrega. Encontrou na Labrits todo o apoio técnico necessário para desenvolver tecnologias que protegessem os produtos da corrosão, mantendo o seu brilho por muito mais tempo e também preservando o meio ambiente.

LABRITS E AMERICAR: PARCEIRAS NA RESISTÊNCIA À CORROSÃO E NA PRESERVAÇÃO AO MEIO AMBIENTE

A PARCERIA ATENDE AOS SEGUINTE DIFERENCIAIS:

Linha com alta capacidade de produção, com 30 tanques e 4 carros transportadores;

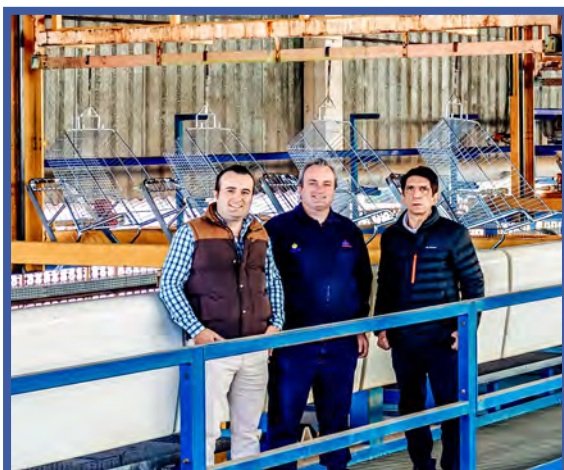
8 banhos de zinco com capacidade de 160.000 litros de solução;

Os banhos são de zinco alcalino sem cianeto e as passivações são isentas de Cr VI;

A resistência à corrosão supera as exigidas pelo mercado, garantindo um tempo maior na substituição dos produtos para os clientes da Americar;

A linha completa de tratamento de efluentes garante o respeito ao meio ambiente e fecha o ciclo:

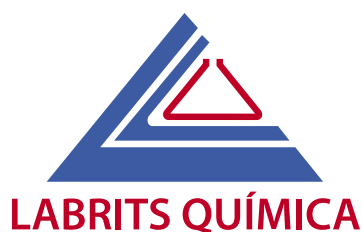
Resistência à corrosão + Acabamento brilhante + Respeito ao meio ambiente.



Da esquerda para a direita: Renato Germiniasi, diretor da Americar, ao lado de Ricardo Zibordi e Jerônimo Carollo Sarabia, técnico e diretor da Labrits, respectivamente



www.labritsquimica.com.br



LABRITS QUÍMICA LTDA.
Rua Auriverde, 85 | São Paulo | SP
11 2914.1522
labritsquimica@labritsquimica.com.br

SISTEMA DUPLEX, A SINERGIA ZINCO/TINTA



Um estudo, de processo a componentes e aplicabilidade, sobre o sistema que permite maior durabilidade ao aço galvanizado

CELSO GNECCO

Engenheiro Químico com Pós-Graduação em Corrosão, Polímeros, Papel & Celulose e Refinação de Petróleo, pela Escola Politécnica da USP. Escritor e professor de diversos cursos sobre pintura e corrosão. celso.gnecco@uol.com.br

ABSTRACT

This article discusses the subject of hot-dip Galvanized Painting and shows that the Painting does not compete with galvanization, but complements. When there is a need for colors for aesthetic reasons or to identify, to signal and mainly to increase the durability of carbon steel structures in aggressive environments, hot-dip galvanized steel painting is the best technical, economical and safety solution.

It is shown that only hot-dip galvanized is already a great solution in any environment and that the paint greatly increases the performance of this corrosion protection.

Some important concepts are addressed, such as the anodic behavior of zinc, the functioning of cathodic protection in the association of zinc with steel and why zinc is longer in relation to steel in various environments. This Zinc/Coating System is called Duplex.

It explains how Synergy works in the Duplex System and how it is the mechanism that makes zinc painted last longer than the same paint on carbon steel.

Some of the paints that are normally used on hot galvanized, such as: Wash primer, Epoxy-Isocyanate, Solvent free Epoxy, Acrylic water based and Polyurethanes and why Alkyd paints does not work well on galvanized steel.

The Hot-dip Galvanized Paint Systems according to ISO 12944 are also addressed and finally considerations about what is the best occasion to paint galvanized steel

RESUMO

Este artigo aborda o assunto Pintura de Galvanizado a Quente e mostra que a pintura não compete com a galvanização, mas a complementa. Quando há necessidade de cores por motivos estéticos ou para identificar, para sinalizar e principalmente para aumentar a durabilidade das estruturas de aço carbono em ambientes agressivos, a pintura em galvanizados a quente é a melhor solução técnica, econômica e de segurança. É mostrado que somente o galvanizado já é uma grande solução em qualquer ambiente e que a pintura aumenta muito o desempenho dessa proteção anticorrosiva. São abordados alguns conceitos importantes, como o comportamento anódico do zinco, o funcionamento da proteção catódica na associação do zinco com o aço, e o porquê da maior durabilidade do zinco em relação ao aço em vários ambientes. Este Sistema Zinco/Tinta é chamado de Duplex. É explicado como funciona a sinergia no Sistema Duplex e como é o mecanismo que faz com que a pintura sobre zinco dure mais do que a mesma pintura sobre o aço carbono. São ainda mostradas algumas das tintas que normalmente são utilizadas sobre o galvanizado a quente, como: Wash primer, Epóxi-isocianato, Epóxi sem solventes, Acrílica base água, e Poliuretânicas, e por que a tinta Alquídica não funciona sobre revestimentos de zinco. Por fim, também são abordados os Sistemas de Pintura sobre Galvanizados segundo a norma ISO 12944 e, finalmente, considerações sobre qual é a melhor ocasião para se pintar o aço galvanizado.

1 – INTRODUÇÃO

Se a galvanização a quente já é, por si mesma, uma grande proteção anticorrosiva, então por que pintá-la? Pelo menos, dois motivos justificam a pintura de galvanizados:

- a) a necessidade de cores para a estética, identificação ou sinalização, e
- b) a necessidade de máxima durabilidade em ambientes agressivos.

Somente a camada de zinco depositada é suficiente para proporcionar muitos anos de vida útil ao aço carbono. No gráfico abaixo, extraído do Manual de Galvanização do ICZ (1), pode-se observar o comportamento da galvanização em diversos meios.

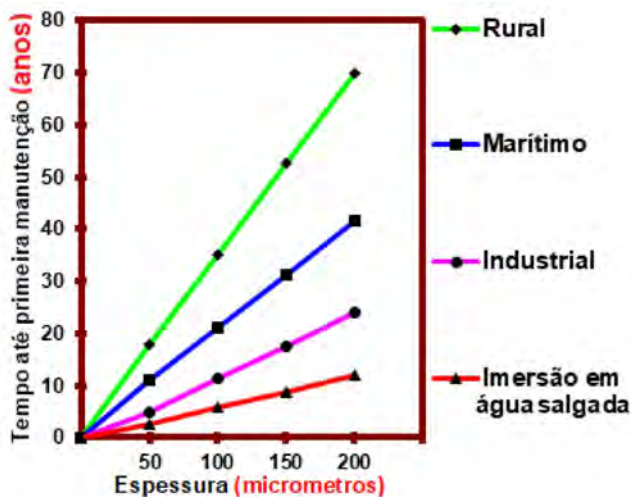


Gráfico: Comportamento da galvanização em diversos meios

Massa/Área	Espessura
g/m ²	µm
355	50
710	100
1065	150
1420	200

Tabela elaborada com base na norma ABNT NBR 7399 (2) (massa específica do zinco: 7,14 g/cm³)

Através do gráfico é possível estimar o tempo de duração das galvanizações a quente porque a camada é uniforme e constituída preponderantemente por zinco, sendo o desempenho da proteção, função exclusivamente da espessura e da agressividade do meio ambiente. Observa-se também que a mesma espessura da camada de zinco (ex.: 100 µm) exposta a um ambiente industrial, e que dura cerca de 10 anos para sofrer desgaste significativo, pode durar quase 35 anos quando exposta a um ambiente rural (sem poluição e sem névoa salina).

2 – CONCEITOS IMPORTANTES

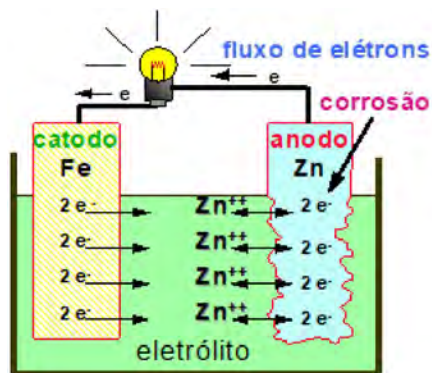
2.1 Comportamento anódico do Zinco

A deposição de zinco por galvanização a quente é uma das formas mais utilizadas de proteção contra a corrosão do aço. Em clima úmido, o tipo de corrosão mais importante é o provocado por processos eletroquímicos. Quando dois metais diferentes são colocados em contato com um líquido condutor de eletricidade, chamado de eletrólito,

to, forma-se a pilha galvânica e o metal mais eletronegativo, o Anodo, menos nobre, cede elétrons para o outro, o Catodo, mais nobre, que tem carência de elétrons. O metal mais eletronegativo cede os elétrons e, com isso, libera íons para o eletrólito. A conversão do metal a íons faz com que ele se desagregue (sofra corrosão). Já o que está recebendo os elétrons, o Catodo, permanece intacto.

No desenho abaixo, os elétrons fluem através do fio metálico; a prova disso é que a lâmpada se acende. No eletrólito, o transporte de cargas elétricas se realiza por meio de íons (sais, gases ou ácidos dissolvidos na água).

No caso do par bimetálico zinco/ferro, o zinco é o anodo e o ferro o catodo. Já para o par ferro/cobre, o ferro é anodo e o cobre, catodo. Na tabela resumida abaixo, obtida do Livro Corrosão do Prof. Vicente Gentil (3), podem ser verificados os potenciais anódicos e catódicos dos principais metais usados na engenharia.



Célula de corrosão eletroquímica

Elementos metálicos	Potencial	Anódico Menos nobre Mais eletronegativo
Magnésio	-2,38	↑ referência
Alumínio	-1,68	
Zinco	-0,76	
Cromo	-0,74	
Ferro	-0,44	
Níquel	-0,23	
Hidrogênio	0,00	referência
Cobre	+0,34	↓ Mais eletropositivo
Prata	+0,80	
Platina	+1,20	
Ouro	+1,50	
		Catódico Mais nobre

Tabela de potencial eletroquímico resumida (3)

A galvanização é uma proteção do tipo catódica, ou seja, o zinco se corrói protegendo o aço, que é composto basicamente por ferro. O ferro, nesse caso, se comporta como catodo, daí o nome de proteção catódica. Enquanto há zinco suficiente não há corrosão do ferro. Esse tipo de proteção é conhecida como revestimento de sacrifício, pois o zinco se desgasta para proteger o aço.

Isoladamente, o ferro tem velocidade de corrosão maior do que o zinco. Entretanto, na galvanização, além do zinco se constituir em uma camada adicional, seus produtos de corrosão são menos solúveis em água dos que os do ferro.

2.2 Menor solubilidade dos produtos de corrosão do Zinco em relação ao Aço

Em regiões rurais se forma carbonato de zinco por causa do gás carbônico (CO₂) da atmosfera, produzidos pelas plantas e seres vivos. Nas regiões marítimas, onde existe névoa salina (constituída por 96,5% de água e 3,5% de sais, dos quais cerca de 85% é Cloreto de Sódio – NaCl), e nas industriais, onde há na atmosfera, o gás Anidrido Sulfuroso, ou Dióxido de Enxofre (SO₂), o desgaste é maior em virtude dos produtos de corrosão serem principalmente cloreto de zinco e sulfato de zinco, ambos mais solúveis do que o carbonato de zinco. A menor solubilidade do Carbonato, é benéfica, pois as águas de chuvas não lavam a superfície tão rápido como acontece com os outros produtos de corrosão do zinco.

Para demonstrar o comportamento diferente em cada meio, é apresentada na Tabela abaixo, retirada do livro do Sr. Eric V.Schmid – *Exterior Durability of Organic Coatings* (4), a solubilidade dos produtos de corrosão do Zinco nas três atmosferas: rural, marinha e industrial:

Tipos de atmosferas	Rural	Marinha	Industrial
Substâncias agressivas	O ₂ , H ₂ O, CO ₂	O ₂ , H ₂ O, CO ₂ , Cl	O ₂ , H ₂ O, CO ₂ , SO ₂ , NO _x
Produtos de Corrosão do Zinco	ZnO + H ₂ O → Zn(OH) ₂ + CO ₂ → ZnCO ₃ ·3Zn(OH) ₂	ZnO + H ₂ O → Zn(OH) ₂ + Cl → ZnCl ₂ ·Zn(OH) ₂ → Zn ₂ OCl ₄ ·H ₂ O	Zn(OH) ₂ + SO ₂ → ZnSO ₃ (H ₂ O) + NO _x → Zn(NO ₃) ₂ → ZnSO ₄ ·Zn(OH) ₂ → ZnSO ₄
Solubilidade em água:	● Muito baixa	● Moderada	● Alta

Tabela retirada do livro do Sr. Eric V.Schmid – *Exterior Durability of Organic Coatings* (4)

2.3 Melhor comportamento do Zinco em relação ao Aço

Na Parte 2 – Classificação do Meio Ambiente da norma ISO 12944 (5) –, podemos observar o maior desgaste do Aço em relação ao Zinco, tanto em perda de massa como em perda de espessura em cada uma das categorias de corrosividade. Poderíamos supor que a diferença de desgaste é tão grande porque a massa específica (densidade) do aço é muito maior, mas quando comparamos os dois metais, a diferença não é tão grande assim (Aço → em média 7,80 g/cm³ e do Zinco 7,14 g/cm³).

Tabela 1 - Categorias de corrosão atmosférica e exemplos de ambientes típicos

Categoria de corrosividade	Perda de massa por m ² / perda de espessura (depois do primeiro ano de exposição)			
	Aço carbono		Zinco	
	Perda de massa g/m ²	Perda de espessura μm	Perda de massa g/m ²	Perda de espessura μm
C1 (Muito baixa)	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1
C2 (Baixa)	>10 a 200	>1,3 a 25	>0,7 a 5	>0,1 a 0,7
C3 (Média)	>200 a 400	>25 a 50	>5 a 15	>0,7 a 2,1
C4 (Alta)	>400 a 650	>50 a 80	>15 a 30	>2,1 a 4,2
C5 (Muito alta)	>650 a 1500	>80 a 200	>30 a 60	>4,2 a 8,4
CX (Extrema)	>1500 a 5500	>200 a 700	>60 a 180	>8,4 a 25

Aço carbono	Zinco	diferença	Depois de um ano de exposição
C5: 1500 g/cm ² → 1,5 kg/m ²	C5: 60 g/cm ² → 0,06 kg/m ²	1,44 kg/m ²	
CX: 5500 g/cm ² → 5,5 kg/m ²	CX: 180 g/cm ² → 0,18 kg/m ²	5,32 kg/m ²	

Tabela retirada da norma ISO 12944 - 2

Da Tabela acima, podemos concluir que uma explicação razoável é que os produtos de corrosão do aço são mais volumosos e possuem maior solubilidade. Por isso que, em um mesmo período e no mesmo ambiente, por exemplo o C5 da norma ISO 12944, o aço chega a perder 1500 g/cm² enquanto o Zinco perde 60 g/cm².

2.4 Desempenho do galvanizado em vários ambientes

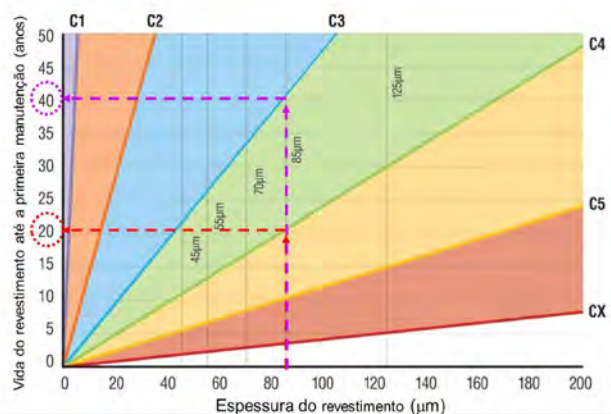


Gráfico retirado da AS/NZS 4680 (6), onde pode ser observado o desempenho do galvanizado em diversos ambientes corrosivos, C1, C2, C3, C4, C5 e CX, segundo ISO 12944-2

De acordo com AS/NZS 4680 [Australian/New Zealand Standard – Hot-dip galvanized (zinc coatings on fabricated ferrous articles)] (6), uma estrutura de aço galvanizada a quente com espessura maior que 6 mm, localizada em um ambiente C4, deve ter uma média mínima de 85 μm de zinco. Se você seguir o marcador de 85 μm, no gráfico, até a linha C4 (alta corrosividade), verde, e derivar para o eixo ‘vida de revestimento até a primeira manutenção’, verá que tem, na pior das hipóteses, aproximadamente 20 anos até a primeira manutenção (ou 5% de ferrugem do substrato aço). Na melhor das hipóteses,

a durabilidade do revestimento será de até 40 anos (seguindo a linha até a próxima zona de menor agressividade C3 – média corrosividade).

2.5 Preparação da superfície do galvanizado para a pintura

O assunto não faz parte deste artigo, mas é importante lembrar que para o Sistema de Pintura obter o desempenho esperado é fundamental que a preparação de superfície seja executada com a máxima atenção. Um ótimo guia em português é a norma ABNT NBR 16733, onde o assunto é tratado para os dois tipos de galvanizados: o Galvanizado Novo e o Envelhecido.

3 – COMO FUNCIONA A ‘SINERGIA’ NA PINTURA DO GALVANIZADO

A Australian Zinc Development Association efetuou um estudo onde demonstrou a vantagem de se pintar o galvanizado.

No gráfico abaixo pode ser observado um resumo da pesquisa onde se é comparado o aço carbono pintado com o aço galvanizado, e com o mesmo aço galvanizado pintado com a mesma tinta e exposto pelo mesmo tempo em um mesmo local, não importando as espessuras da tinta ou a gramatura do galvanizado.

O período que determinou o final da experiência foi o tempo para a primeira manutenção, em anos, até o aparecimento de 5% de ferrugem, tanto na pintura como no galvanizado.

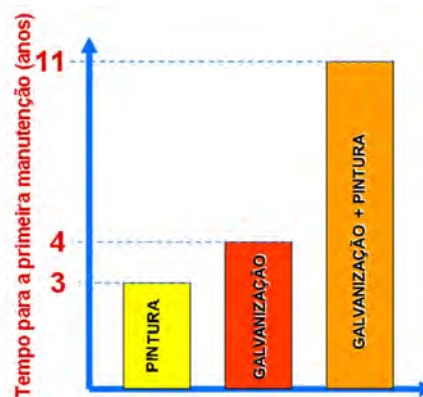
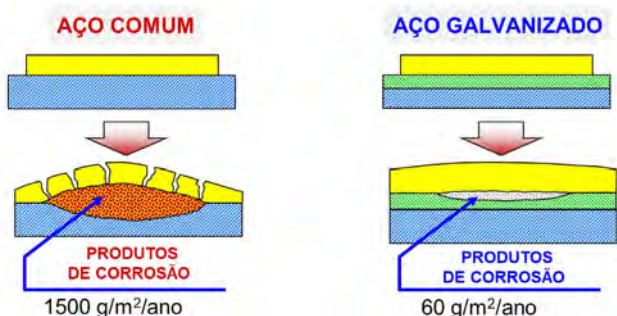


Gráfico baseado em estudo realizado pela Australian Zinc Development Association (7)

O aço pintado durou cerca de 3 anos para apresentar ferrugem. O mesmo aço, porém, galvanizado, durou cerca de 4 anos, e este aço galvanizado e pintado, durou mais de 11 anos.

A explicação é a Sinergia (ação cooperativa de duas ou mais substâncias de modo que o efeito resultante é maior que a soma dos efeitos individuais delas). Os pro-

duto de corrosão do aço são mais volumosos, possuem maior solubilidade e, em 3 anos, levantaram e destruíram a tinta. Já os do zinco são menos volumosos, menos solúveis e após 11 anos ainda não afetam a camada de tinta que continua protegendo. O tempo total (11) é maior do que a soma das parcelas individuais (3 + 4 = 7). Isto é o Sinergismo. A tinta é a mesma, a espessura da camada é a mesma, mas a sua durabilidade sobre o zinco é maior.

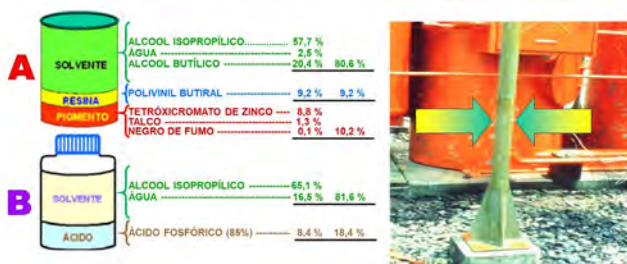


Desenho demonstrando que a Sinergia produz melhores resultados no Sistema Duplex Zinco/Tinta

4 – TIPOS DE TINTAS USADAS NA PINTURA DE GALVANIZADOS

4.1 Tinta Wash primer

A tinta Wash primer, à base de resina vinílica (polivinil butiral), ácido fosfórico e pigmento de tetróxicromato de zinco, foi muito usada. O ácido reagia com a superfície de zinco, formando fosfato de zinco, e o pigmento fornecia o cromato, formando um complexo de cristais apassivando a superfície do zinco, favorecendo a aderência da tinta. No entanto, esta tinta continha cromo, um metal pesado perigoso para a saúde e por isso deixou de ser usada.



Fórmula do Wash primer e um poste galvanizado pintado com a tinta

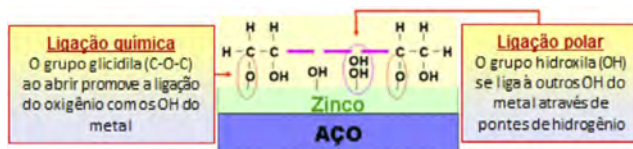
4.2 Tinta Epóxi-isocianato

A tinta Epóxi-isocianato já foi a mais usada na indústria por uma série de vantagens, como, por exemplo, ser insaponificável, se ligar fortemente ao zinco e oferecer uma excelente base de aderência para diversas tintas, como acrílicas, epóxi e poliuretano. Nas tintas Epóxi-i-

socianato, os grupos Epóxi se unem ao zinco por ligações químicas e polares. Quando a superfície sofre um lixamento ou um jateamento ligeiro teremos, além dos mecanismos de aderência química e polar, também a aderência mecânica por causa da rugosidade provocada na superfície do zinco. A tinta Epóxi-isocianato está deixando de ser utilizada por ser de baixos sólidos (sólidos por volume em torno de 20%).



Desenho dos componentes de uma tinta Epóxi-isocianato e um painel pintado com a tinta (vermelho)



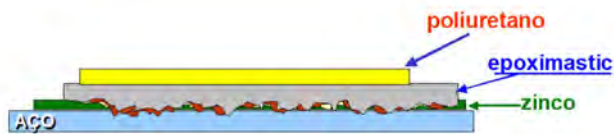
Ligações da tinta Epóxi-isocianato com o Zinco



Exemplo de Pintura de aço galvanizado novo com Epóxi-isocianato

4.3 Tinta Epóxi sem solventes (Epoximastic)

Este tipo de tinta Epóxi bicomponente, de baixíssimo teor de solvente, tolerante à umidade e a um residual de ferrugem, desde que fortemente aderido e em testes de aderência demonstraram ter excelente adesão a superfícies de galvanizado envelhecido, preparadas por ferramentas mecânicas e por isso chamadas de 'surface tolerant'. Pode ser aplicada à superfície de galvanizado novo desde que tratada com jato de varredura ('sweep blast'). Por uma questão de marketing, é chamada de sem solventes, mas possuem abaixo de 5% de solventes orgânicos. A grande vantagem do uso destas tintas é de elas serem ecologicamente corretas; chamadas de 'solvent free', são usadas como fundo totalmente compatíveis com acabamentos Poliuretanos Poliéster ou Poliuretanos Acrílicos Alifáticos.



Exemplo de pintura com Epoximastic de aço galvanizado envelhecido e com tratamento mecânico

4.4 Tinta Acrílica base água

Não deve ser confundida com tintas para paredes (alvenaria e concreto), pois são formuladas com resinas acrílicas especiais dispersadas em água. São tintas monocomponentes, de fundo e de acabamento, com comprovado desempenho de aderência sobre aço carbono, alumínio e principalmente sobre galvanizados. Possibilita pinturas em áreas internas, onde a evaporação de solventes não é conveniente. Exemplo de uso é a pintura de estruturas e equipamentos no interior de indústrias de alimentos e de bebidas. São sistemas adequados para componentes expostos em ambientes rurais, urbanos ou marítimos abrigados.

4.5 Tinta de Poliuretano Acabamento

A tinta de Poliuretano pode ser Acrílica Alifática ou Poliéster Alifático. O componente B (Isocianato Alifático) é o mesmo nas duas. Ambas têm ótimo desempenho frente ao intemperismo. A Acrílica é de custo menor, mas a de Poliéster tem maior resistência química e, por este motivo, é mais cara. São aplicadas como acabamento em Sistema com primer Epóxi. As tintas de Poliuretano Poliéster Alifático são usadas na pintura de aeronaves.



Desenho dos componentes de uma tinta de Poliuretano e torre pintada com acabamento Poliuretano

4.5.1 Tinta Poliuretânica DF (dupla função)

É um poliuretano Acrílico Alifático formulado especialmente para aplicação direta sobre superfície de aço galvanizado, desde que devidamente preparado. É uma tinta que dispensa o primer, pois é dupla função, fundo e acabamento ao mesmo tempo ('self priming').



Desenho dos componentes de uma tinta de Poliuretano e uma torre pintada com Poliuretano DF

Recomendado para pintura de torres de telecomunicações, torres de energia elétrica, antenas, retransmissores, etc.

4.6 Tinta Alquídica

É muito comum observar que painéis e tubos galvanizados pintados apresentam destacamentos da pintura. O motivo, na maioria dos casos, é a pintura com tintas Alquídicas e o desconhecimento de que essas tintas (primer e esmalte sintéticos) sobre galvanizados, e expostas ao intemperismo (ação do sol e das chuvas), começam a se destacar alguns meses após a pintura. A razão é porque elas contêm óleos vegetais que possuem na sua composição ácidos graxos livres, que reagem com os produtos de corrosão do zinco de caráter alcalino formando sabões de zinco. Em razão da alta permeabilidade ao vapor de água e ao oxigênio dessas resinas, em pouco tempo, as películas não estarão mais aderidas diretamente sobre o zinco, mas sobre seus produtos de corrosão, principalmente óxido de zinco, hidróxido e sabões de zinco. Compostos solúveis sob a película de tinta provocam o surgimento de bolhas por causa do fenômeno de osmose, que também contribui para agravar o problema de destacamento. A presença de óxido de zinco na superfície causa envelhecimento precoce da película de tinta Alquídica causando perda de flexibilidade e de aderência. Com o fissuramento, a água penetra na interface metal/tinta, onde existem os compostos solúveis e os sabões, causando o colapso total do sistema de pintura, com o seu destacamento completo.



Desenho esquemático de como ocorre a saponificação da tinta alquídica e destacamentos



Painéis galvanizados e pintados, apresentando destacamentos da tinta

5 – SISTEMAS DE PINTURA SEGUNDO A NORMA ISO 12944-5 (5)

A Tabela D.1 – Sistemas de pintura para aço galvanizado a quente para as categorias de corrosão C2 a C5 traz vinte sistemas com expectativa de durabilidade em quatro faixas, sendo L – baixa, até 7 anos; M – média, de 7 a 15 anos; H – alta, de 15 a 25 anos; e VH – muito alta, acima de 25 anos. São Sistemas de Pintura com primers e acabamentos, com alguns tipos de resinas, número de demãos e espessura mínima para cada faixa de durabilidade.

As tintas propostas nos Sistemas da Tabela D.1, com formulações específicas para Sistemas de Pintura em aço galvanizado a quente, foram comprovadas por uma combinação de experiência de campo e testes de laboratório de acordo com a ISO 12944-6. Há ensaios cíclicos, nesta parte da norma, que chegam a 1680 h e 2688 h.

Se esses exemplos forem utilizados, deve-se garantir que os Sistemas de Pintura escolhidos estejam em conformidade com a durabilidade indicada na execução da pintura, conforme especificado. A maioria dos fabricantes de tintas tem certificados de análises de laboratórios idôneos de que eles atendem as exigências da norma ISO 12944, Partes 5 e 6.

Os números dos Sistemas de Pintura consistem na letra 'G' (de Galva-

nizado), o número da categoria de corrosividade e um número sequencial. Ex.: G4.06 – Esquema com Primer Epóxi ou Poliuretano, Acabamento Epóxi ou Poliuretano ou Acrílica, em 2 a 3 demãos, na espessura total mínima de 200 micrometros, com expectativa de durabilidade acima de 25 anos.

Sistema N°	Categoria de corrosividade	Primer			Demão(s) subsequentes	Sistema de pintura		Durabilidade			
		Tipo de resina	N° de demãos	EPS μm		Tipo de resina	N° de demãos	EPS μm	L	M	H
G2.01	C2 (Baixa)	EP, PUR, AY	1	80		1	80	X	X	X	
G2.02		AY	1	80	AY	2	160	X	X	X	X
G2.03		EP, PUR	1	80 a 120	EP, PUR, AY	1 a 2	120	X	X	X	X
G3.01	C3 (Média)	EP, PUR, AY	1	80		1	80	X	X		
G3.02		EP, PUR	1	80 a 120	EP, PUR, AY	1 a 2	120	X	X	X	
G3.03		AY	1	80	AY	2	160	X	X	X	
G3.04		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2	160	X	X	X	X
G3.05		AY	1	80	AY	2 a 3	200	X	X	X	X
G4.01	C4 (Alta)	EP, PUR, AY	1	80		1	80	X			
G4.02		EP, PUR	1	80 a 120	EP, PUR, AY	1 a 2	120	X	X		
G4.03		AY	1	80	AY	2	160	X	X		
G4.04		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2	160	X	X	X	
G4.05		AY	1	80	AY	2 a 3	200	X	X	X	X
G4.06		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2 a 3	200	X	X	X	X
G5.01	C5 (Muito Alta)	EP, PUR	1	80 a 120	EP, PUR, AY	1 a 2	120	X			
G5.02a		AY	1	80	AY	2	160	X			
G5.02b		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2	160	X	X		
G5.03		AY	1	80	AY	2 a 3	200	X	X		
G5.04		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2 a 3	200	X	X	X	
G5.05		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2 a 3	240	X	X	X	X

Tabela D.1 - Sistemas de Pintura para aço galvanizado a quente (corrosividade C2 a C5)

Na Tabela abaixo, baseada na Tabela D.1, estão as faixas de espessuras mínimas dos Sistemas de Pintura para cada ambiente (C2, C3, C4 e C5) e para a expectativa de durabilidades VH. Na Tabela, foram escolhidos os tipos de resina Epóxi (EP) e Poliuretano (PUR), que são os mais usados na manutenção industrial no Brasil.

Sistema N°	Categoria de corrosividade	Primer			Demão subsequente	Sistema de pintura		Expectativa de Durabilidade
		Tipo de resina	N° de demãos	EPS μm		Tipo de resina	N° demãos	
G2.03	C2 (Baixa)	EP, PUR	1	80 a 120	EP, PUR	1	120	VH
G3.04	C3 (Média)	EP, PUR	1	80	EP, PUR	2	160	VH
G4.06	C4 (Alta)	EP, PUR	1	80	EP, PUR	2 a 3	200	VH
G5.05	C5 (Muito Alta)	EP, PUR	1	80	EP, PUR	2 a 3	240	VH

Sistemas de Pintura para aço galvanizado a quente da Tabela D.1 para durabilidade VH (> 25 anos)

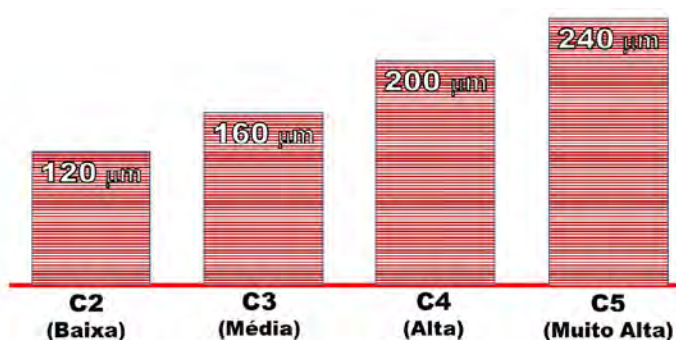


Gráfico da espessura da camada total mínima de Sistemas de Pintura para aço galvanizado a quente da Tabela D. 1 para durabilidade VH (> 25 anos)

6 – QUAL É A MELHOR OCASIÃO PARA SE PINTAR O AÇO GALVANIZADO ?

A resposta é: o quanto antes, de preferência enquanto o galvanizado está novo, pois se a camada de zinco for consumida, mais difícil e cara fica a limpeza da superfície e, por não existir mais a sinergia do sistema zinco/tinta, menor será a durabilidade da pintura.

Pintura sobre aço galvanizado

Área afetada	Durabilidade	AUMENTO DO CUSTO DA LIMPEZA EM RELAÇÃO A SUPERFÍCIE SEM FERRUGEM
sem ferrugem	10 a 12 anos	--
5 a 10 %	8 a 10 anos	25%
10 a 20 %	5 a 8 anos	duplica ou triplica
acima de 20 %	4 a 5 anos	depende da profundidade da corrosão e do meio

Considerações do Sr. T. J. Eberhardt, em artigo publicado na revista *Electric Light and Power* (8)

Se, por hipótese, um sistema de pintura aplicado sobre galvanizado intacto tiver durabilidade estimada em cerca de 10 a 12 anos (até apresentar ferrugem) e for aplicado sobre galvanizado com cerca de 10 a 20% de ferrugem terá apenas a metade do tempo previsto e custará o dobro, ou até mesmo o triplo, em relação ao intacto. O aumento do custo da preparação de superfície será tanto maior quanto mais danificado o galvanizado estiver, devido à dificuldade de remoção dos produtos de corrosão, necessitando de ferramentas mecanizadas ou de jateamento abrasivo.

O pior é a necessidade de trocar peças corroídas, com custos ainda maiores e, em casos extremos, até risco de acidente. No caso de manutenção da pintura

que está envelhecida, mas o galvanizado sob a tinta ainda está intacto, a operação ainda é vantajosa, pois os gastos na ocasião da repintura serão apenas com a remoção da camada de tinta e com o lixamento ou escovamento por escovas de aço da superfície do galvanizado. Há interesse na preservação da camada de zinco, que ainda estará íntegra para atuar no Sistema Duplex por outros tantos anos.

7 – CONCLUSÕES

O aço galvanizado é um material muito interessante em termos de versatilidade e de longa durabilidade, e pode oferecer uma vida útil muito maior se pintado com Sistemas de Pintura adequados, escolhidos em função da agressividade do meio ambiente sobre superfície corretamente preparada. A norma ISO 12944 - Parte 5 é um bom guia para escolha desses Sistemas. Os produtos de corrosão do zinco são muito menos volumosos do que os do aço e, por isso, danificam menos a tinta, contribuindo para que a pintura proteja a superfície por tempos maiores. Se as tintas forem aplicadas enquanto o galvanizado está novo e ainda não sofreu desgaste, a durabilidade da pintura será mais longa e o custo de manutenção será muito menor. A pintura não compete com o galvanizado, apenas completa.

Portanto, para a pergunta: por que pintar aço galvanizado?

A melhor resposta é: O Sistema Duplex Zinco/Tinta oferece a maior durabilidade que se pode alcançar em um sistema anticorrosivo para o aço carbono.

REFERÊNCIAS

- (1) *Manual de Galvanização do ICZ.*
- (2) ABNT NBR 7399 - *Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não-destrutivo.*
- (3) GENTIL, VICENTE - *CORROSÃO, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro.*
- (4) Schmid, Eric V. *Exterior Durability of Organic Coatings, Surrey, England, FMJ International Publications Limited.*
- (5) ISO 12944 - *Proteção contra a Corrosão de Estruturas de Aço por Sistemas de Pintura Partes 1, 2, 5 e 6.*
- (6) AS/NZS 4680 [Australian/New Zealand Standard - *Hot-dip galvanized (zinc coatings on fabricated ferrous articles).*
- (7) *Australian Zinc Development Association - Painting zinc coated steel.*
- (8) T. J. Eberhardt, em artigo publicado na revista *Electric Light and Power.*

CONHEÇA UM POUCO MAIS SOBRE O AUTOR, CELSO GNECCO

Engenheiro Químico, formado em 1974, pela Escola Superior de Química Oswaldo Cruz em São Paulo/SP.

Curso de Pós-Graduação na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, em Corrosão, Polímeros, Papel & Celulose e Refinação de Petróleo.

Ex-Chefe do Laboratório de Pesquisas e Desenvolvimento de Tintas do IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas, onde trabalhou de 1969 à 1990.

Ex-Gerente de Treinamento Técnico da Sherwin-Williams/Sumaré, de 1990 a 2019.

Membro do Conselho Deliberativo da ABRACO nos biênios 93/95, 96/97 e 98/99 e 2011/2012 e 2013/2014.

Autor da publicação IPT 1558 - PINTURA DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL (1984).

Co-autor: PUBLICAÇÃO TÉCNICA PT 07 - Núcleo de Tecnologia da Construção Metálica / Escola Politécnica da USP-FDTE - PROTEÇÃO CONTRA A CORROSÃO. Co-autores: Ubiraci E. L de Souza e Antonio D. de Figueiredo (1988).

Co-autor: APOSTILA TÉCNICA e CARTILHA DO PINTOR - Pinturas Ypiranga. Co-autor: Fernando Fernandes (1989).

Co-autor: Livro da ABRAFATI - TINTAS: CIÊNCIA E TECNOLOGIA (1ª a 4ª edições de 1993 a 2009).

Co-autor: Livro "ESTRUTURAS DE AÇO"- CONCEITOS, TÉCNICAS E LINGUAGEM- Autor - Luís Andrade De Mattos Dias - Editora Zigurate. (1997)

Co-autor: Livro Tratamento de Superfície e Pintura - Publicação IBS/CBCA, da série Manual de Construção em Aço. Co-autores Roberto Mariano e F. Fernandes (2003).

Autor das 'Historinhas do Pincelzinho', publicadas na revista 'Pintura Industrial', da Agnelo Editora (não é mais editada).

Membro do COMITÊ BRASILEIRO DE CORROSÃO - ABNT / CB-43 CE-43.000.02 - COMISSÃO DE ESTUDO DE PINTURA INDUSTRIAL ANTICORROSIVA.

■ INSTRUTOR EM CURSOS:

ABENDI - IEQ - Formação de Inspectores de Equipamentos desde 2005.

ABRACO - Inspetor de Pintura Nível I desde 2007, Nível 2 desde 2017, Curso Básico de Pintura Anticorrosiva, desde 2018. Curso CETA -Ensaio em Tintas Anticorrosivas, desde 2020.

ABRAFATI - Curso Tintas: Ciência e Tecnologia, desde 1993.

ICZ/ABRACO - Curso de Inspetor de Galvanização a Quente, desde 2020

IPT - Curso Mestrado: Sistemas Construtivos para Habitação: Inovação e Desempenho - Emprego do Aço: Corrosão e Proteção, desde 1990. 📌

Processo de Metalização de Plásticos: deposição de uma camada de níquel químico (sem a utilização de corrente externa) em uma superfície de plástico catalisada



A conclusão de diferentes componentes utilizados para se realizar a deposição de metais por processos '*electroless*' em uma superfície não condutora

ANDERSON BOS
Gerente de Produto DECO/POP
Atotech do Brasil Galvanotécnica Ltda.
anderson.bos@atotech.com

RESUMO

A eletrodeposição de camadas metálicas em uma superfície de plástica não-condutora é possível devido à deposição de uma fina camada de níquel metal, obtida sem o suporte de uma corrente elétrica externa. Trata-se do chamado níquel químico, ou níquel '**electroless**'. Catalisado por um metal nobre, o banho desencadeia uma série de reações químicas, que culminam com a formação de uma camada fina, homogênea e condutora, permitindo a posterior eletrodeposição dos metais requeridos no processo (cobre ácido, níquel e cromo).

ABSTRACT

An electroless metal deposition is typically used in a conductive surface for subsequent electroplating process, which is not really electroless, but uses an internal current source as described in this article. Basically, for plating on plastics applications, a solution which deposit nickel contains the metal in a presence of a reducer. Today, handling of the process is much easier in processes which requires high quality. Different kinds of stabilizers prevent such solutions from rapid or uncontrolled decomposition. While the thickness of the deposited metal is thin and just provides the necessary conductivity for subsequent electroplating, high speed systems are also available for functional applications. The thickness applied is enough to allow the subsequent plating of the metals required for the plating on plastics process.

INTRODUÇÃO

Uma superfície eletricamente não condutiva, como os materiais plásticos, por não apresentarem nenhuma condutividade, não podem receber diretamente a eletrodeposição de quaisquer metais, já que a aplicação de processos eletrolíticos com suporte de corrente elétrica não irá atuar na redução e deposição dos íons metálicos presentes no eletrólito. Tema largamente estudado, antigamente existiram muitas tentativas de superar esta limitação técnica e, mesmo nos dias atuais, ela segue sendo tema de relevância e objetivo de pesquisa e interesse por parte de fornecedores dessa tecnologia, com o intuito de melhorar a chamada 'etapa sem eletricidade' ou deposição 'electroless'.

No início, se buscou a aplicação em material plástico contendo fibra de ferro, ou material preenchido com óxido cuproso (Cu_2O), que foi reduzido a cobre para conferir condutividade; a aplicação de carbono como grafite; ou, ainda, a utilização de um polímero condutor contendo politiofeno, polianilina ou polipirrol. Todas essas ideias não tiveram êxito na tentativa de se revestir uma superfície plástica em geral. Entretanto, nos experimentos realizados, verificou-se que foi possível o preenchimento das pequenas lacunas nos orifícios de placas de circuito impresso, fazendo com que esses orifícios de passagem das placas de circuito impresso pudessem ser metalizados. Porém, peças plásticas de maior área, como chuveiros ou para-choques de automóveis, foram excluídas dos experimentos. Para tais finalidades, buscou-se a aplicação de uma primeira camada condutora, que tivesse boa condutividade e fosse obtida a partir de um metal sólido, depositada sem a aplicação de corrente elétrica externa. Esse método, chamado de 'deposição de metal sem corrente' ou 'deposição química de metal', gera algumas discussões quanto à sua correta nomenclatura. O motivo é que a deposição não se dá sem corrente elétrica, e esta não é fornecida por uma fonte externa.

A ideia de uma 'deposição de metal sem corrente' é simples: uma solução que contenha íons metálicos e um agente redutor, terá os metais reduzidos, produzindo, assim, uma desejada deposição metálica. Entretanto, o emprego dessa consagrada técnica e processo comercial, bem verdade, fruto de uma ideia brilhante, leva em consideração diversos aspectos e percorre um longo caminho.

Em síntese, um agente redutor deve ser bastante forte e deve reagir imediatamente com o metal, e todos os íons metálicos serão instantaneamente reduzidos. Como resultado, todo o sistema se decompõe e produz uma espécie de lodo metálico.



A eletrodeposição das camadas metálicas em uma superfície plástica não-condutora ocorre sobre a camada de níquel metal, obtida sem o suporte de uma corrente elétrica externa

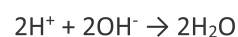
A utilização de banhos depositados sem corrente elétrica externa com suficiente estabilidade e robustez, e que fornece uma ampla janela de operação, tem aplicação comercial na deposição de cobre químico e de níquel químico, que tipicamente emprega agentes redutores, tais como o hipofosfito. Entre outros exemplos, ideias bastante exóticas surgiram no passado, como a deposição de cobalto sem uso de corrente, a deposição química de níquel tendo hidrazina como agente redutor (a hidrazina é conhecida como um material com algum potencial cancerogenético) ou a partir da solução de dimetilsulfóxido (DMSO). Provavelmente, a mais antiga deposição sem uso de corrente elétrica externa é a deposição de prata em vidro para fabricação de espelhos.

PRINCÍPIOS DA DEPOSIÇÃO DE METAL SEM AUXÍLIO DE UMA CORRENTE ELÉTRICA EXTERNA

Para a deposição do metal a partir de uma solução é necessária uma adequada e balanceada formulação, como a do agente redutor, que irá fazer com que os íons metálicos sejam reduzidos em um meio apropriado. Para permitir que os íons metálicos presentes na solução sejam mantidos, a presença de aditivos estabilizadores no sistema tem esse importante papel, além de atuar na regulação e na velocidade da reação. Em geral, a reação de oxidação do redutor pode ser escrita como:

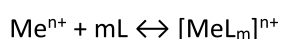


Durante a reação de oxidação são liberados dois elétrons e dois prótons que aumentam a acidez, portanto uma reação de neutralização é necessária:



Como a reação de oxidação está em equilíbrio, o aumento do pH da solução normalmente altera a reação de oxidação/redução para o lado direito, na direção da oxidação, acelerando a reação, pois a velocidade depende da concentração dos componentes da reação. Em todos os eletrólitos, a deposição de metais sem corrente externa são geralmente meios alcalinos, ajustadas por agente tamponantes especiais.

Em meios alcalinos, os íons de níquel não são solúveis. Logo, um quelante é necessário para promover suficiente solubilidade:



e a concentração do quelante muitas vezes também dependerá do valor do pH:



Logo, um banho que será depositado sem corrente elétrica externa, deve ser constituído por íons metálicos, um sistema quelante, um agente tamponante - que manterá o pH sob certas condições - e um agente redutor. A velocidade de deposição do metal tenderá a aumentar com o incremento do valor de pH, com o aumento da concentração do redutor, com o aumento da concentração dos íons metálicos e com o aumento da temperatura.

MECANISMO DA DEPOSIÇÃO DE NÍQUEL "ELECTROLESS" (SEM USO DE UMA CORRENTE EXTERNA)

Os sistemas de deposição de níquel químico, em comparação com outros eletrólitos, tendo cobre como exemplo, é muito mais estável e de melhor manuseio e operação. A fonte de níquel usada leva um sal de níquel - embora no passado houvessem tentativas de se empregar o hipofosfito de níquel a fim de se reduzir a concentração de sais que inevitavelmente se acumulam no banho durante a operação (surpreendentemente, o hipofosfito de níquel é um sal estável), logo a escolha por um outro sal de níquel se mostrou mais equilibrado do ponto de vista técnico e econômico.

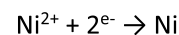
Embora muitos outros agentes redutores possam ser empregados, a utilização de hipofosfito de sódio como agente redutor é a opção mais adotada, devido ao manuseio, estabilidade e custo. Na realidade, não há na literatura muitas alternativas possíveis de serem adota-

das devido ao potencial elétrico de deposição do níquel, e também pelo iniciador da reação de deposição (paládio) por um lado e do potencial fornecido pelo redutor, por outro. As principais variações entre banhos de níquel químico sem corrente externa variam em função do sistema quelante utilizado.

Nos últimos anos, o desenvolvimento de banhos de níquel químico completamente livres de amônia tornaram-se uma realidade. Processos robustos e estáveis foram desenvolvidos e adotados por empresas que desejaram ter uma operação livre da presença deste componente em sua operação.

Os aditivos estabilizadores estão no foco das empresas que tem como meta uma operação ambientalmente correta. Nas primeiras aplicações de níquel químico, utilizam-se elementos químicos da família de metais pesados para esta finalidade. Hoje, as opções oferecidas ao mercado são tecnologias alternativas e 100% ambientalmente corretas.

A etapa de redução que ocorre é:



A oxidação do hipofosfito pode ser escrita como:



Em síntese, os íons de níquel reagem com o hipofosfito em pH alcalino para produzir níquel metálico e fosfito (também chamado de orto-fosfito).

Na primeira etapa da reação, o redutor adsorve em uma superfície metálica. Se o potencial for suficiente (para hipofosfito, no caso da superfície ser de níquel, ferro ou paládio, e não de cobre ou prata), ocorre a reação que pode ser considerada como a oxidação do hipofosfito: o redutor perde um átomo de hidrogênio e um elétron para a superfície. Forças eletrostáticas mantêm o produto da reação próximo à superfície até que água seja adicionada. Como resultado, ocorre a separação de um átomo de hidrogênio e de um elétron. Nesse instante, a molécula é capaz de deixar a superfície e dissolver-se no líquido: o hipofosfito foi oxidado em fosfito. Essa reação será repetida até que muitos elétrons sejam distribuídos no metal e até que sua carga negativa impeça uma nova reação. Durante esse processo, o potencial elétrico do metal se altera.

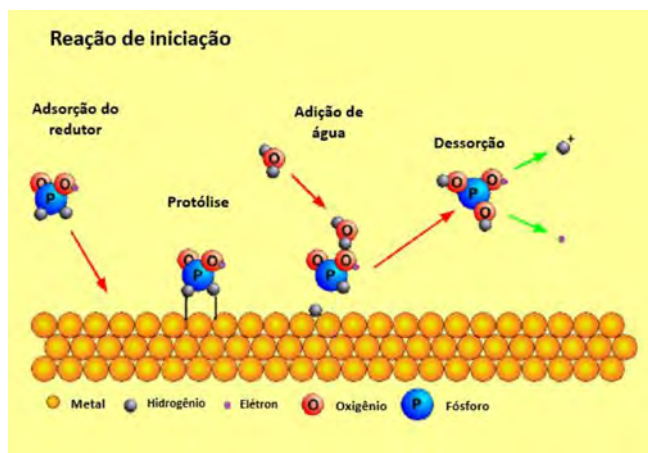


Figura 1: Ilustração da reação superficial do hipofosfito.

Agora, a superfície carregada tem algumas possibilidades:

1. Os átomos de hidrogênio podem mover-se juntos, combinar e formar gás hidrogênio, que se separa da superfície. Essa reação lateral é observada toda vez ao mesmo tempo que o eletrólito trabalhar e depositar níquel haverá a evolução do gás hidrogênio, mas a quantidade despreendida de gás não está relacionada à quantidade de metal depositado.
2. O hidróxido na solução alcalina é reduzido a água por átomos de hidrogênio, e sua capacidade de redução infelizmente é perdida.
3. O hipofosfito é continuamente reduzido por átomos de hidrogênio formando água no final e provendo fósforo, que é incorporado na camada depositada de níquel químico.

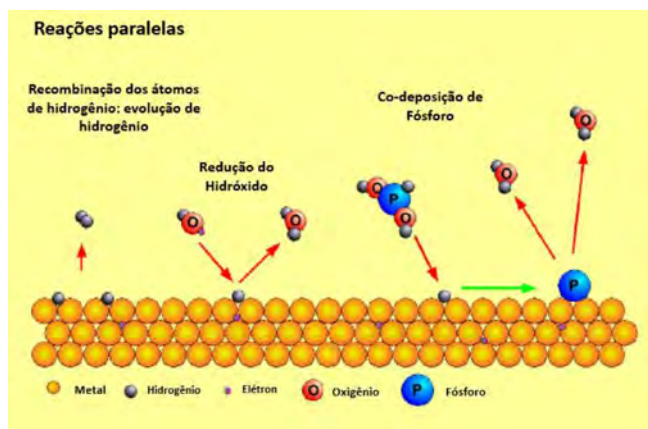


Figura 2: Ilustração da reação superficial do hipofosfito

4. A principal reação que ocorre é a deposição de níquel. Os íons de níquel reagem com os átomos adsorvidos de hidrogênio na formação da camada de metal, enquanto os prótons ficam rodeados de água e estão distribuídos na solução. O pH do meio se torna ácido. A redução direta dos íons níquel a metal pelos elétrons no substrato representa menos de 1% da deposição total do metal.

Todas as reações secundárias produzem maior consumo de hipofosfito do que o necessário na redução dos íons níquel. De acordo com a literatura, sob circunstâncias práticas, aproximadamente, três moléculas de hipofosfito são necessárias para reduzir um íon de níquel. Se usarmos o peso molecular do níquel e do hipofosfito de sódio - 5,4 g deste último seriam necessários para reduzir 1,0 g de íons de níquel.

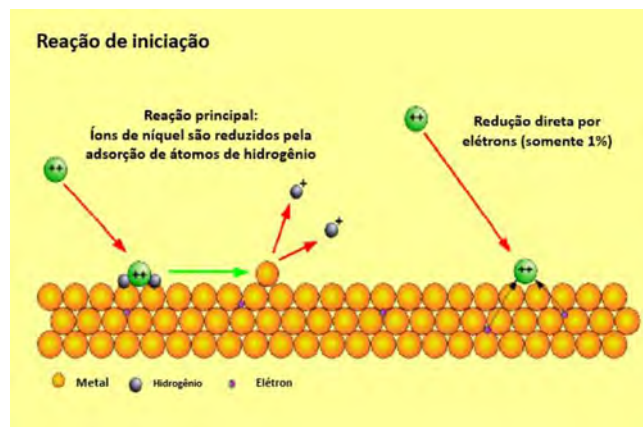


Figura 3: Reação principal de redução do níquel.

CONCLUSÃO

A deposição de metais por processos 'electroless' é mandatória no processo de eletrodeposição de uma superfície não condutora. A reação completa é bastante complexa e tem a influência de vários fatores. Em circunstâncias normais, a reação ocorrerá apenas em superfícies especiais e cataliticamente ativas. No processo de cromação de plásticos, o metal paládio é aquele utilizado para iniciar a deposição sem que haja emprego de corrente elétrica externa. O metal depositado cresce rapidamente ao redor do catalisador devido à sua elevada atividade catalítica. Dependendo do sistema utilizado, a velocidade de deposição pode então desacelerar a partir de determinado momento. Devido ao seu mecanismo de crescimento, quando comparado com a eletrodeposição, as camadas depositadas quimicamente são mais porosas e exibem uma estrutura granular.

Uma fina camada de níquel químico é suficiente em uma bem-sucedida aplicação no processo de cromação de peças plásticas. Geralmente, o tempo de imersão varia de 6 até 12 minutos e depende da exigência requerida.

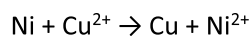
A condutividade elétrica do níquel e do depósito de níquel-liga de fósforo obtido variam de acordo com a presença dos elementos depositados. Excelente condutor, quando comparado com o cobre, o níquel apresenta maior resistividade elétrica.



Nos últimos anos, o desenvolvimento de banhos de níquel químico completamente livres de amônia tornaram-se uma realidade e processos robustos e estáveis foram desenvolvidos

Camada metal	Coefficiente de Expansão Térmico ppm/K	Resistividade elétrica $\mu\Omega \cdot \text{cm}$
Cobre (Cu)	16.6	1.67
Cobre, quimicamente depositado	n/a	>3.0
Níquel (Ni), teórico	13.2	6.8
NiP, 3% Fósforo	n/a	30
NiP, 5-6% Fósforo	n/a	72
NiP, 7% Fósforo	13	73
NiB, 5% Boro	12	89

Em função dessa excepcional característica do metal cobre, podemos aplicar o chamado 'cobre químico' logo após o níquel químico com o intuito de potencializarmos a condutividade da superfície e, dessa forma, obtermos melhores resultados na deposição dos banhos eletrolíticos subsequentes. Na prática, procedemos à conversão da camada de níquel por cobre. A reação pode ser representada pela equação:



Para aplicações que exigem uma alta proteção contra corrosão, camadas de níquel químico bastante espessas são depositadas, atingindo espessuras de até 200 μm de níquel. Nesses casos, o metal é depositado em banhos operados em soluções especialmente formuladas, que trabalham a quente, e capazes de depositar mais

de 20 $\mu\text{m}/\text{h}$. É uma liga contendo boro ou fósforo, e sua concentração oscila na faixa de 3% a 12% em peso.

Para um eletrólito de níquel químico utilizado na produção de peças plásticas, opera-se com uma concentração de 3 g/l de níquel de, aproximadamente, 15 g/l de hipofosfito. Após o consumo de 3 g/l de níquel (ou seja, 1 MTO ou 1 metal turnover), a concentração de fosfito aumenta em cerca de 30 g/l; com isso, a solução muda seu comportamento: a ductilidade do níquel depositado é alterada e a camada torna-se mais quebradiça. Além disso, a condutividade elétrica diminui. A evolução de gás hidrogênio aumenta e provoca redução na velocidade de deposição. Dessa forma, o banho tende a tornar-se menos estável e mais lento. Após a concentração de fosfito atingir valores elevados, a melhor alternativa é substituir a solução, pois essas mudanças físico-químicas irão alterar a alta qualidade exigida no processo.

REFERÊNCIAS

Metallizing of Plastic Substrates, R.Cassat (Rhône Poulenc), Patent US 4,590,115.

Progress in the Understanding of the Hypophosphite Oxidation on Nickel Single Crystals, L.M.Abrantes, M.C.Oliveira, *Electrochim. Acta* 41(10), 1703 (1996).


Modeling of Nickel Surface State in Electrocatalytic Hypophosphite Oxidation according to On-line Mass Spectroscopy Study, Z.Jusys, A.Vaskelis, Ber.Bunsenges. *Phys.Chem.* 101(12), 1865 (1997).

Catalytic Activity of Iron, Nickel and Nickel-Phosphorous in Electroless Nickel Plating, J.Flis, D.J.Duquette, *J.Electrochem. Soc.* 131(1), 34 (1984).

Nucleation and Growth of Electroless Nickel Deposits on Molybdenum activated with Palladium, *ibid* 51 (1984).

The Mechanics of Electroless Nickel Deposition, S.F.Smith (Erieview Metal Trading Co), *Metal Finishing*, May 1979.

On the Mechanism of Electroless Nickel Phosphorous Plating, L.M.Abrantes, J.P.Correia, *J.Electrochem. Soc.* 141 (9), 2356 (1994).

In-situ UV-vis Spectroscopic Study of the Electrocatalytic Oxidation of Hypophosphite on a Nickel Electrode, Y.Zeng, S.Zhou, *Electrochemistry Communications* 1, 217 (1999). 

A metalização por aspersão térmica, soluções anticorrosivas para estruturas metálicas



Conheça detalhadamente os processos mais atuais de metalização por aspersão térmica em estruturas metálicas, suas aplicações e vantagens para garantir proteção anticorrosiva por mais tempo a um custo muito menor a longo prazo

LUIZ CLÁUDIO DE OLIVEIRA COUTO

Engenheiro Metalurgista e professor Professor de Cursos Livres de Metalização nas [Faculdades Oswaldo Cruz](#) e na [Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração - ABM](#).
metalizacao@metalizacao.eng.br

RESUMO

Mesmo após quedas sucessivas desde 2014, o ano de 2021 parece apresentar um cenário de recuperação, tanto para o segmento de produção de aço quanto para o da construção civil no Brasil. A economia proporcionada pela instalação de estruturas metálicas, não só com relação a custos diretos, mas também aos custos indiretos, quando comparada à construção de obras civis de maneira convencional, leva muitos setores a investir de forma acentuada nessa solução, como mostrado em diversos exemplos ao redor do planeta e inclusive no Brasil. Por outro lado, cuidados devem ser tomados para que a ação do ambiente que envolve essas estruturas não afete a sua integridade, principalmente em função de sua potencial ação corrosiva. Os processos de metalização por aspersão térmica têm colaborado de forma bastante eficiente para o aumento da vida útil e redução de custos de manutenção dessas estruturas se comparados a outros sistemas de proteção anticorrosiva, quer substituindo-os, quer complementando-os em sua ação protetiva.

ABSTRACT

Even after successive declines since 2014, the year 2021 seems to present a recovery scenario for both the steel production segment and the civil construction sector in Brazil. The savings provided by the installation of metallic structures, both in relation to direct costs, as well as indirect costs, when compared to the construction of civil works in a conventional manner, leads many sectors to invest heavily in this solution as shown in several examples around the planet and even in Brazil. On the other hand, care must be taken, so that the action of the environment that surrounds these structures does not affect their integrity, mainly due to their potential corrosive action. The processes of thermal spray have collaborated very efficiently to increase the useful life and reduce maintenance costs of these structures, when compared to other corrosion protection systems, either replacing them or complementing them in their protective action.

1. INTRODUÇÃO**1.a. A Construção Metálica e o Tamanho do seu Mercado no Brasil**

As previsões para 2021, apesar de quedas sucessivas desde 2014 e retomada em 2020, são de um crescimento de 5,3% para as vendas de aço no Brasil, segundo o Instituto de Aço Brasil, e de 4% no setor de construção civil.

No último levantamento disponível, baseado nos dados da Produção Industrial Anual-PIA, conteúdo produzido pelo IBGE, especificamente em relação às estruturas de aço (incluindo defensas, torres e pórticos), datado de 2020 (ano base 2019), houve, em 2019, uma recuperação de 24,6% em relação a 2018, quando ocorreu uma redução de mais de 50% em relação ao pico de 2014.

1.b. Evolução da Construção Metálica no País

Estudos das décadas de 1980 e de 1990 previam grande crescimento no setor de aços estruturais e, atualmente, o Brasil presencia o cumprimento dessas previsões, principalmente nos últimos 20 anos – embora defasado em relação a países como Alemanha, Estados Unidos e Reino Unido. Envolvendo uma ampla cadeia produtiva, as estruturas metálicas possuem aplicações nos mais diversos segmentos industriais além da construção civil, como, por exemplo, mecânica em geral, metalurgia, geração de energia, mineração, óleo e gás, química, naval, transporte, agricultura, etc.

1.c. Algumas Características das Estruturas Metálicas na Construção Civil

A construção civil é uma das principais usuárias das estruturas metálicas, que têm, nesse segmento, como suas principais características: a otimização do tempo com o aumento de produtividade, a versatilidade, a sustentabilidade, a alta resistência e redução de custos.

O tempo de construção pode ser reduzido em até 40% quando se utiliza estruturas metálicas, uma vez que as peças chegam prontas à obra, sendo necessária apenas a sua montagem no local, simultaneamente à colocação das fundações da construção. A produtividade também aumenta com a redução do tempo de construção somada à precisão dos projetos das estruturas metálicas, que se apoiam na chamada metodologia BIM (Modelagem da Informação da Construção), atualmente, de suma importância nos projetos de engenharia, simulando a obra real em 3D.

A versatilidade das estruturas metálicas fica evidente na quantidade de segmentos atendidos pelos seus projetos: construção civil, mecânica em geral, metalurgia, geração de energia, mineração, óleo e gás, química, naval, transporte, agricultura e indústria em geral. Isso sem contar que podem ser projetadas e montadas desde pequenas a grandes estruturas para atender a todos esses segmentos.

Podendo ser desmontadas quando não mais necessárias, as estruturas metálicas contribuem com a sustentabilidade graças ao seu descarte e posterior reaproveitamento. Além disso, por não utilizarem água durante a sua montagem, como é o caso da construção em concreto armado, ajudam a reduzir os impactos ambientais, evitando o descarte de resíduos nos canteiros das obras.

Um outro custo-benefício oferecido pelas estruturas metálicas é a sua resistência, que, por outro lado, depende de cuidados especiais para o aumento de sua durabilidade – como, por exemplo, revestimentos que as protejam contra a corrosão.

Também proporcionam redução de custos em relação à necessidade de investimento na construção de paredes estruturais, bem como de fundações, devido ao menor peso do aço em relação a outros tipos de estrutura.

1.d. A Ação da Corrosão nas Estruturas Metálicas

Uma das definições diz que a corrosão do metal é a deterioração de um material metálico após a sua reação com o meio ambiente, o que resulta na perda de suas propriedades. Ou seja, a corrosão é o oposto do que acontece durante o processo siderúrgico, quando alguns elementos químicos são reduzidos e outros adicionados onde “o ferro retorna de forma espontânea aos óxidos que lhe deram origem” (6.g).

Na reação $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (ferrugem), a presença de oxigênio, do ar atmosférico e da água, na forma líquida, vapor ou mesmo umidade relativa, são os fatores básicos para a ocorrência da corrosão do ferro.

Os processos corrosivos classificam-se em: corrosão generalizada, onde a corrosão uniforme, causada pela exposição à atmosfera resultante da ação da umidade e do oxigênio, ocorre em toda a superfície da estrutura com geração de escamas de ferrugem e perda uniforme da espessura; corrosão localizada, que pode ocorrer na forma de corrosão por placas (localizada formando placas com escavações), alveolar (provocando sulcos ou escavações de fundo arredondado), por pites ou puntiformes (acontece em pontos ou pequenas áreas da superfície gerando cavidades que conforme a espessura da chapa, pode perfurá-las), e em frestas (na junção de duas peças ocorre a penetração do eletrólito e do oxigênio, com a geração de uma célula de oxigenação diferenciada resultando em corrosão); corrosão galvânica, onde a formação de pares bimetalicos que, em contato com um eletrólito, resultará na corrosão de um (ânodo o mais eletro negativo) e não de outro (cátodo o mais eletro positivo), devido à sua diferença de potencial elétrico.

Em geral, o meio corrosivo mais importante para as estruturas metálicas é a atmosfera, que, por sua vez, depende do oxigênio (geralmente independe do local, exceto quando se leva em conta diferenças de altitudes) e da umidade relativa do ar (que depende de localização geográfica pois varia de local para local, chegando inclusive a gerar condensação na superfície metálica, dependendo do tempo de permanência do eletrólito sobre a superfície, da temperatura e da agressividade da atmosfera (que, por sua vez, depende do meio ser rural, urbano, industrial ou marítimo).

Por outro lado, podemos também citar a corrosão causada pelo solo que, por sua vez, pode ser gerada por agentes externos (corrosão galvânica ou por corrente de interferência), aeração diferencial (macro pilha de corrosão resultante da diferença de resistividade do solo) ou

ainda por agentes específicos do solo (umidade, resistividade, capacidade de retenção, pH, acidez total, cloretos, sulfatos, microbiologia, agressividade, eletroquímica, etc.).

1.e. A Metalização Levando Soluções Anticorrosivas ao Segmento de Estruturas Metálicas

Graças à diversidade de potenciais agentes corrosivos atuantes na superfície das estruturas metálicas, os processos de metalização por aspersão térmica, à chama e a arco elétrico são as soluções propostas contra a ação da corrosão, bem como alguns dos materiais disponíveis para a formação das camadas protetoras.

2. POR QUE A METALIZAÇÃO?

2.a. Definindo a Metalização

Segundo a AWS (*American Welding Society*), Aspersão Térmica ou Metalização é definida como: “Grupo de processos nos quais se divide finamente materiais metálicos e não metálicos que são depositados em uma condição fundida ou semifundida, sobre um substrato preparado para formar um depósito aspergido”.

2.b. Quais os Processos de Metalização são Utilizados na Proteção das Estruturas Metálicas?

Levando em conta que a maioria dos problemas de degradação encontrados nas superfícies de estruturas metálicas estão ligados à corrosão, lembramos que, embora sejam vários os processos de metalização por aspersão térmica, os dois mais utilizados são a metalização à chama (*flame spray*) e a metalização a arco elétrico (*arc spray*). Destacamos que a metalização por aspersão térmica mantém a integridade do metal-base, não o deformando e nem alterando a sua composição química ou estrutura física durante a aplicação de vários tipos de materiais, tornando-se uma excelente solução para proteção anticorrosiva de estruturas metálicas, voltadas aos mais diversos segmentos industriais.

Levando em conta os processos citados, temos:

2.b.1. Metalização à Chama (*Flame Spray*)

Entre os processos de metalização, a metalização à chama (*flame spray*) é considerada o processo de menor custo em relação aos demais e dispõe de equipamentos dos mais versáteis, sendo ideal para revestimentos de pequenas ou grandes áreas, bem como áreas de difícil acesso. Opera através da combustão de gases para fusão, ou semifusão dos materiais, com temperaturas alcançadas no interior do equipamento da ordem de 2.300°C, acelerando as partículas em direção à superfície

a ser revestida em velocidade superior a 80 m/s, se devidamente preparada. Embora a princípio, nesse processo, a matéria-prima possa ser utilizada na forma de pó, arame, barra ou cordão, cujas composições vão de materiais ferrosos, não-ferrosos e ligas especiais até polímeros e cerâmicos, na maioria dos casos de revestimentos anticorrosivos voltados a estruturas metálicas, o seu formato é de arame metálico de materiais não ferrosos, aços inoxidáveis ou ligas especiais. Porém, como veremos adiante, casos de desenvolvimentos especiais – como o de revestimentos anticorrosivos aplicados em estruturas total ou parcialmente enterradas – utilizam o material de aplicação na forma de pó.

2.b.2. Metalização a Arco Elétrico (*Arc Spray*)

Utiliza energia elétrica como fonte de calor para a fusão dos materiais, atingindo temperaturas, de arco formado entre dois arames, superiores a 25.000°C. Este processo é bastante utilizado na deposição de metais não-ferrosos, mas também de metais ferrosos e ligas especiais, além de poder depositar cermets, carbonetos, nitretos, etc. em núcleos revestidos na forma de arames em superfícies devidamente preparadas. A metalização a arco é geralmente utilizada para o revestimento de grandes áreas através da utilização de arames de metais não-ferrosos, quando o objetivo é a proteção anticorrosiva de estruturas metálicas.

3. A METALIZAÇÃO E A PROTEÇÃO ANTICORROSIVA DAS ESTRUTURAS METÁLICAS

3.a. A Metalização Evitando a Corrosão em Estruturas Metálicas Expostas

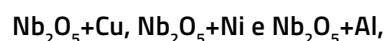
Como já vimos anteriormente, a superfície das estruturas metálicas está sujeita à corrosão, que pode ser originada por diversos motivos. Dentro da resistência à corrosão, dois tipos de proteção são básicos: a galvânica, que pode ser de forma anódica ou catódica, e a blindagem.

Na proteção anódica, de acordo com as condições do meio em que se encontra a estrutura, os materiais mais utilizados são o zinco (Zn), o alumínio (Al), a liga zinco-alumínio (Zn-Al) ou a liga alumínio-magnésio (Al-Mg), que além de contarem com as composições ideais para as suas aplicações, contam também com limites próprios de temperatura e de pH, sob os quais operam de modo eficiente. A proteção catódica pode ser oferecida por materiais como os aços inoxidáveis martensíticos, austeníticos

e duplex, bem como por ligas à base de níquel. Em relação à blindagem, os metais adequados devem ser aplicados de maneira que suas camadas possuam uma espessura mínima e/ou sejam seladas ou, ainda, aplicadas camadas inertes de cerâmicas que também podem ser seladas sobre a superfície metálica a ser protegida.

3.b. Desenvolvimento da Metalização Anticorrosiva em Estruturas Metálicas Enterradas

Embora o zinco seja aplicado também neste caso, levando em conta as possíveis causas de corrosão geradas pelo solo já citadas (agentes externos, aeração diferencial ou agentes específicos), pesquisas foram efetuadas (6.h) utilizando equipamento de metalização à chama para testes de aplicação de três tipos de composições (compósitos) na forma de pó:



com o objetivo de obter o melhor resultado em termos de proteção anticorrosiva para estruturas metálicas enterradas.

O nióbio foi utilizado devido à sua baixa reatividade em relação à maioria dos agentes químicos, resultado da formação do filme passivante de Nb_2O_5 sobre o metal, que se mantém em ampla gama de pH. Nos ensaios, foram adicionados separadamente ao Nb_2O_5 , materiais como cobre, níquel e alumínio - graças à sua resistência à corrosão - devido a um aumento de imunidade e passivação do substrato por eles revestido. Além disso, tais materiais metálicos atuam como uma matriz dúctil para melhorar a aderência do Nb_2O_5 ao substrato.

Depois dos devidos ensaios, verificou-se que, após a aplicação por aspersão térmica, o Nb_2O_5 apresentou mudança de fase, baixo nível de porosidade e que o melhor material metálico usado como matriz dúctil para o compósito foi o cobre – devido ao seu melhor potencial de repouso no sentido catódico, a sua maior sobretensão positiva mesmo em solos mais agressivos, e à sua maior queda ôhmica, o que mais dificulta o deslocamento do equilíbrio da redução do hidrogênio e a maior densidade de corrente de proteção, gerando a maior queda ôhmica que, unida à nobreza dos materiais utilizados no revestimento, gera uma mudança direta na reação de redução do oxigênio. Resumindo, segundo a pesquisa, a aplicação do compósito $\text{Nb}_2\text{O}_5+\text{Cu}$ é o mais recomendável para proteção anticorrosiva de estruturas enterradas em linhas de transmissão.

4. A METALIZAÇÃO PROPONDO SOLUÇÕES ANTICORROSIVAS EM ESTRUTURAS METÁLICAS

4.a. Materiais e Situações Onde a Metalização Atua Contra a Corrosão

Levando em conta composições específicas, os materiais e ligas mais indicados para proteção anticorrosiva, aplicados pelos processos de metalização citados, em estruturas metálicas, são: zinco, alumínio, liga zinco-alumínio e liga alumínio-magnésio, além de aços inoxidáveis e ligas especiais.

O zinco, com alta resistência em meios alcalinos, proporciona excelente proteção contra a corrosão atmosférica, exceto em regiões costeiras, com ciclo de vida proporcional à espessura de camada, dentro dos limites de eficiência do processo de metalização.

O alumínio, com resistência apropriada para ambientes mais ácidos do que o zinco, atua de maneira mais apropriada em ambientes industriais contendo SO_2 , ambiente marinho, altas temperaturas e ambientes com contaminações ácidas.

A liga zinco-alumínio proporciona alta resistência à corrosão em meios de baixo ácido, maior proteção do que o zinco em meios contendo cloretos e SO_2 , e maior proteção do que o zinco e o alumínio em relação à corrosão atmosférica.

A liga alumínio-magnésio mostra-se mais adequada à proteção anticorrosiva do que o alumínio em ambientes marinhos e águas salobras, apresentando maior dureza e maior facilidade de usinagem e polimento.

Aços inoxidáveis austeníticos, ligas especiais à base de molibdênio/cromo/níquel, e camadas aplicadas de ligas níquel/alumínio e cromo/níquel, operam em condições críticas de corrosão e temperatura, principalmente em usinas nucleares.

4.b. As Estruturas Metálicas que Podem ser Protegidas ou Recuperadas pela Metalização

São os mais diversos tipos de estruturas metálicas que podem ter a sua vida útil ampliada ou sua recuperação realizada pelos processos de metalização por aspersão térmica, como por exemplo: pontes, viadutos, passarelas, trilhos ferroviários, instalações de geração de energia em geral (hidrelétrica, eólica, nuclear, solar, etc.), tubulações e tanques/vasos em refinarias de petróleo, instalações portuárias, plataformas offshore, navios, embarcações de pesca, indústrias em geral, estruturas de aço internas ou externas instaladas em edifícios e construções civis,

expostas à alta umidade ou ação do meio ambiente, aço no concreto armado, pontes de concreto, etc.

4.c. A Metalização Anticorrosiva Protegendo Estruturas Metálicas Novas ou Usadas

Dentre as diversas aplicações de revestimentos, depositados pelos processos de metalização voltados às estruturas metálicas citadas, destacamos:

4.c.1. A Metalização Anticorrosiva Protegendo Pontes, Viadutos, Passarelas, Gradis, Portões e Grades

Devido aos altos investimentos e às variadas condições de instalação - em ou sobre estradas e ferrovias ou sobre rios e regiões marinhas, a manutenção de pontes, viadutos e passarelas torna-se dispendiosa, seja em termos de tempo ou de dinheiro. Nesses casos, a utilização de uma proteção anticorrosiva de eficiência comprovada e de alto desempenho é necessária. Como as estruturas de aço das pontes são muito grandes, elas podem ser revestidas em partes nas oficinas dos metalizadores, ou em campo, sem a necessidade de desmontá-las e sem limite de tamanho ou peso, o que lhe proporciona uma grande vantagem em relação aos demais processos de proteção.

Os Estados Unidos tiveram a sua primeira ponte metálica revestida por metalização já em 1936, a Ponte sobre o Rio Kaw, no Kansas, e também o Viaduto da Avenida Ridge, na Filadélfia, em 1938. Também em Ohio/EUA, obras localizadas em Rhode Island's (1984), Morrow (1985), Moses Causeway (1985), Long Island (1985), Morrow (1986), Ohio 314 (1986), Madison (1987), Delaware (1988), Marion (1991), Lawrence (1994), Highland (1995), Scioto (1996), e Highland (2000). Também em Washington (1999), Turnpike (2001), New Jersey (2001), Dakota do Sul (2002), etc.

A ponte Forth Road, instalada em ambiente marinho na Escócia, foi inaugurada em 1964, e metalizada com zinco em suas 1.200 balaustradas e painéis gradeados, seguidas de pintura, e permanece até hoje protegida contra a corrosão. Ao redor do mundo são muitos os exemplos, tais como: a Ponte Auckland Harbour (1958) e a Passarela Te Rewa Rewa, ambas na Nova Zelândia; as Pontes Forth Road (1964), Humber, e a ponte suspensa Clifton, no Reino Unido; a ponte suspensa Pierre-Laporte, no Canadá, com 165.000 m² revestidos em 1979; a Ponte Bosphorus, na Turquia; a Ponte Tsing Ma, em Hong Kong, entre muitas outras.

No Brasil, coordenamos e acompanhamos alguns projetos, como o da recuperação de grades e corrimãos

do Viaduto do Chá, no centro da capital paulista, que receberam revestimentos metalizados para proteção anticorrosiva com a deposição de zinco (proteção anticorrosiva), seguida de bronze (efeito decorativo), retornando ao seu aspecto original no ano de 2000 (Foto 1). Também participamos e acompanhamos o revestimento da ponte metálica da Sabesp, projetada para realizar o abatimento de espuma ácida do Rio Pirapora do Bom Jesus, no Município de Santana de Parnaíba, na Grande São Paulo, revestida com zinco em 1997 (Foto 3). Realizamos ainda, em 1999, por solicitação de um instituto de pesquisas, alguns testes de aplicação de alumínio por metalização na Ponte Pênsil de São Vicente, no Estado de São Paulo, que liga a ilha ao continente, onde amostras de partes da estrutura da ponte (viga e cabo de sustentação) foram metalizadas para posterior avaliação dos efeitos da corrosão marinha sobre a região protegida.

Grades e portões de edifícios, residências, locais públicos, instalações industriais e comerciais também podem ser protegidos contra a corrosão através de camadas de zinco aplicadas pelo processo de metalização (Foto 2).



Foto 1 - Gradil do Viaduto do Chá-Centro de São Paulo/ SP: metalizado com zinco seguido de bronze



Foto 2 - Metalização à chama com zinco em portão



Foto 3 - Ponte para abatimento de espuma ácida no Rio Pirapora do Bom Jesus em Santana do Parnaíba, metalizada com zinco

4.c.2. A Metalização Anticorrosiva Protegendo Torres de Comunicação

A Torre de TV de Guangzhou, na China, com 612m de altura, inaugurada em 2010 para os Jogos Asiáticos, e considerada a mais alta do mundo entre 2009 e 2010, atualmente a segunda colocada, possui alma de concreto e estrutura externa metálica também revestida com alumínio pelo processo de Metalização.

4.c.3. A Metalização Anticorrosiva Protegendo Trilhos Ferroviários

Trilhos ferroviários podem ter a sua vida útil enormemente reduzida, chegando por vezes a seis meses, devido à corrosão que pode causar desde perda de seções dos trilhos até o ataque em regiões localizadas, como ao redor de suas fixações. Falhas na base dos trilhos também podem ocorrer devido à corrosão nela atuante, que, através da criação de pits, muitas vezes invisíveis, geram rachaduras de fadiga que crescem sem serem detectadas, resultando em falhas nos trilhos. Revestimentos de

zinco, aplicados por metalização, fornecem proteção catódica ao aço do trilho (cátodo), transformando a camada em ânodo de sacrifício. Por outro lado, o revestimento de zinco sendo eletricamente condutor, fornece maior tolerância à ação da corrosão através de correntes parasitas.

4.c.4. A Metalização Anticorrosiva Protegendo Instalações de Geração de Energia

As turbinas eólicas, dependendo de sua localização (zonas rurais, urbanas, industriais ou marinhas (terrestres ou offshore), podem ter suas estruturas metálicas protegidas contra a corrosão através da aplicação de revestimentos de zinco, alumínio, ligas zinco/alumínio ou superligas. Ainda que em casos extremos, em instalações offshore - quer seja na zona atmosférica, zona submersa, no interior da torre ou na zona de respingos, a mais crítica, revestimentos metalizados aplicados, além de reduzirem a espessura necessária à construção da estrutura, ampliaram a sua vida útil de 20 para 40 anos.

Usinas nucleares utilizam-se de diversos materiais aplicados por metalização, entre eles: aços inoxidáveis austeníticos, para proteção anticorrosiva, e superligas à base de molibdênio/cromo/níquel, para proteção anticorrosiva principalmente em ambientes contendo cloro. Além de contar com excelente ductibilidade, formabilidade, tenacidade e soldabilidade, um revestimento aplicado em três camadas, tendo como autoligante uma liga de níquel/alumínio, uma camada intermediária de liga cromo/níquel e a camada superficial, de uma outra camada de cromo/níquel. Esta última aplicação é muito utilizada na proteção anticorrosiva de tubos de aço carbono de vapor seco que operam a altas temperaturas, evitando assim a sua perfuração e conseqüente fechamento não planejado da usina, além de proporcionar a resistência ao desgaste por atrito das moléculas de água contidas no vapor, devido à sua resistência à abrasão.

4.c.5. A Metalização Anticorrosiva Protegendo Sistemas de Dutos e Tanques/Vasos na Indústria Petroquímica

Os sistemas de dutos e tanques/vasos na indústria petroquímica sofrem a agressividade da CSI, Corrosão Sob Isolamento (CUI Corrosion Under Insulation), ou seja, a corrosão externa que "pode acontecer quando um fluido corrosivo, incluindo fluidos de processo que vazaram, fica preso sob isolamento ou *fireproofing* (à prova de fogo) e mantido em contato contínuo com o lado externo de tu-

bos ou vasos. A CUI também pode resultar da água retida da chuva ou da condensação da umidade atmosférica" (6.q).

Esse tipo de corrosão, que consome uma significativa parcela do orçamento voltado à manutenção, pode ser combatido (além de proporcionar proteção a longo prazo) através da metalização a chama com alumínio (TSA), com a camada posteriormente selada, inclusive em caso de dutos instalados em cais, expostos a ambientes marinhos hostis, utilizados para transporte de óleo.

4.c.6. A Metalização Anticorrosiva Protegendo Plataformas de Petróleo Offshore

Plataformas de petróleo offshore, como aquelas destinadas ao Mar do Norte, com áreas revestidas de aproximadamente 1.000 m², receberam o chamado TSA (*Thermal Spray Aluminium*), ou a Aspersão Térmica com Alumínio aplicado com o processo a chama (*flame spray*), externa e internamente, em colunas tubulares de 27m, prevendo a prevenção da corrosão na superfície de sua estrutura.

Além das inúmeras partes metálicas que compõem uma plataforma de petróleo offshore que podem ser protegidas por camadas metalizadas, encontra-se ainda a possibilidade do *retrofit* (modernização) de plataformas e, principalmente, a proteção de áreas críticas, como a chamada 'Zona de Splash' das plataformas e embarcações.

4.c.7. A Metalização Anticorrosiva Protegendo Embarcações

O petroleiro MT Polestar da Megaports, com 25 anos de idade na época, apresentou problemas de corrosão na linha d'água, em torno da área curva do local da âncora e na área submersa da embarcação.

O revestimento anticorrosivo aplicado através do processo de metalização em dique seco, em um estaleiro de Singapura, acrescentou à embarcação uma resistência à abrasão muito superior à da tinta no local da âncora, além de proteção contra a corrosão e anti-incrustante na região submersa. Foram metalizados 45m², em cerca de 2 horas de trabalho, em dezembro de 2006. Um levantamento, realizado cerca de 8 anos depois, não detectou nenhuma corrosão significativa nas áreas revestidas do casco do navio.

Cerca de 30% dos custos da indústria naval são devidos a processos de controle de manutenção. Um destaque na metalização anticorrosiva de embarcações

foi o estudo publicado em 1990, sob o patrocínio da Administração Marítima Norte-americana, que, com base em dados obtidos em uma única embarcação, levou em conta uma área aproximada de 295m² de passarelas que recebiam, até então, pintura a cada 2,5 anos e eram substituídas a cada 5 anos devido à sua degradação. Nos custos da metalização estavam inclusos preparação, selagem e pintura. Após 20 anos de acompanhamento em operação, quando comparado ao sistema convencional de pintura até então utilizado, resumidamente, foram obtidos os seguintes resultados: enquanto o valor inicial da metalização (U\$ 129.690,00), que somado às manutenções realizadas a cada 5 anos durante o período, chegando a U\$ 181.566,00, o sistema de pintura, que inicialmente custara U\$ 27.315,00, alcançou, após os 20 anos de manutenções e substituições das estruturas, o valor de U\$ 1.485.135,00. Ou seja, a metalização que inicialmente era de U\$ 102.735,00 'mais cara' que a pintura, após os 20 anos do teste, resultou U\$ 1.303.569,00 mais barata do que a pintura. Resumindo: no final do período considerado (20 anos), o processo de metalização gerou uma economia de cerca de 718% em relação ao sistema de pintura anteriormente utilizado.

4.c.8. A Metalização Anticorrosiva Protegendo Estruturas Metálicas de Edifícios

O Hotel Burj Al Arab Hotel, em Dubai, que já foi considerado o maior do mundo, teve sua construção finalizada em 1999 e conta com mais de 9.000m² de estrutura de aço revestido com alumínio através do processo de metalização a arco elétrico, incluindo o deck do heliporto, o mastro montado no telhado, e seis cintas diagonais de sustentação, cada uma pesando mais de 200 toneladas. A proteção tinha o objetivo de estender-se de 15 a 20 anos, levando em conta que o hotel se localiza numa ilha artificial distante de cerca de 300m da praia de Jumeirah.

Proteção anticorrosiva de áreas internas de instalações públicas, como piscinas cobertas, ou ainda áreas industriais, onde a condensação ocorre normalmente, como em instalações de cervejarias, vinícolas, plantas de pasteurização, entre outras, podem receber camadas de metalização anticorrosiva como forma de proteção. Uma cervejaria, por exemplo, composta de 400 quadros de 0,914m² cada, montados por meio de suportes de união, recebeu uma camada de zinco metalizado, seguido de selante inibidor decorativo que, além de vedar a camada, substituiu a pintura de acabamento.

4.c.9. A Metalização Anticorrosiva Fornecendo Proteção Catódica ao Aço no Concreto

A maior causa da ocorrência de corrosão em estruturas de concreto armado é a ação de sais, cloretos e tratamentos de degelo. Ao penetrar no concreto, o sal corrói o vergalhão, ou barra de reforço de aço, que por sua vez pode causar rachaduras e estilhaços no concreto e, potencialmente, a ruptura da estrutura. Uma solução para esse tipo de degradação é a metalização por aspersão térmica do concreto com alguns tipos de ligas de zinco, dessa forma, ampliando a vida útil da estrutura através de sua proteção contra uma ampla gama de produtos hostis existentes nos ambientes.

A camada metalizada com zinco de alta pureza também pode funcionar como um sistema de corrente impressa, onde o revestimento é conectado a um polo de uma fonte de alimentação de corrente contínua enquanto a barra é conectada ao outro polo da fonte de alimentação. Assim, através da ação da umidade no concreto, o circuito é completado provocando a corrosão do zinco ao invés de atuar sobre os vergalhões. No caso de consertos das estruturas, há a necessidade de reparos nas seções de concreto com vergalhões também reparados ou substituídos. Esse processo, dependendo do revestimento utilizado, pode garantir ao conjunto proteção anticorrosiva de até 20 anos.



Foto 4 - Metalização a chama com deposição de zinco em estrutura de ponte



Foto 5 - Metalização a arco elétrico com deposição de aço inoxidável

5. CONCLUSÃO

Mesmo levando em conta apenas dois, entre os diversos processos de metalização disponíveis (metalização à chama/flame spray e metalização a arco elétrico/arc spray) e a ampla gama de materiais a serem aplicados, a sua atuação no segmento de estruturas metálicas, inclusive aquelas ligadas à construção civil, além das estruturas industriais, transformam a deposição de materiais por aspersão térmica em uma vantajosa forma de proteção anticorrosiva diante dos diversos tipos de agressividade proporcionada pelos mais variados ambientes, quer sejam externos, internos, subterrâneos ou submersos.

A utilização de equipamentos e materiais mais adequados transforma a deposição de camadas anticorrosivas através dos processos de metalização por aspersão térmica em estruturas metálicas em uma alternativa interessante que possibilita, além do aumento da vida útil dessas estruturas (por vezes de forma muito acentuada), a redução dos respectivos custos de manutenção, tanto a nível de tempo como de execução (paradas de manutenção e suas respectivas consequências); uma economia financeira bastante atraente.

Dentre os vários exemplos desses tipos de aplicações, citamos alguns no Brasil, e ao redor do mundo, que fizeram empresas e instituições utilizarem de maneira progressiva e vantajosa as soluções anticorrosivas proporcionada pelos processos de metalização e os respectivos materiais depositados.

6. BIBLIOGRAFIA

6.a. Cenários dos Fabricantes - Website ABCEM Associação Brasileira da Construção Metálica

<https://www.abcem.org.br/site/estatisticas-cenarios-dos-fabricantes.php?et=0&emsg=E0641&ecmp=&bsc=&frm=1&new=1&ope=ver&open=y&cod=38349>

(visualizado em 28/04/2021)

6.b. Construção Civil e Indústria do Aço têm Projeção de Crescimento para 2021 - Website SEBRAE Inteligência Setorial

<https://sebraeinteligenciasetorial.com.br/produtos/noticias-de-impacto/construcao-civil-e-industria-do-aco-tem-projecao-de-crescimento-para-2021/600eace5cb22ae1800d63af0>

(visualizado em 29/04/2021)

6.c Evolução da construção metálica no Brasil - Website Hub Imobiliário

<https://www.hubimobiliario.com/evolucao-da-construcao-metalica-no-brasil/>

(visualizado em 28/04/2021)

6.d. O que você precisa saber sobre estruturas metálicas - Website JRS Soluções Industriais

<https://jrs.digital/2021/04/23/o-que-voce-precisa-saber-sobre-estruturas-metalicas/>

(visualizado em 28/04/2021)

6.e. SENAI lança curso gratuito sobre a metodologia BIM - Website Agência de Notícias CNI

<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/educacao/senai-lanca-curso-gratuito-sobre-a-metodologia-bim/#>

(visualizado em 29/04/2021)

6.f. Estruturas metálicas: Tudo o que você precisa saber - Website Revista Construa <https://revistaconstrua.com.br/noticias/arquitetura/estruturas-metalicas-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>

(visualizado em 29/04/2021)

6.g. Tratamento de Superfície e Pintura - Manual de Construção em Aço - 2ª edição

Celso Gnecco - Roberto Mariano - Fernando Fernandes
Instituto Brasileiro de Siderurgia - CBCA Centro Brasileiro da Construção em Aço - Rio de Janeiro - 2006

6.h. Viabilidade dos Revestimentos Anticorrosivos com Nb2O5/ Cu, Nb2O5/ Ni e Nb2O5/ Al Aplicados por Aspersão Térmica para Estruturas Enterradas de Linhas de Transmissão - Oscar Regis Júnior

Tese de Doutorado. Área de Concentração: Engenharia e Ciência dos Materiais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências dos Materiais - PIPE. Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná - Curitiba/PR - 2011.

6.i. Cursos de Metalização/Aspersão Térmica Luiz Cláudio O. Couto - Faculdades Oswaldo Cruz e ABM (Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração - 2013 a 2020

6.j. Anti-Corrosion Industry - Website MSSA Metal Spray Supplies Australia

<https://www.metalspraysupplies.com/metal-spray-industry-applications/anti-corrosion?showall=1>

(visualizado em 29/04/2021)

6.k. The Coating Solutions Expert - Website Saint-Gobain Coating Solutions

<https://www.coatingsolutions.saint-gobain.com/>

(visualizado em 29/04/2021)

6.l. Metalização na Construção Civil ao Redor do Planeta - InforMetalização N° 1 - Ano 1 - Maio 2010 - pg. 6

Consultoria Técnica, Treinamentos e Cursos de Metalização

<http://metalizacao.eng.br/data/documents/InforMetalizacao-Num.1-mai-2010-www.metalizacao.eng.br.pdf>

6.m. Torre de Televisão de Cantão - Website Wikipédia

https://pt.wikipedia.org/wiki/Torre_de_televis%C3%A3o_de_Cant%C3%A3o

(visualizado em 07/05/2021)

6.n. Lista das Torres mais Altas do Mundo - Website Wikipédia

https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_das_torres_mais_altas_do_mundo

(visualizado em 07/05/2021)

6.o. Anotações Referentes à Aplicação de Alumínio por Metalização em Regiões da Estrutura da Ponte Pênsil (São Vicente/SP) para Posterior Avaliação dos Efeitos da Corrosão Marinha Sobre a Região Protegida - Luiz Cláudio O. Couto 28/09/1999

6.p. A Metalização e os Equipamentos Eólicos - InforMetalização N° 4 - Ano 3 - Janeiro/Fevereiro 2012 - pg. 5 a 11 Consultoria Técnica, Treinamentos e Cursos de Metalização

<http://metalizacao.eng.br/data/documents/InforMetalizacao-Num.4-jan-fev-2012-www.metalizacao.eng.br.pdf>

6.q. Corrosão sob Isolamento - Junho 2019 - Website AIChE The Global Home of Chemical Engineers

<https://www.aiche.org/sites/default/files/2019-06-Beacon-Portuguese%20%28Brazil%29.pdf>

(visualizado em 10/05/2021)

6.r. Apresentação - Metalização por Aspersão Térmica na Indústria de Energia - Luiz Cláudio O. Couto CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) Geração e Transmissão - 12 Fevereiro 2.014

6.s. A Metalização por Aspersão Térmica e o Seu Universo de Aplicações - Luiz Cláudio O. Couto

Revista: Tratamento de Superfície/ABTS N° 219-Abril 2020

<https://b8comunicacao.com.br/wp-content/uploads/2020/04/32-35-materia-tecnica-Luiz-Claudio.pdf>

6.t. A Metalização por Aspersão Térmica-Soluções na Geração de Energia - Luiz Cláudio O. Couto

Revista: Tratamento de Superfície/ABTS N° 222-Janeiro 2021

<https://www.portalts.com.br/a-metalizacao-por-aspersao-termica-solucoes-na-geracao-de-energia>

6.u. Fotos 1, 3, 4 e 5 pertencentes ao arquivo particular do autor

6.v. Foto 2 gentilmente cedida pela Saint-Gobain Coating Solutions

**Luiz Cláudio de Oliveira Couto*

Engenheiro Metalurgista responsável pela Consultoria Técnica, Treinamentos e Cursos de Metalização

www.metalizacao.eng.br

metalizacao@metalizacao.eng.br

[Celular/WhatsApp: \(11\) 96646-7171](tel:(11)96646-7171)

Também atua como professor de Cursos Livres de Metalização nas Faculdades Oswaldo Cruz e na ABM - Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração. 🟩

Área contaminada na galvanoplastia



Conheça, detalhadamente, as previsões legais sobre áreas contaminadas em indústrias de tratamento de superfície como forma de prevenir penalidades ambientais nas esferas cível, administrativa e penal

PEDRO DE ARAÚJO

Consultor Galvanotécnico e Ambiental, com 39 anos de experiência, professor, autor, pesquisador autônomo e inventor. Pós-Graduado 'Latu-Sensu' em Auditoria e Perícia Ambiental pela Unicesumar onde também é Pós-Graduado em MBA em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável. É Tecnólogo em Gestão Ambiental, pela mesma universidade, e Técnico Químico pela ETECAP.

pdearaujo64@gmail.com

A atividade de galvanoplastia requer licenciamento ambiental; é considerada potencialmente poluidora e utilizadora de recursos ambientais de acordo com a Lei 6.938/1981, Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, regulamentada pelo Decreto n 99.274/1990, resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama n° 237/1997, e através do Ministério do Meio Ambiente – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis na Instrução Normativa n° 06/2013 e alterações, que regulamentou o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP. Nos estados, Distrito Federal e municípios, há ampla legislação aplicável.

Decorrente de sua operacionalização, é fácil supor existência de área com potencial de contaminação em parte das instalações que realizam 'serviços de trata-

mento e revestimento em metais' devido ao uso das soluções químicas contendo substâncias orgânicas e inorgânicas perigosas e metais pesados tóxicos, principalmente, pelo descumprimento de exigências técnicas ou condicionantes do licenciamento ambiental no tocante a implementação de ações de prevenção à poluição, conforme normas técnicas específicas – como exemplo, impermeabilização de pisos, construção de canaletas de contenções, exaustão e tratamento de gases, tratamento de efluentes, armazenagem correta de matéria-prima e resíduos, ocorrência de lançamentos indiretos ou diretos de resíduos líquidos, sólidos e gasosos dos processos, no solo, água e ar: conseqüentemente é fácil identificar possíveis áreas contaminadas.

Dessa maneira, os equipamentos produtivos dispostos em determinado *layout* e a operacionalização do empreendimento, informados ao Órgão Estadual de

Meio Ambiente – OEMA, no processo de licenciamento ambiental, mostram o possível local de ocorrer contaminação nas áreas da instalação e, para prevenir a ocorrência, as licenças ambientais geralmente possuem um tópico com exigências técnicas fundamentadas nas informações que foram entregues ao OEMA, ou seja, as condicionantes iniciais, demonstradas em estudos e projetos ambientais, que são compromissos assumidos pelo empreendedor durante o processo de licenciamento.

É importante comunicar ao OEMA qualquer alteração de *layout* com manutenção ou eliminação de parte da instalação e, quando houver qualquer implantação de novos equipamentos ou processos produtivos, é necessário licenciamento ambiental específico para a ampliação.

O histórico do processo de licenciamento ambiental, ao longo da existência do empreendimento, é analisado a cada renovação das licenças e poderá implicar novas exigências técnicas, dependendo do cumprimento das condicionantes iniciais, com a possibilidade de cancelamento da licença de operação caso não sejam efetivamente cumpridas (se constatadas pelo OEMA), incorrendo, ainda, o empreendimento, seus proprietários e pessoas diretamente envolvidas – caso exista dano ambiental – em sanções administrativa, civil e penal. Em diversas situações na renovação da licença de operação, o OEMA pode emitir parecer contrário à renovação devido ao não cumprimento das exigências técnicas.

As figuras 1 e 2, ilustram presença potencial de área contaminada em uma pequena galvanoplastia após remoção dos tanques do setor de niquelação.

Este artigo trata especificamente das áreas contaminadas nas atividades de galvanoplastia (onde se realizam 'serviços de tratamento e revestimento em metais') e pretende, de forma resumida, nortear os empreendimentos nas ações, seja para evitar a ocorrência ou para mitigar o ocorrido.

De acordo com a Cetesb (2021), a "área contaminada pode ser definida como uma área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação causada pela introdução de quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural. Nessa área, os poluentes ou contaminantes podem se concentrar em subsuperfície nos diferentes compartimentos do ambiente, como, por exemplo, no solo, nos sedimentos, nas rochas, nos materiais utilizados para aterrar os terrenos, nas águas subterrâneas ou, de uma forma geral, nas zonas não saturada e saturada, além de poderem se concentrar nas paredes, nos pisos e nas estruturas de construções. Os

poluentes ou contaminantes podem ser transportados a partir desses meios, propagando-se por diferentes vias, como o ar, o próprio solo, as águas subterrâneas e superficiais, alterando suas características naturais de qualidade e determinando impactos negativos e/ou riscos sobre os bens a proteger, localizados na própria área ou em seus arredores".



Figura 1 – Indícios de contaminação na área de niquelação em piso sem impermeabilização.

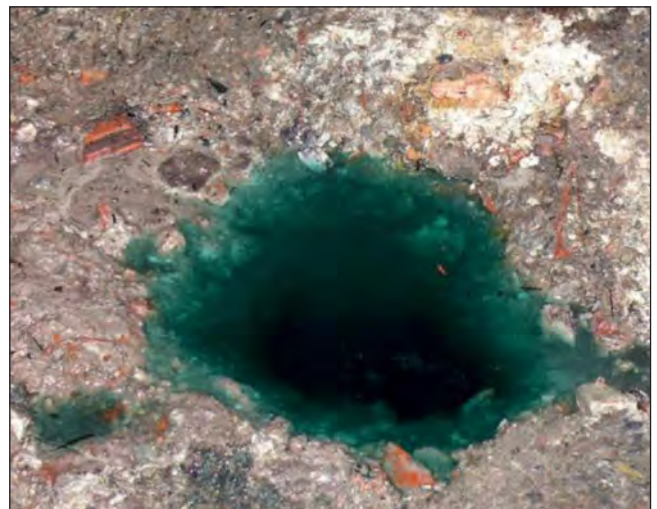


Figura 2 – Detalhe da contaminação na área de niquelação.

Área contaminada é passivo ambiental decorrente de alguma poluição causada pela atividade humana e/ou da empresa, a responsabilidade está descrita na Política Nacional do Meio Ambiente-PNMA, artigo 14, § 1º, "(...) é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por

danos causados ao meio ambiente”. Essa responsabilidade é solidária entre agentes causadores da degradação ambiental, proprietários do imóvel na época do evento, e atuais, dificultando a transferência da propriedade e posterior uso para outras finalidades enquanto não houver reparação do dano auferido. Dentre outras leis aplicáveis à questão, vale destacar a Lei nº 9.605/98, de Crimes Ambientais, e a Lei nº 12.305/2010, da Política Nacional de Resíduos Sólidos, da qual destaco o “art.3º (...) II-área contaminada: local onde há contaminação causada pela disposição, regular ou irregular, de quaisquer substâncias ou resíduos; III-área órfã contaminada: área órfã contaminada: área contaminada cujos responsáveis pela disposição não sejam identificáveis ou individualizáveis”.

LEGISLAÇÃO FEDERAL - ÁREAS CONTAMINADAS

O tema ‘áreas contaminadas’ está regulamentado na esfera federal, conforme a PNMA recepcionada na Constituição Federal (CF) de 1988, considerando bens a proteger (a saúde e o bem-estar da população; a fauna e a flora; a qualidade do solo, das águas e do ar; os interesses de proteção à natureza e paisagem; a ordenação territorial e planejamento regional e urbano; a segurança e ordem pública), e através da resolução do Conama nº 420/2009, alterada pela resolução Conama nº 460/13, Instrução Normativa IBAMA nº 06/2014, bem como são aplicáveis, entre outras, as normas técnicas: ABNT NBR 15495; ABNT NBR 15515, partes 1, 2 e 3; ABNT NBR 1584; ABNT NBR 16209; e ABNT NBR 16210.

Mais de uma década se passou e parte dos estados brasileiros ainda não possui legislação específica a partir da edição da resolução CONAMA nº 420/2009, consequentemente, esses estados não cumprem e não possuem normas sobre o tema.

LEGISLAÇÃO PAULISTA – ÁREAS CONTAMINADAS

O estado de São Paulo é pioneiro em legislar e agir em favor do meio ambiente. Desde o século 19, o Decreto nº 233/1894, Código Sanitário, em seu capítulo VII, classificou: “(...) as fábricas e oficinas que podem concorrer para modificar o meio sanitário estão classificadas em três categorias: incômodas, perigosas e insalubres”. A seguir, destaco, dentre outras, a legislação paulista aplicável ao tema áreas contaminadas:

- **Lei nº 1.817/1978.** Estabelece objetivos e diretrizes para o desenvolvimento industrial metropolitano, e disciplinou o zoneamento industrial; a localização; a classificação; e o licenciamento de estabelecimentos industriais na Região Metropolitana da Grande São Paulo, restringindo atividades industriais perigosas em áreas densamente urbanizadas.
- **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988;** artigo 225.
- **Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas - Cetesb** (iniciado nos anos de 1990, fruto do primeiro termo de cooperação técnica com e a agência alemã GTZ); com a indicação de conceitos, informações e metodologias voltadas à remediação dessas áreas, visando adquirir competência específica para avaliar e gerenciar as áreas contaminadas. Atualmente, o manual está em sua terceira edição, lançada em 08/04/2021.
- **Lei nº 9.472/1996** (Atualizada até a Lei nº 9.999/1998). Disciplina o uso de áreas industriais no Estado de São Paulo de que trata o artigo 8.º da Lei nº 1.817/1978.
- **Lei nº 9.509/1997.** Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.
- **Lei nº 10.083/1998** (Atualizada até a Lei nº 10.145/1998) – Código Sanitário Paulista. Dispõe sobre a correlação direta entre fatores ambientais e riscos à saúde, como, por exemplo, os relacionados à organização territorial, às atividades produtivas e de consumo, às fontes de poluição, e às substâncias perigosas e tóxicas; entre outras questões.
- **Resolução Conjunta SS/SMA-01/2002.** Define procedimentos para ação conjunta das Secretarias de Estado da Saúde e Meio Ambiente no tocante às áreas contaminadas por substâncias perigosas.
- **Decreto nº 54.645/2009.** Regulamenta os dispositivos da Lei nº 12.300 de 2006, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos.
- **Lei nº 13.577/2009,** regulamentada pelo Decreto nº 59.263/2013. Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas e dá outras providências correlatas.
- **Decisão Cetesb nº 045/2014.** Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, em substituição aos Valores Orientadores de 2005 e dá outras providências.
- **Resolução SMA nº 10/2017.** Dispõe sobre a definição das atividades potencialmente geradoras de áreas contaminadas.
- **Lei nº 997/1976 e seu Decreto nº 8.468/1976.** Dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente no Estado de São Paulo.

- **Resolução SMA nº 11/2017.** Dispõe sobre a definição das regiões prioritárias para a identificação de áreas contaminadas.
- **Instrução Técnica nº 039/2017** (Atualizada em agosto/2019) – Cetesb. Dispõe sobre os trâmites administrativos e as atribuições referentes à aplicação do “Procedimento para a Proteção da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas”, “Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas” e “Diretrizes para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Âmbito do Licenciamento Ambiental”.
- **Decisão de Diretoria nº 038/2017/C.** Dispõe sobre a aprovação do “Procedimento para a Proteção da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas”, da revisão do “Procedimento para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas”, e estabelece “Diretrizes para Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Âmbito do Licenciamento Ambiental”, conforme a Lei nº 13.577/2009 e o Decreto nº 59.263/2013.

ENQUADRAMENTO LEGAL DA ATIVIDADE DE GALVANOPLASTIA - ÁREAS CONTAMINADAS

A atividade de galvanoplastia pertence à Classificação Nacional de Atividade Econômica – CNAE 25.39-0-02 – Sub Classe – Serviços de tratamento e revestimento em metais. No estado de São Paulo está inserida na Resolução SMA nº 10/2017, em seu artigo 1º, inciso XVI: “Todas as atividades pertencentes à divisão 25 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL, EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS”.

A tabela 1 mostra todas as atividades descritas na CNAE, divisão 25, “Subclasse 25.39-0-02 – Serviços de tratamento e revestimento em metais”, considerados “Atividades Potencialmente Geradoras de Áreas Contaminadas”.

PREVENÇÃO E CONTROLE DA CONTAMINAÇÃO DE ÁREAS

A prevenção à poluição começa no projeto do empreendimento industrial. No caso da galvanoplastia, pode ser uma seção de empresa cuja atividade principal é outra na CNAE – ou a atividade principal será prestação de serviços de galvanoplastia a terceiros –; deve conter os equipamentos e tecnologias necessários, indicados no processo de licenciamento e as condicionantes são descritas nas licenças ambientais, para solo, água, ar, ruído, fauna, flora, populações, natureza e paisagem, ordenação territorial, planejamento regional e urbano, com implicações à segurança e ordem pública.

Tabela 1 – Atividades Potencialmente Geradoras de Áreas Contaminadas, Subclasse 25.39-0-02 da CNAE

2539-0/02	AFIAÇÃO, AMOLAR FERRAMENTAS (FACAS, FACÕES, EXCETO DE USO PESSOAL E DOMÉSTICO); SERVIÇOS DE
	ANODIZAÇÃO; SERVIÇO DE
	CHAPAS E PECAS METÁLICAS, IMPRESSÃO DE
	COBREAGEM; SERVIÇO DE
	CRIOGENIA EM FERRAMENTAS; SERVIÇOS DE
	CROMAGEM; SERVIÇO DE
	DECAPAGEM; SERVIÇO DE
	DOURAÇÃO EM METAIS; SERVIÇO DE
	ESMALTAGEM; SERVIÇO DE
	ESTANHAGEM; SERVIÇO DE
	GALVANIZAÇÃO; SERVIÇOS DE
	GALVANOPLASTIA; SERVIÇO DE
	METALIZAÇÃO; SERVIÇOS DE
	NIQUELAÇÃO; SERVIÇO DE
	PINTURA ELETROSTÁTICA; SERVIÇO DE
	PINTURA EM PRODUTOS METÁLICOS; SERVIÇO DE
	PINTURA INDUSTRIAL; SERVIÇO DE
	PLACAS METÁLICAS GRAVADAS, FABRICAÇÃO DE
	POLIMENTO DE METAIS; SERVIÇO DE
	REVESTIMENTO NÃO METÁLICO EM METAIS (PLASTIFICAÇÃO, LACAGEM, ETC); SERVIÇOS DE
TEMPERA, CEMENTAÇÃO DE AÇO, RECOZIMENTO DE ARAME, TRATAMENTO TÉRMICO; SERVIÇO DE	
TRATAMENTO E REVESTIMENTO EM METAIS; SERVIÇOS DE	
TRATAMENTO TÉRMICO DO AÇO; SERVIÇO DE	
ZINCAGEM; SERVIÇO DE	

GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

O gerenciamento de áreas contaminadas deve seguir a Resolução do Conama nº 420/2009, alterada pela resolução Conama nº 460/2013, conforme os critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas, que estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. A resolução descreve o processo de gerenciamento de áreas contaminadas. É recomendável a sua leitura e verificação do fluxograma no anexo III, preconizado no artigo 23, que ilustra as etapas do gerenciamento de áreas contaminadas.

No estado de São Paulo, a Cetesb normatiza a identificação, investigação, cadastro e reabilitação de áreas contaminadas, de conformidade com a legislação federal e paulista, através de procedimentos técnicos, decisões de diretoria, e do Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

O processo de investigação pode ocorrer durante o funcionamento da empresa por autodeclaração ou exigência do OEMA (Órgão Estadual de Meio Ambiente) ou mesmo sendo obrigatório para cumprir o plano de desativação do empreendimento. Consiste na avaliação preliminar, investigação confirmatória, investigação detalhada, avaliação de risco e ações para reabilitação da área contaminada, quando necessário, até que as concentrações das substâncias detectadas atinjam níveis aceitáveis, segundo a legislação, para obter o termo de reabilitação para o uso pretendido. Todas as etapas são conduzidas por equipes especializadas multidisciplinares e implicam elevado custo na execução, além de demandarem longo tempo para realização.

A **avaliação preliminar** é realizada com base no levantamento histórico dos usos e ocupações das áreas do empreendimento, e seu entorno, objetivando identificar a realização de atividades e possíveis danos ambientais causados, e seus causadores, identificando as ocorrências na linha do tempo em análise – geralmente várias décadas são avaliadas no estudo.

Segundo a Cetesb – DD nº 38/2017, Anexo 2, item 4.1.3, “a etapa de Avaliação Preliminar tem como objetivo caracterizar as atividades desenvolvidas e em desenvolvimento na área sob avaliação, identificar as áreas-fonte e as fontes potenciais de contaminação (ou mesmo fontes primárias de contaminação) e constatar evidências, indícios ou fatos que permitam suspeitar da existência de contaminação, embasando sua classificação como Área Suspeita de Contaminação (AS) e orientando a execução das demais etapas do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.”

Na segunda etapa, realiza-se a Investigação Confirmatória conforme Cetesb – DD nº 38/2017, Anexo 2, item 4.1.4, que diz: “A etapa de Investigação Confirmatória tem como objetivo principal confirmar ou não a existência de contaminação na área em avaliação, por meio da investigação de todas as fontes potenciais e primárias de contaminação identificadas na etapa de Avaliação Preliminar, e como objetivo adicional a obtenção de dados iniciais necessários à caracterização do meio físico. Estão obrigados à realização desta etapa os Responsáveis Legais pelas áreas nas quais, durante a realização da Avaliação Preliminar, tenham sido identificados indícios ou suspeitas de contaminação (artigo 23 do Decreto nº 59.263/2013), as áreas convocadas ou demandadas pela Cetesb e as áreas com potencial de contaminação (AP) enquadradas em pelo menos uma das situações indicadas no artigo 27 do Decreto nº 59.263/2013”.

Nessa etapa são realizadas as perfurações dos poços de monitoramento, coletas das amostras nos locais indicados na Investigação Confirmatória e os resultados dos laudos analíticos das amostras de solo, águas subterrâneas e outros materiais, que são comparados com os valores de referência para as substâncias encontradas, emitindo-se Relatório de Investigação Confirmatória conclusivo acerca da existência ou não de contaminação na área investigada. As áreas classificadas como “Área Contaminada sob Investigação” serão demandadas a realizar a “Investigação Detalhada” e a “Avaliação de Risco”. No caso de inexistência de área contaminada, o passo seguinte é requerer a emissão de parecer de liberação da área para futuros usos junto ao OEMA.

A Investigação Detalhada é realizada conforme a norma da Cetesb – DD nº 38/2017, Anexo 2, item 4.1.5: “(...) tem como objetivo caracterizar o meio físico onde se insere a Área Contaminada sob Investigação (ACI), determinar as concentrações das substâncias químicas de interesse, nos diversos meios avaliados, definir tridimensionalmente os limites das plumas de contaminação, quantificar as massas das substâncias químicas de interesse considerando as diferentes fases em que se encontram, caracterizar o transporte das substâncias químicas de interesse nas diferentes unidades hidroestratigráficas e sua evolução no tempo, e caracterizar os cenários de exposição necessários à realização da etapa de Avaliação de Risco”. O Relatório de Investigação Detalhada é extenso e rico em informações que subsidiam as decisões posteriores.

A Avaliação de Risco é realizada conforme previsão da Cetesb – DD nº 38/2017, Anexo 2, item 4.1.6: “(...) os objetivos da Avaliação de Risco são caracterizar a existência de risco aos receptores identificados, expostos e potencialmente expostos às substâncias químicas de interesse presentes na Área Contaminada sob Investigação (ACI) e decidir sobre a necessidade de implementação de medidas de intervenção”.

Também são avaliados: “Risco à Saúde Humana, visando à determinação dos riscos e das Concentrações Máximas Aceitáveis (CMA) para os receptores humanos identificados, devendo ser realizada por meio do uso da Planilha para Avaliação de Risco para Áreas Contaminadas sob Investigação da Cetesb”.

Ainda, conforme Cetesb – DD nº 38/2017, Anexo 2, item 4.1.6.2: “Avaliação do Risco Ecológico deverá ser elaborada nas situações em que exista ecossistema natural sob influência ou que possam estar sob influência de uma Área Contaminada sob Investigação (ACI) objetivando verificar a ocorrência de risco para uma espécie, comuni-

dade ou ecossistema. Deve ser realizada por Unidade de Exposição e por compartimento ambiental, considerando efeitos diretos e indiretos aos receptores ecológicos, estruturais e funcionais, nas escalas espacial e temporal". Pode ser necessária a "Identificação de Risco considerando Padrões Legais Aplicáveis" para a "identificação dos riscos potenciais e presentes por meio da constatação de concentrações das substâncias químicas de interesse que superem os padrões legais aplicáveis".

A Cetesb, em sua DD nº 38/2017, Anexo 2, item 4.1.6.4, cita que pode ser necessária a "Identificação de Risco considerando Padrões Legais Aplicáveis e Modelagem Matemática" para "simular o comportamento temporal da contaminação, possibilitando a verificação de alterações nos cenários de exposição, e prever a potencial alteração da qualidade de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, assim como definir a necessidade de adoção de medidas de intervenção".

De modo complementar, procede-se à "Identificação de Perigo à Vida ou à Saúde da População, em decorrência da contaminação de uma área, conforme descritas no artigo 19 do Decreto nº 59.263/2013, também determina a classificação da área como Área Contaminada com Risco Confirmado (ACRI). Nesses casos, a análise da situação deverá caracterizar o vínculo entre a contaminação e o perigo existente, sendo recomendável, para tanto, a utilização dos resultados do mapeamento das plumas de contaminação e de resultados de medições que possibilitem a identificação de exposição aguda, como do índice de inflamabilidade e amostragem de gases e vapores".

Assim, procede-se à execução como descrito em Cetesb – DD nº 38/2017, Anexo 2 item 4.1.6.6 – Relatório de Avaliação de Risco, conforme os resultados encontrados, deverá ser apresentada, dentre outras exigências do relatório, "conclusão acerca da existência de risco acima dos níveis considerados aceitáveis e da necessidade de adoção de medidas de intervenção, Proposta de Plano de Monitoramento para Encerramento, nos casos em que a área sob avaliação tenha sido classificada como Área em Processo de Monitoramento para Encerramento (AME), identificação de todos os Responsáveis Legais e do Responsável Técnico (conforme artigo 18 do Decreto nº 59.263/2013), cópia atualizada (expedida há 3 meses no máximo) de todas as matrículas do imóvel onde se localiza a área sob avaliação; nos casos em que a área do imóvel seja composta por mais de uma matrícula, estas deverão ser identificadas em planta".

A Cetesb analisará as informações contidas no relatório de 'Avaliação de Risco' e comunicará ao Responsável Legal a aceitação ou não do relatório, demandando-o a

apresentar o 'Plano de Intervenção do Processo de Reabilitação de Áreas Contaminadas'.

O 'Plano de Intervenção' é realizado conforme a norma da Cetesb – DD nº 38/2017, Anexo 2, item 4.2, (Capítulo III, Seção III do Decreto nº 59.263/2013 – artigos 40 a 55). O 'Processo de Reabilitação de Áreas Contaminadas' é constituído de três etapas: Elaboração do Plano de Intervenção; Execução do Plano de Intervenção; e Monitoramento para Encerramento. Todas as etapas demandam alto custo e longo tempo para execução, são complexas e ricas em detalhamento técnico objetivando a segurança, resultados satisfatórios e qualidade na realização, até o fim do processo.

Ao final do processo é requerida, conforme descrito na Cetesb – DD nº 38/2017, Anexo 2, item 4.2.4., a 'Emissão do Termo de Reabilitação para o Uso Declarado': "Após a Execução do Plano de Intervenção e do Monitoramento para Encerramento, atingidos os objetivos do Plano de Intervenção, a área será classificada pela Cetesb como Área Reabilitada para o Uso Declarado (AR) e será emitido o Termo de Reabilitação para o Uso Declarado".

As 'Ações Emergenciais' são tratadas conforme descrito no Capítulo III, Seção I do Decreto nº 59.263/2013, artigo 19: caso seja detectada situação de "perigo à vida ou à saúde da população, em decorrência da contaminação de uma área, o responsável legal deverá comunicar imediatamente tal fato à Cetesb e à Secretaria Estadual de Saúde e adotar prontamente as providências necessárias para elidir o perigo". Essa obrigatoriedade deve ser observada em todas as etapas do processo de 'Gerenciamento de Áreas Contaminadas'.

No Decreto nº 59.263/2013 está prevista a averbação de informações sobre a situação das áreas contaminadas nas matrículas dos imóveis junto ao Cartório de Registro de Imóveis, nas seguintes situações:

- a) art. 30, V, quando a área for classificada como 'Área Contaminada sob Investigação (ACI)'; providenciada pela Cetesb;
- b) art. 41, III, quando a área for classificada como 'Área Contaminada com Risco Confirmado (ACRI)'; a Cetesb determinará ao Responsável Legal que providencie a averbação sobre os riscos identificados na etapa de Avaliação de Risco;
- c) art. 54, II, quando a área for classificada como 'Área Reabilitada para o Uso Declarado (AR)'; a Cetesb determinará ao Responsável Legal pela área que providencie a averbação do conteúdo do Termo de Reabilitação para o Uso Declarado na respectiva matrícula imobiliária.

Quando o proprietário não for identificado ou localizado, a cientificação da informação sobre a averbação na matrícula poderá ser realizada por meio da publicação no Diário Oficial do Estado de São Paulo. Na existência de imóveis com unidades autônomas, ou nos casos em que o proprietário não tenha sido identificado, localizado, ou em sua omissão, a Cetesb poderá providenciar, junto ao Cartório de Registro de Imóveis, a averbação da informação sobre os riscos identificados na 'Avaliação de Risco' e do conteúdo do 'Termo de Reabilitação para o Uso Declarado' nas respectivas matrículas imobiliárias. Quando necessário, a averbação da contaminação, dos riscos identificados e da reabilitação poderão ocorrer de forma concomitante.

Se houver descumprimento de etapas do gerenciamento de áreas contaminadas, conforme descrito nos Artigos 34, 35 e 51, do Decreto nº 59.263/2013, nas áreas em que não tenha ocorrido a execução de quaisquer das etapas do 'Gerenciamento de Áreas Contaminadas pelo Responsável Legal', a Cetesb aplicará as sanções administrativas legais previstas na legislação vigente. Caso persista, o descumprimento das exigências, a Cetesb estabelecerá uma ordem de prioridade e encaminhará o caso ao Fundo Estadual para Prevenção e Remediação de Áreas Contaminadas – FEPRAC, criado pela Lei nº 11.577/2009, para que o seu Conselho de Orientação decida sobre a possibilidade de utilização de recursos do FEPRAC para a execução das ações necessárias.

O 'Plano de Desativação e Declaração de Encerramento' está descrito no Decreto nº 59.263/2013, artigos 56 a 59. Especialmente no artigo 56, que trata: "(...) a desativação, total ou parcial, bem como a desocupação dos empreendimentos onde foram desenvolvidas 'Atividades Potencialmente Geradoras de Áreas Contaminadas' – e, portanto, sujeitas ao licenciamento ambiental – deverá ser precedida de comunicação da suspensão ou o encerramento das atividades no local à Cetesb".

O 'Procedimento para Reutilização de Áreas Contaminadas' está descrito no Decreto nº 59.263/2013, artigos 61 a 64, e deve ser realizado conforme norma da Cetesb - DD nº 38/2017, Anexo 2, itens 4.1.3 e 4.1.4.

Já o 'Gerenciamento de Áreas Contaminadas Críticas' está descrito no Decreto nº 59.263/2013, artigos 65 e 66. É definido em função dos danos ou riscos "iminentes à vida ou à saúde humana, inquietação na população ou conflitos entre os atores envolvidos, exigindo imediata intervenção pelo responsável ou pelo poder público, com necessária execução diferenciada quanto à intervenção, comunicação de risco e gestão da informação".

As 'Infrações e Penalidades' são tratadas no Decreto nº 59.263/2013, artigos 82 a 93, e, entre outras sanções,

a multa pode variar conforme o art. 88, que diz: "I - infrações leves: de 04 a 1000 vezes o valor da UFESP; II - infrações graves: de 1001 a 5.000 vezes o valor da UFESP; III - infrações gravíssimas: de 5.001 a 4.000.000 vezes o valor da UFESP".

O 'Cadastro/Sistema de Áreas Contaminadas e Reabilitadas – SIACR' está descrito no Decreto nº 59.263/2013, artigos 5º ao 10, constituído, atualizado e administrado pela Cetesb, e se constitui do conjunto de informações públicas, podendo ser consultadas, mediante solicitação de vistas, com dados referentes às Áreas com Potencial de Contaminação (AP), Áreas Suspeitas de Contaminação (AS), Áreas Contaminadas (ACI, ACRI, ACRe, ACru e ACcrítica), Áreas em Processo de Monitoramento para Encerramento (AME) e Área Reabilitada para o Uso Declarado (AR), obtidas durante a execução do Gerenciamento de Áreas Contaminadas, com ampla divulgação anual da Relação de Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo, disponíveis na página do OEMA na internet. As informações contidas no SIACR propiciam a realização das comunicações com a população, órgãos municipais, Secretaria Estadual da Saúde, DAEE, Corpo de Bombeiros, Ministério Público, Concessionárias, Responsável Legal e Responsável Técnico.

CONCLUSÃO

Considerando que a legislação atual relativa ao tema área contaminada está redigida principalmente a partir da Resolução Conama nº 420/2009 (atualizada na Resolução Conama nº 460/2013), estabelecendo valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e é referência para ações de intervenção e reabilitação das áreas contaminadas, visando atingir um risco tolerável para o uso declarado ou futuro de determinada área contaminada, infelizmente, em muitas situações, a reabilitação não ocorrerá integralmente como existia em período anterior ao evento da ação antrópica negativa, deixando um rastro tolerável e aceito de contaminação no local, podendo afetar os meios físicos e bióticos, e há questionamentos no âmbito jurídico.

Os investimentos demandados para prevenção e controle à poluição das atividades de galvanoplastia são geralmente pequenos em relação aos custos necessários para mitigar área contaminada. A conformidade legal ambiental, desde o início da operacionalização de um empreendimento que possui atividade de galvanoplastia, dentre outras, e uso da contabilidade ambiental são fundamentais para se evitar grandes passivos ambientais e longas batalhas jurídicas. É possível produzir na galvanoplastia sustentável desde que se adote esse paradigma, ao contrário, a lei existe, é aplicada e não há lamento ou argumento que salve. A escolha é de cada um.

REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 15495-1:2007 Versão Corrigida 2:2009 Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares – Parte 1: projeto e construção. Rio de Janeiro, 2009. 25 p.
- ABNT. NBR 15495-2:2008 Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares – Parte 2: desenvolvimento. Rio de Janeiro, 2008. 24 p.
- ABNT NBR 15847:2010 - Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento - métodos de purga. Rio de Janeiro, 2010. 15 p.
- ABNT NBR 15515-1:2007 Versão Corrigida:2011. Passivo ambiental em solo e água subterrânea parte 1: Avaliação preliminar. Rio de Janeiro, 2011. 47 p.
- ABNT NBR 15515-2:2011. Passivo ambiental em solo e água subterrânea parte 2: Investigação confirmatória. Rio de Janeiro, 2011. 19 p.
- ABNT NBR 15515-3:2013. Passivo ambiental em solo e água subterrânea parte 3 – Investigação detalhada. Rio de Janeiro, 2013. 18 p.
- ABNT NBR 16209:2013. Avaliação de risco a saúde humana para fins de gerenciamento de áreas contaminadas. Rio de Janeiro, 2013. 40 p.
- ABNT NBR 16210:2013 - Modelo conceitual no gerenciamento de áreas contaminadas – Procedimento. Rio de Janeiro, 2013. 4 p.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 set.1981.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nos 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo no 186/2008. o Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 out.1988.
- BRASIL. Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 7 jun.1990.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e no exercício da competência, bem como as atividades e empreendimento sujeitos ao licenciamento ambiental. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>, acesso em 9.11.2020.
- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 jan. 1998.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 249, p. 81-84.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 ago.2010.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 460, de 30 de dezembro de 2013. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF p. 153.
- BRASIL. Instrução Normativa IBAMA nº 06 de 15 de março de 2013, que regulamentou o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais - CTF/APP, disponível em https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2013/in_ibama_06_2013_regulamenta_ctf_atividades_poluidoras_utilizadoras_recursos_ctf_app.pdf, acesso em 15/06/2021.
- BRASIL. Instrução Normativa IBAMA nº 6, de 24 de março de 2014 (alterada pela instrução normativa IBAMA nº 01/2015). Regulamenta o Relatório Anual de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais - RAPP. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 abr.2014.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Classificação Nacional de Atividade Econômica - CNAE 25.39-0-02 - Sub Classe - Serviços de tratamento e revestimento em metais, disponível em <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?subclasse=2539002&iew=subclasse>, acesso em 15/06/2021.
- Cetesb (São Paulo). Decisão de Diretoria nº 045/2014/E/C/I, de 20 de fevereiro de 2014. Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo - 2014, em substituição aos Valores Orientadores de 2005, e dá outras providências. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, v. 124, nº. 36, 21 fev. 2014. Seção 1, p. 53.
- Cetesb (São Paulo). Decisão de Diretoria nº 256/2016/E, de 22 de novembro de 2016. Dispõe sobre a aprovação dos “Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo - 2016” e dá outras providências. Diário Oficial, São Paulo, Seção I, v. 126, n. 219, p. 55-56.
- Cetesb (São Paulo). Decisão de Diretoria nº 038/2017/C - Dispõe sobre a aprovação do “Procedimento para a Proteção da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas”, da revisão do “Procedimento para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas” e estabelece “Diretrizes para Gerenciamento de Áreas Contaminadas

- no Âmbito do Licenciamento Ambiental”, conforme a Lei nº 13.577/2009 e o Decreto nº 59.263/2013, disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/DD-038-2017-C.pdf>, acesso em 15/06/2021.
- Cetesb (São Paulo). IT – 039/2017 (Atualizada em agosto/2019) – Dispõe sobre os trâmites administrativos e as atribuições referentes à aplicação do Procedimento para a Proteção da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas, Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas e Diretrizes para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Âmbito do Licenciamento Ambiental, disponível em https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2019/08/IT_039.pdf, acesso em 15/06/2021.
 - Cetesb (São Paulo). Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas terceira edição 2021, disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/documentacao/manual-de-gerenciamento-de-areas-contaminadas/informacoes-gerais/apresentacao/>, acesso em 14/06/2021.
 - SÃO PAULO (ESTADO). Decreto nº 233 de 2 de março de 1894. Estabelece o Código Sanitário. disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1894/decreto-233-02.03.1894.html>, acesso em 15/06/2021.
 - SÃO PAULO (ESTADO). Lei nº 997 de 31 de maio de 1976, (Atualizada até a Lei nº 9.477, de 30 de dezembro de 1996). Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1976/lei-997-31.05.1976.html>, acesso em 14/06/2021.
 - SÃO PAULO (ESTADO). Decreto nº 8.468 de 8 de setembro de 1976. Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente, disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-08.09.1976.html>, acesso em 14/06/2021.
 - SÃO PAULO (ESTADO). Lei nº 1.817 de 27 de outubro de 1978. Estabelece os objetivos e as diretrizes para o desenvolvimento industrial metropolitano e disciplina o zoneamento industrial, a localização, a classificação e o licenciamento de estabelecimentos industriais na Região Metropolitana da Grande São Paulo, e dá providências correlatas, disponível em https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/leis/1978_Lei_Est_1817.pdf, acesso em 14/06/2021.
 - SÃO PAULO (ESTADO). Lei nº 9.472 de 30 de dezembro de 1996, (Atualizada até a Lei nº 9.999, de 09 de junho de 1998). Disciplina o uso de áreas industriais no Estado de São Paulo de que trata o artigo 8.º da Lei nº 1.817/1978, disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1996/lei-9472-30.12.1996.html>, acesso em 14/06/2021.
 - SÃO PAULO (ESTADO). Lei nº 9.509 de 20 de março de 1997. Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1997/lei-9509-20.03.1997.html>, acesso em 14/06/2021.
 - SÃO PAULO (ESTADO). Lei nº 10.083 de 23 de setembro de 1998 (Atualizada até a Lei nº 10.145, de 23 de dezembro de 1998). Dispõe sobre o Código Sanitário do Estado, disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1998/lei-10083-23.09.1998.html>, acesso em 14/06/2021.
 - SÃO PAULO (ESTADO). Resolução Conjunta nº SS/SMA-01/2002 – Define procedimentos para ação conjunta das Secretarias de Estado da Saúde e Meio Ambiente no tocante às áreas contaminadas por substâncias perigosas.
 - SÃO PAULO (ESTADO). Lei nº 13.577 de 8 de julho de 2009.– Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá outras providências correlatas, disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13577-08.07.2009.html>, acesso em 15/06/2021.
 - SÃO PAULO (ESTADO). Decreto nº 54.645 de 05 de agosto de 2009. Regulamenta dispositivos da Lei nº 12.300 de 2006, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e altera o inciso I do artigo 74 do Regulamento da Lei nº 997, de 1976, aprovado pelo Decreto nº 8.468, de 1976, disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2009/decreto-54645-05.08.2009.html>, acesso em 14/06/2021.
 - SÃO PAULO (ESTADO). Decreto nº 59.263 de 5 de junho de 2013. Regulamenta a Lei nº 13.577 / 2009, que dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá providências correlatas. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=170437>, acesso em 9.11.2020.
 - SÃO PAULO (ESTADO). Resolução SMA nº 10 de 08 de fevereiro de 2017 – Dispõe sobre a definição das atividades potencialmente geradoras de áreas contaminadas, disponível em <https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/2017/02/resolucao-sma-010-2017-definicao-das-atividades-potencialmente-geradoras-de-areas-contaminadas.pdf>, acesso em 15/06/2021.
 - SÃO PAULO (ESTADO). Resolução SMA nº 11 de 08 de fevereiro de 2017 – Dispõe sobre a definição das regiões prioritárias para a identificação de áreas contaminadas, disponível em <https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/2017/02/resolucao-sma-011-2017-definicao-das-regioes-prioritarias-e-identificacao-das-areas-contaminadas.pdf>, acesso em 15/06/2021. 🟢

Afinal, a ficha de emergência no transporte rodoviário de produtos perigosos é obrigatória ou não?



Saiba todas as informações necessárias sobre a ficha de emergência para se locomover com produtos perigosos Brasil afora

MARIA DOS ANJOS PEREIRA DE MATOS

Assessora Técnica da Associação Brasileira de Transporte e Logística de Produtos Perigosos – ABTLP, Secretária Administrativa Executiva da Comissão de Estudos e Prevenção de Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos no Estado de São Paulo, e Coordenadora da Subcomissão da Região do Alto Tietê.

departamentotecnico@abtlp.org.br

www.abtlp.org.br

Com a publicação da Resolução ANTT nº 5.848, de 25 de junho de 2019, a Ficha de Emergência e o Envelope para o Transporte deixaram de ser documentos de porte obrigatório no transporte rodoviário de produtos perigosos. Na verdade, esses documentos continuaram sendo exigidos até 23 de dezembro de 2019, porém, sem a necessidade de atenderem aos padrões da norma ABNT NBR 7503 - Transporte terrestre de produtos perigosos - Ficha de emergência e envelope para o transporte - Características, dimensões e preenchimento, que deixou de ser citada nas Instruções Complementares.

É importante comentar antes de continuar esta leitura que a ANTT (Agência Nacional de Transporte Terrestre) publicou no dia 02/06/2021 a Resolução nº 5.947 que atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e aprova as suas Instruções Complementares, e dá outras providências. Esta



nova Resolução não trouxe alterações no Regulamento, apenas uniu o conteúdo das Resoluções 5.848/2019 e 5.232/2016, que a partir de então foram revogadas.

O fato de a Ficha de Emergência não ser mais um documento de porte obrigatório não significa que ela deixou de existir. Muito pelo contrário, continua sendo um instrumento de grande importância, principalmente quando da ocorrência, desagradável, de um acidente no transporte, pois as informações constantes na Ficha de Emergência são, e sempre foram, para auxiliar as equipes de atendimento com dados sobre o produto perigoso.

O que mudou é que a Ficha de Emergência não é mais um documento exigido durante o transporte, ou seja, o

embarcador ou fabricante do produto perigoso, não têm mais a obrigação de anexar, ao Documento para o Transporte, a Ficha de Emergência e o Envelope. No entanto, as informações de ambos os documentos continuam presentes no Regulamento.

PARA QUE SERVE A FICHA DE EMERGÊNCIA

Ao contrário do que muitos podem imaginar, a alteração não prejudicou em absolutamente nada o transporte e, muito menos, o atendimento às emergências. As informações constantes no verso do Envelope para o Transporte, por exemplo, foram habilmente inseridas ao texto do Regulamento e devem ser cumpridas:

Art. 24. Em caso de acidente, avaria ou outro fato que obrigue a imobilização de veículo transportando produtos perigosos, o condutor, ou o auxiliar, deve avaliar e fazer uso do EPI e do equipamento para situação de emergência, quando necessário para a segurança, avisar imediatamente ao transportador, ao expedidor do produto e às autoridades de trânsito e responsáveis pelo atendimento à emergência, quando preciso, detalhando a ocorrência, o local, o nome apropriado para embarque, ou o número ONU e a quantidade dos produtos transportados. (Resolução ANTT nº 5.848, de 25 de junho de 2019)

O objetivo da Ficha de Emergência sempre foi disponibilizar informações do fabricante ou do expedidor, orientadas pelo fabricante, sobre o(s) produto(s) perigoso(s) transportado(s) às equipes de atendimento à emergência. As informações sobre o produto perigoso transportado sempre foram o mais importante no cenário acidental. Se essas informações chegaram através de folha impressa, de forma digital, por e-mail, WhatsApp, etc., isso não importa.



Modelo opcional da Ficha de Emergência

Fonte: ABNT NBR 7503:2020

FICHA DE EMERGÊNCIA		
Nome apropriado para embarque:	Nome do produto perigoso:	← Área A
Aspecto:	Número de risco: Número da ONU: Classe ou subclasse de risco: Descrição da classe ou subclasse de risco: Grupo de embalagem:	← Área B
EPI de uso exclusivo da equipe de atendimento a emergência:		← Área C
Fogo:	RISCOS	
Saúde:		← Área D
Meio Ambiente:		
	EM CASO DE ACIDENTE	← Área E
Vazamento:		
Fogo:		
Poluição:		← Área F
Envolvimento de pessoal:		
Informações ao médico:		
Observações:		

ACESSE AQUI o arquivo contendo as regras, o modelo, o preenchimento da ficha, as suas dimensões, ou seja, todas as informações técnicas da ficha de emergência.

O importante é que as informações cheguem com clareza e rapidez ao cenário acidental, quando solicitadas pelas autoridades.

O legislador, atento a essas questões, subtraiu o porte dos documentos (que não raro eram perdidos ou destruídos durante um acidente) sem, contudo, tirar a responsabilidade do fabricante, expedidor, contratante, destinatário e transportador de prestarem as informações solicitadas pela Agência Nacional de Transporte Terrestre - ANTT, pelas autoridades com circunscrição sobre a via e demais autoridades públicas.

O fato de se contratar uma empresa especializada no atendimento a emergências não exime o fabricante, expedidor, contratante, destinatário e transportador das responsabilidades no transporte de produtos perigosos, principalmente num cenário acidental.

A REVISÃO DA NORMA E SUAS ALTERAÇÕES

Depois da alteração preconizada pela ANTT no Regulamento, a Comissão de Estudos do Comitê Brasileiro da ABNT revisou a norma, que atualmente tem a seguinte denominação: ABNT NBR 7503 – Transporte terrestre de produtos perigosos – Ficha de emergência – Requisitos mínimos, que possui como escopo estabelecer os requisitos mínimos para o preenchimento da Ficha de Emergência destinada a prestar informações de segurança do produto perigoso em caso de emergência ou acidente durante o transporte terrestre de produtos perigosos.

Vale ressaltar que o porte da Ficha de Emergência foi subtraído do transporte rodoviário, mas ainda é obrigatório para o transporte ferroviário de produtos perigosos, no Mercosul, bem como no atendimento à Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário NR-29.

Expedidores de produtos perigosos, sobretudo aqueles comprometidos com a segurança e prevenção de acidentes, optam por manter a Ficha de Emergência junto ao Documento para o Transporte para facilitar as atividades das equipes em uma emergência.

A norma ABNT NBR 7503:2020 permite flexibilidade para adaptar diferentes sistemas de edição, *layout* e transmissão de texto. É livre a formatação dos títulos e textos, como fonte, tamanho, cor, maiúsculo, minúsculo, sublinhado, etc. Os Anexos são informativos, ou seja, não são obrigatórios. ▲

abts 50 ANOS

Curso de Cálculos de Custos em Tratamentos de Superfície

100% Digital com Certificado

Potencialize sua Carreira no Setor

www.abts.org.br/custos

Acesso Imediato às Aulas!

MARKETING NÃO É SUPLEMENTO, É ANTIBIÓTICO



Imagem divulgada na internet

DENER LIPPERT

CEO e fundador da [V4 Company](#)

A importância da comunicação da sua empresa em momentos de crise

“Você precisa vender, divulgar seu produto, então, como o seu primeiro corte vai ser no seu marketing?”

Em momentos de crise muitas empresas decidem cortar gastos e acabam abrindo mão do marketing por não considerarem essencial para a prioridade do negócio, e é nesse momento que essas empresas podem agravar ainda mais a sua situação.

Marketing é o coração de qualquer negócio e, por esse motivo, a pior decisão que você pode tomar em relação ao futuro do seu negócio é cortar os custos com comunicação. Como exemplo, nós, aqui, da V4 Company, dobramos nosso investimento em marketing durante esse período de crise que estamos passando. Portanto, assim como um antibiótico combate uma doença, o marketing combate momentos de crise.

A partir do momento em que você tem clareza sobre esse conceito, você entende a importância que o marketing tem para o seu negócio.

Muitos gestores ainda têm o péssimo hábito, em um momento de crise, de verem os ‘custos’ com comunicação e marketing como primeira opção de cortes de gastos, como plano de contenção. Diminuem a verba para campanhas e cortam colaboradores, quando na verdade existem muitos outros pontos que devem ser olhados primeiro.

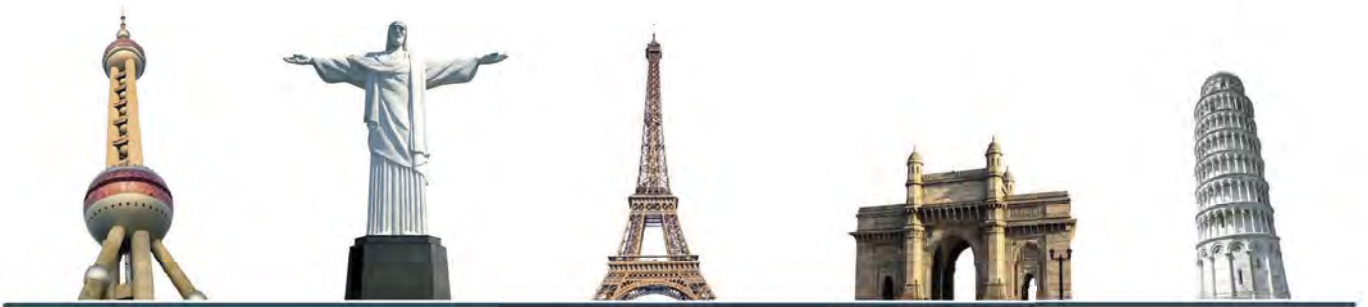
Um exemplo claro foi a pandemia. Aqui na V4 fomos atingidos com uma queda de mais de 21% no primeiro mês, quando tudo explodiu. Ao invés de recuar, dobramos nosso investimento em marketing. Você precisa vender, divulgar seu produto, então, como o seu primeiro corte vai ser no seu marketing?

Não tem lógica. A roda precisa continuar girando.

Esse é o tipo de pensamento que você precisa ter. Olhar para o marketing como antibiótico, como pilar-chave para manter o seu negócio faturando e crescendo.

Quando você olha para o marketing como um suplemento, ele acaba se tornando descartável. Já que suplementos são usados em momentos específicos, como complementos. JAMAIS VEJA DESTA FORMA!

Seu negócio está SEMPRE morrendo. Não importa se a sua empresa está indo bem, sempre irão existir novos concorrentes que podem quebrar você. E, por esse motivo, você precisa tomar o remédio certo. 🟩

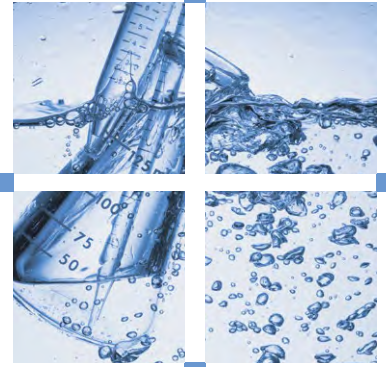
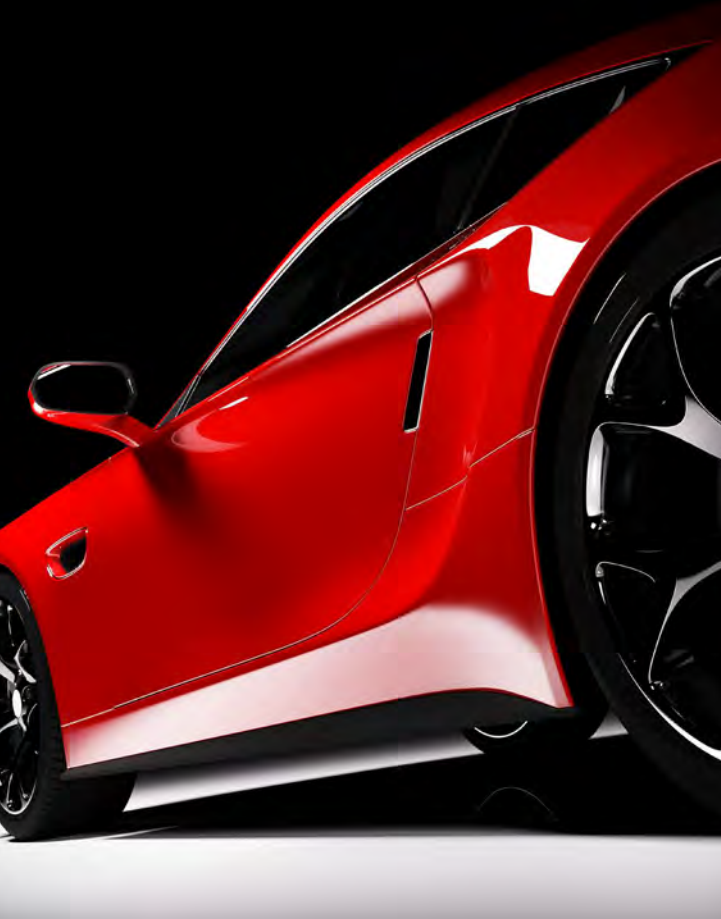


Nós estamos onde precisam de nós. Em toda a parte.



Onde quer que você vá: em todo o mundo, a Dörken representa qualidade e serviço. Isto, por um lado, se deve aos nossos produtos baseados na tecnologia de flocos de zinco, e por outro, o fato de estarmos literalmente muito próximo de nossos clientes. Temos mais de 150 aplicadores licenciados em 33 países, o que significa que podemos garantir qualidade premium consistente em todo o mundo. Para nós, ser global, significa estar mais próximo de nossos clientes - não importa o quão longe eles estejam de nossa cidade natal, Herdecke, na Alemanha.

Robinson Rittencourt Lara – rlara@doerken.de | www.doerken.com



**evolve**TM



Processo compatível com o meio ambiente para revestimento em plásticos

Processo de produção comprovado projetado especificamente para a sustentabilidade da cadeia de abastecimento

- Atende aos padrões da indústria para revestimento de plástico
- REACH compatível
- Em conformidade com água residual da China
- Processo isento de cromo hexavalente
- Livre de PFOS



 **MacDermid Enthone**
INDUSTRIAL SOLUTIONS

Para obter mais informações, entre em contato conosco em:

macdermidenthone.com/industrial

© 2020 MacDermid Enthone.