

**Editorial**  
**A METALIZAÇÃO COMO**  
**PROCESSO MULTI-SOLUÇÃO (pg. 2)**

**UMA EMPRESA DIFERENCIADA (pg. 3)**

**Cursos**  
**O SEGUNDO CURSO**  
**DE METALIZAÇÃO NA ABM (pg. 3)**

**Tema do mês**  
**A METALIZAÇÃO ANTI-CORROSIVA**  
**EM PLATAFORMAS OFFSHORE (pg. 4/5)**

**EQUIPAMENTOS PARA METALIZAÇÃO**  
**ANTI-CORROSIVA (pg. 6/7)**

**JATEAMENTO & METALIZAÇÃO**  
**PREPARAÇÃO SUPERFICIAL (pg. 8/9)**

**Novidade**  
**A LIGA AITi CONTRA CORROSÃO,**  
**DESGASTE E DESLIZAMENTO (pg. 9/10)**



## EDITORIAL

### A METALIZAÇÃO COMO PROCESSO DE MULTI-SOLUÇÃO

Eng. Luiz Cláudio de Oliveira Couto\*

É com grande alegria que retornamos com a publicação do **InforMetalização**, buscando compensar o tempo em que estivemos ausentes. Como é de costume, em nossas edições procuramos sempre apresentar alguma empresa especializada em metalização, levando ao leitor a sua tecnologia e os motivos que levam um empreendedor a escolher a metalização como meio de expressar os seus objetivos profissionais.

Esta edição mostra que também as empresas recém-nascidas também são bem-vindas ao mercado, principalmente quando trazem consigo uma filosofia de trabalho diferenciada, criando assim novos caminhos para este segmento. No intuito de mostrar que novos empreendedores também estão surgindo no segmento de metalização, apresentamos a Tec Metal, fundada pelo Eng. Artur Cuesta, que num breve relato nos apresenta a sua empresa e os objetivos que o levou a criá-la.

Neste tempo, diversos foram os temas que nos vieram a mente como sendo aquele com o qual reiniciaríamos a nossa comunicação com o mundo da metalização.

O Brasil vem se mostrando bastante versátil em relação à geração de energia, pois, ao mesmo tempo que descobre jazidas de petróleo e gás continuamente em suas águas territoriais, produz bio-combustíveis e olha com esperança para os ventos de outras energias renováveis.

Atualmente estamos envolvidos, através de nosso trabalho de Consultoria em Metalização, com trabalhos ligados à geração de energia, e nada mais interessante que nos voltarmos aquele combustível que, embora atualmente seja considerado o maior vilão de todos, sem dúvida, dele ainda dependeremos por muitos e muitos anos, o petróleo.

Não podemos esquecer do aumento de quase 1000% da energia necessária para o abastecimento global, e que do século 19 para o 20 consumiu-se em óleo, o mesmo que atualmente é consumido apenas na América Latina. Devemos ainda levar em conta que cerca de um terço da população mundial ainda depende de apenas um tipo de combustível, o petróleo.

Falaremos um pouco sobre a metalização anti-corrosiva nas plataformas *offshore*, destacando o revestimento conhecido como TSA (*Thermal Spray Aluminum*), ou seja, o Alumínio Aplicado por Aspersão Térmica/Metalização.

Destacamos a sua história de sucesso e alguns de seus desenvolvimentos e aplicações ao redor do mundo, como um tipo de revestimento que provou suas vantagens em relação a muitos outros sistemas de proteção anti-corrosiva, utilizados até então.

Conheceremos também alguns equipamentos utilizados para estas operações, graças às informações fornecidas pelo Eng. Marcos Galvano, Gerente de Produtos da Sulzer Metco representada no Brasil pela Harris Soldas Especiais Ltda., que sempre tem colaborado em nossos trabalhos.

Como em nossa primeira edição, o Eng. José Carlos Murakami, Diretor da Wheelabrás Comércio e Serviços Ltda., especialista em jateamento, comparece agora para nos falar sobre a preparação superficial e sua importância no sucesso da metalização anti-corrosiva. Ele comenta inclusive as possibilidades da preparação em campo das estruturas que serão posteriormente metalizadas, como realizá-las com a qualidade necessária, para a obtenção do melhor revestimento final.

Trazendo como novidade nesta área ligada à metalização anti-corrosiva, a Comersul Aspersão Térmica e Soldas especiais através de seu Eng. Carlos Maurício G. Coimbra, nos enviou um trabalho da Metallisation Ltd, que nos informa sobre a sua liga 28E-Arctec (AlTi). Esta liga além de apresentar características anti-corrosivas, também exibe uma boa resistência contra o desgaste, com ênfase à sua característica de anti-deslizamento quando aplicada em pisos de estruturas metálicas.

O 2º Curso de Metalização promovido pela Consultoria metalizacao.eng.br na ABM teve novamente o apoio da associação, e nesta edição não poderíamos deixar de agradecer à sua direção e toda a sua equipe.

Espero que possamos, cada vez mais, informar e trazer novidades sobre o mundo da metalização, levando este segmento à sua merecida posição de destaque no mercado. Um mercado carente de opções eficientes e duráveis na prevenção da corrosão e do desgaste, na utilização precisa e confiável de materiais, os mais diversos possíveis, como metais puros, ligas metálicas, cerâmicas, cermets, plásticos, etc., encontra na metalização a sua forma mais versátil de aplicação. Sem contarmos, com a parceria ágil e economicamente vantajosa da recuperação dimensional, que a metalização oferece aos setores de manutenção em praticamente todos os segmentos industriais. A metalização, graças às suas peculiaridades, cria soluções inovadoras também junto à construção civil, arquitetura, medicina, odontologia, decoração, etc.

Espero que esta edição seja do agrado de todos que buscam um pouco mais sobre metalização.

Boa leitura!

## TEC METAL Uma Empresa Diferenciada

\*Eng. Artur Cuesta

A fundação da TEC METAL Tecnologia em Metalização Ltda., em 2011, foi motivada pela necessidade de rastreabilidade dos serviços de tratamento de superfície, até então prestados ao mercado.

Percebemos junto aos clientes que, em muitos casos, mesmo contando com certificados de qualidade, um mesmo revestimento, voltado para idênticas aplicações, apresentava períodos de durabilidade diferenciados.

Detectamos que na maioria dos casos, existiam divergências quanto às informações prestadas ou obtidas sobre as condições de funcionamento dos equipamentos, como por exemplo, necessidades do processo, partes ou peças e materiais em contato com a região a ser revestida, temperaturas envolvidas, meio-ambiente em que o equipamento está instalado, períodos de trabalho, a ação mecânica e ação do desgaste, da corrosão, de produtos químicos, etc.

Num mercado carente de controle de processo, a TEC METAL surgiu através da união de mais de 20 anos de experiência na área de revestimentos, com outros mais de 15 anos no controle de processos, vividos pelos também sócios da TEC-RAD Radioproteção.

Profissionais qualificados investindo o seu tempo com um objetivo em comum, desenvolver uma empresa de revestimentos diferenciada.

A diferenciação da TEC METAL fica ainda mais clara, quando entre as principais vantagens dos revestimentos aplicados por aspersão térmica, destacamos a menor quantidade de paradas necessárias para a manutenção dos equipamentos.

Quando agregamos controle ao processo, garantimos um padrão de vida útil confiável e conseqüentemente reduzimos as paradas imprevistas e desnecessárias, bem como o respectivo tempo e custo de mão-de-obra para a sua realização.

A TEC METAL é, portanto, uma empresa, apesar de recém-criada, totalmente comprometida com a busca contínua da padronização de seus processos, quer seja na preparação, na aplicação ou acabamento de revestimentos metalizados.

O compromisso da TEC METAL é tornar o segmento de metalização apto a propor soluções confiáveis, baseadas em processos padronizados, com repetibilidade e qualidade garantida.



\* O Eng. Artur Cuesta é formado em Engenharia Mecânica pela Faculdade Politécnica de Jundiaí. Iniciou sua carreira trabalhando no laboratório de qualidade de uma multinacional alemã no segmento de tratamento de superfícies. Trabalhou em algumas das mais conceituadas empresas da área por um período de 22 anos.

Devido à sua vasta experiência no mercado, foi convidado a o compor a empresa Tec Metal Tecnologia em Metalização Ltda., onde atua como Diretor Comercial  
E-mail: [artur@tecmetal-ind.com.br](mailto:artur@tecmetal-ind.com.br)  
Site: [www.tecmetal-ind.com.br](http://www.tecmetal-ind.com.br)

## CURSO DE METALIZAÇÃO NA ABM

A ABM – Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, mais uma vez apostou na expansão do segmento de metalização, sendo parceira mais uma vez na apresentação do curso “METALIZAÇÃO – DEPOSIÇÃO DE MATERIAIS NA FABRICAÇÃO E NA MANUTENÇÃO DE COMPONENTES MECÂNICOS E ESTRUTURAS METÁLICAS PARA PROTEÇÃO CONTRA DESGASTE, CORROSÃO E PARA RECUPERAÇÃO DIMENSIONAL” ocorrido em sua sede em São Paulo, nos dias 09 e 10 de junho de 2.011.

Mais uma vez agradecemos ao Eng. Bruno Luiz Sigolo, Gerente de Educação Continuada e Marketing da ABM que soube entender a necessidade do mercado em relação à divulgação dos processos de metalização. Agradecemos também aos Srs. Luiz Roberto Hirschheimer e João Carmo Vendramim, Diretor e Vice-diretor, respectivamente, da Divisão Técnica de Tratamento Térmico e Engenharia de Superfície da ABM pelo apoio recebido e de toda a sua equipe, durante o evento.

Agradecemos as diversas empresas que têm enviado os seus profissionais para que possam conhecer um pouco mais da tecnologia, equipamentos, materiais, vantagens e aplicações dos diversos processos de Aspersão Térmica/Metalização disponíveis no mercado.

Estiveram presentes em nossos cursos realizados na ABM, colaboradores das seguintes empresas: B. Grob do Brasil, Bússola Ferramentaria Agrícola, Casa da Moeda do Brasil, CESP - Cia. Energética de S. Paulo, Eletrobrás Termonuclear - ELETRONUCLEAR, Iscuissati Ferramentaria, KSPG Automotive Brazil, Mahle Componentes e Motores do Brasil, METRÔ - Cia. Metropolitana de S. Paulo, Petróleo Brasileiro - PETROBRÁS, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Universidade Federal Fluminense - UFF e ZF do Brasil.

Esperamos poder continuar nos encontrando em 2.012.

## A METALIZAÇÃO ANTI-CORROSIVA COM ALUMÍNIO (TSA) EM PLATAFORMAS OFFSHORE

Eng. Luiz Cláudio de Oliveira Couto\*

### Introdução

A Indústria de Petróleo e Gás ao redor do mundo tem evoluído na direção de buscar soluções no combate à corrosão, tanto de estruturas como de equipamentos utilizados na exploração, refino e armazenamento de petróleo e de seus subprodutos, bem como do gás natural.

Poderemos notar neste artigo, que grande parte da evolução das soluções para corrosão em plataformas marítimas de exploração de petróleo, passa pela aspersão térmica/metalização, principalmente com a utilização do TSA (*Thermal Spray Aluminum* - Alumínio Aplicado por Aspersão Térmica).

### Histórico da utilização do TSA em plataformas offshore

Iniciado em julho de 1950, portanto há 61 anos, um programa do Comitê de Metalização (atual Comitê da Aspersão Térmica) da Sociedade Americana de Soldagem (AWS - *American Welding Society*), expôs os primeiros painéis revestidos para testes em janeiro de 1953.

Espessuras entre 0,080 e 0,150mm de alumínio, seladas e não seladas, aplicadas por Aspersão Térmica sobre os painéis de aço, ofereceram completa proteção contra a corrosão na água do mar, atmosferas marinhas e industriais diversas, inclusive com a verificação da ocorrência de proteção galvânica. Estes resultados foram obtidos numa inspeção destes painéis revestidos, após 19 anos de sua aplicação.

A partir de então, a metalização com zinco e alumínio é recomendada para ampliar a vida útil de construções de ferro e aço, tais como: pontes, cais marinhos, carcaças de navios, tanques de armazenamento, estruturas industriais, etc.

### Aplicações práticas do TSA em plataformas offshore ao redor do mundo

Em junho de 1984, a TLP (*Tension-Leg Platform* - Plataforma de Pernas Atirantadas) de Hutton, instalada no Mar do Norte em águas de 146m de profundidade, recebeu em suas correntes e *risers*, o revestimento TSA + selagem.

Aprovados no teste de adesão, os revestimentos apresentaram resultados de 3 a 4 vezes superiores ao mínimo exigido, ou seja, totalmente favoráveis, bem como em relação ao teste de riscamento. A remoção do revestimento de TSA por meios químicos, apresentou um substrato em condição de novo, com o perfil do jateamento de preparação ainda intacto.

A AWS, a Marinha dos E.U.A. e a BSI (*British Standard Institution*) através de testes internos com névoa salina, catalogaram os resultados e geraram confiança suficiente para a iniciativa do TLP da Hutton. A AWS avaliou parâmetros como espessura de camada, preparação superficial e camada de selante, para exposições a longo prazo.

Painéis instalados na Praia de Wrightsville, Carolina do Norte, EUA, revestidos com TSA de espessura de 80  $\mu\text{m}$  + selagem não apresentaram nenhum dano adjacente mesmo após 19 anos de exposição.

A *British Standard* (BS 5493) de 1977, já então declarava que o TSA selado protege o aço contra a corrosão, durante 20 anos ou mais, sem manutenção em zona de *splash*.

No Centro LaQue situado na Praia de Kure, Carolina do Norte, USA, foi aplicado TSA com espessuras entre 80 e 150  $\mu\text{m}$  sem que apresentasse nenhuma corrosão no substrato de aço após 34 anos de exposição. O desempenho das ligas de AlZn e AlMg, dependeu apenas do tipo de equipamento utilizado para sua aplicação.

Na Bethlehem Steel Corp., a primeira oxidação do substrato ocorreu após 15 anos em ambiente marinho severo (25 m do oceano) e 25 anos para o ambiente marinho moderado (250 m do oceano) para ligas com conteúdo de Al entre 45 e 70%.

Na União Soviética, estudos efetuados com TSA de 120  $\mu\text{m}$  de espessura, mostraram a eficácia do revestimento durante 20 a 25 anos em água salgada. Segundo tais estudos, um duplo revestimento de ZnAl com 150  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{m}$  de Zn + 145  $\mu\text{m}$  de Al) de espessura, pode durar 40 anos ou mais em uma atmosfera úmida. Com taxas de corrosão para o Al 99% de 4  $\mu\text{m}/\text{ano}$ , para água do mar e 0,009  $\mu\text{m}/\text{ano}$  para a zona de *splash*, a vida útil de uma camada de 200  $\mu\text{m}$  é de 50 anos.

Já o SINTEF (um dos maiores grupos de pesquisa da Escandinávia), na Noruega, obteve resultados onde o TSA de Al 99,5% e de Al-5%Mg forneceram taxas de corrosão entre 2 e 3  $\mu\text{m}/\text{ano}$  após 11 meses de exposição em água do mar natural. Isto implica em uma vida útil superior a 60 anos, para uma camada de 200  $\mu\text{m}$ .

A Alemanha, em pesquisas realizadas ao sul do Mar do Norte, concluiu que o TSA com 200  $\mu\text{m}$  de Al 99,5%, submerso e na zona de *splash* exposto durante 4 anos, foi a base para a previsão de uma vida útil mínima de 10 anos do revestimento em água do mar.

A Marinha dos E.U.A. realizou ensaios em Porto Hueneme, Califórnia com TSA de 125  $\mu\text{m}$  de espessura não selado com desempenho bem sucedido após 15 anos de exposição. Criou também o Padrão DOD-STD-2138 (SH) para navios, aprovando o uso de revestimento TSA em 1981. Para altas temperaturas de trabalho (780°C), utiliza-se o TSA com camada entre 250 e 375  $\mu\text{m}$ , com selante resistente ao calor e adesão especificada de 2000 psi (13,8 MPa), com expectativa de vida útil de mais de 10 anos.

A empresa norueguesa Statoil, especifica um revestimento de TSA (Al-5%Mg) + selante para:

- Superfícies de tanques, vasos e tubulações termicamente isoladas
- Lanças de *flare*
- Suportes de guindaste
- Lanças de guindaste
- Estações e sustentações de barcos salva-vidas
- Todo o aço carbono nas regiões inferiores das plataformas, incluindo tubulações, etc.
- Todo o aço carbono operando a temperaturas de 60 a 450°C

A Conoco e outros operadores têm especificado o uso de TSA para proteção contra a corrosão em operações críticas para diversos projetos no Mar do Norte e no Golfo do México.

Nove plataformas no sul do Mar do Norte, com base na experiência da Hutton, utilizaram o TSA para proteção da zona de *splash* em plataformas instaladas em 1987 e 1988. O sistema de proteção era composto

de 200 µm de TSA + 50 µm de filme seco de selante de poliuretano.

Na Plataforma de Joillet no Golfo do México, o TSA foi selecionado para proteger os *risers* em 1989 e nenhum problema de revestimento ocorreu.

Em recentes projetos no sul do Mar do Norte, foi especificado o TSA para a zona de *splash*, para os *risers* e lados inferiores das plataformas principais como forma de reduzir as futuras manutenções.

O TLP da Heidrum, considerada até então a maior aplicação *offshore* de TSA para uma vida útil projetada de 50 anos, engloba o revestimento de *risers*, correntes, regiões inferiores de plataformas e muitas aplicações cuja confiabilidade, a baixa manutenção e a longa vida útil são críticas.

Entre os anos de 1991 e 1997, a maioria das diversas plataformas que haviam sido construídas, ou que se encontravam em construção, já contavam com o TSA como um dos seus principais sistemas de proteção contra a corrosão.

Porém até 1984 /1985, o TSA possuía reduzida aplicação a pouca distância do mar. Em plataformas era utilizado apenas em áreas especiais com difícil acesso ou impossível para manutenção durante o seu funcionamento. Apenas os maiores custos iniciais justificavam a redução de custo da manutenção futura.

O método anti-corrosivo TSA, tem sido aceito há anos como um ótimo processo de proteção contra a corrosão de longa vida útil. Experiências na Noruega e inúmeros testes na Europa e nos Estados Unidos mostram que o TSA combinado com um sistema de pintura pode resistir à corrosão por mais de 50 anos.

A descoberta real do TSA em *offshore* na Noruega, ocorreu no campo da Shell Draugen em 1991, quando toda a parte inferior da plataforma, as estações dos barcos salva-vidas e a lança do *flare* (queimador) foram revestidos com TSA.

A Plataforma Sleipner Riser da Statoil e o desenvolvimento da Troll Gas da Shell também utilizaram o TSA como principal sistema de proteção contra a corrosão.

Por que usar o TSA?

Atualmente o TSA é utilizado em uma grande variedade de ambientes, que incluem também os seguintes:

**Áreas atmosféricas:** O TSA é utilizado onde há necessidade de redução de manutenção futura. Os custos de manutenção das plataformas existentes têm aumentado, uma vez que várias delas no Mar do Norte já com 20 anos e pintadas exigem extensiva manutenção de preparação da superfície.

Combinado com a vida útil mais longa dos recentes projetos de instalações de lanças de *flare*, lanças de guindaste e o aço sob as plataformas, o TSA tem gerado um grande aumento de interesse como forma de redução de custos de manutenções futuras.

**Áreas submersas:** O uso do TSA reduz a necessidade de anodos de sacrifício. O aço sem revestimento tem uma exigência de corrente de 120 mA/m<sup>2</sup> quando comparado com os 10 mA/m<sup>2</sup> para a camada de TSA. Resultados de testes mostram a necessidade de correntes reduzidas de 1 a 2 mA/m<sup>2</sup> para camadas de TSA com selante.

**Áreas especiais (tubulação de trabalho e tanques):** Os revestimentos de TSA reduzem a

possibilidade de trincas de corrosão por *stress* de cloreto em aços inoxidáveis duplex.

Vantagens gerais dos revestimentos de TSA, entre outras:

- Vida útil longa com mínima necessidade de manutenção.
- Custo de aplicação reduzido, quando levada em conta a extensão de sua vida útil.
- Ótimo nível de adesão ao substrato.
- Resistência a danos mecânicos.
- Não oferece nenhum risco à saúde devido à emissão de vapores voláteis de solventes ou outras de substâncias orgânicas.
- Não exige nenhum tempo de secagem/cura após a aplicação. Pode ser manipulado quase que imediatamente após a sua aplicação.
- Processo de giro rápido, reduz a necessidade de grandes espaços de estocagem, durante a aplicação.
- Temperatura de trabalho entre - 45°C e 538°C
- Os revestimentos expostos às atmosferas secas podem suportar temperaturas até o ponto de fusão do alumínio (660°C).
- O TSA tem efeito de anodo de sacrifício no aço, em ambientes marinhos. Será corroído oferecendo proteção catódica ao substrato de aço.
- O TSA pode ser aplicado em campo (nas dependências do cliente) ou nas instalações do fornecedor.
- Não há limite de peso ou dimensões, das estruturas ou peças, a serem revestidas pelo TSA.
- O processo de aplicação pode ser manual, semi ou totalmente automatizado.
- Ambos os tipos de equipamentos utilizados, chama a gás ou arco elétrico, contam com grande versatilidade operacional, quer sejam utilizados em campo ou nas dependências do fornecedor.

O TSA, como alternativa aos sistemas tradicionais de pintura em projetos de plataformas *offshore*

*Expectativa de vida inferior a 25 anos:*

- Lanças de *flare*.
- Aço operando a temperaturas entre 60 e 450°C.

*Expectativa de vida superior a 25 anos:*

- Lanças de *flare*
- Lanças de guindaste
- Suportes de guindaste
- Aço sob porões das plataformas, incluindo tubulações, etc.
- Aço com temperaturas de funcionamento de 60 a 450°C
- Tubulações e vasos isolados termicamente
- Estações de botes salva-vidas

*Outras estruturas/partes com expectativa de vida não especificada*

- *Risers*
- Produção
- Perfuração
- Catenária
- Tubulações submarinas
- Flutuadores
- Novas plataformas *offshore*
- *Retrofits* de plataformas *offshore*
- Fundação de docas e *fenders* (para-choques)
- Acesso de pontes
- Escadas de fuga
- Zona de *splash* em estruturas de aço
- *Topsides* (região acima da linha d'água) de navios

Utilização do TSA pela indústria norueguesa de *offshore*

Na Noruega, aproximadamente 400.000 m<sup>2</sup> de superfície de aço já foram revestidos com o TSA, incluindo as instalações de terra ligadas à indústria de óleo e gás e plataformas em construção.

A competência da indústria de aplicação de TSA norueguesa deve-se à grande demanda da nova alternativa de proteção contra corrosão. O mercado norueguês, além das empresas de metalização já existentes, se viu forçado a treinar as pessoas mais hábeis na área de pintura industrial, tornando-se assim um dos mercados mais competentes na aplicação do TSA.

Uso futuro dos revestimentos de TSA

A ampliação da futura utilização do TSA na indústria de petróleo e gás deverá ser função de algumas características técnicas e financeiras do projeto a ser instalado, ou seja:

- Dependerá do custo do ciclo de vida do revestimento, ou seja, o custo de manutenção será levado cada vez mais em consideração.
- As áreas que serão revestidas devem ser resistentes a elevadas temperaturas?
- Há áreas revestidas de difícil ou de cara manutenção?
- Existem áreas especiais ou de difícil acesso?
- Há restrições à utilização de tintas contendo solventes?

Resumo

Os revestimentos de TSA não foram introduzidos na indústria *offshore* a fim tomar o lugar dos sistemas tradicionais da pintura, mas para existir como um tipo adicional de revestimento com boas e especiais propriedades.

O breve histórico, aqui apresentado, da aplicação do TSA em plataformas de petróleo, ao longo do tempo, e nos mais variados locais ao redor do mundo, tem provado a sua eficiência principalmente quando levado em conta a necessidade de uma vida longa útil e a menor manutenção possível.

A principal razão para o controle de corrosão de estruturas *offshore* é o ambiente marinho em que elas operam, ou seja, com áreas imersas na água do mar, localizadas em zonas de *splash* ou expostas a atmosfera marinha.

A corrosão do aço nestes ambientes pode ser superior a 2,5 mm por ano, ocorrendo em maior intensidade na zona de *splash*.

Equipamentos utilizados nos revestimentos de TSA

Como vimos no artigo acima, para aplicação do TSA são utilizados os equipamentos de metalização à chama (*Wire Flame Spray*) ou os equipamentos a arco elétrico (*Arc Spray*).

Bibliografia

*Comparing the Performance of Metalized and Conventional Low VOC Coatings Applied to Steel in Marine Environments*

By: Robert A. Kogler, Jr.

Ocean City Research Corporation - Ocean City, New Jersey

By: John W. Peart

Federal Highway Administration - McLean, Virginia

*Flame-Sprayed Aluminum Coatings Used on Subsea Components*

By: T. Rosbrook, W.H. Thomason, and J.D. Byrd

*Performance History of Thermal-Sprayed Aluminum Coatings in Offshore Service*

By: Karl P. Fischer

Marine Materials AS, P.O. Box 173, N-3201 Sandefjord, Norway

By: William H. Thomason

Conoco Inc., P.O. Box 1267, Ponca City, OK 74603

By: Trevor Rosbrook

Salamis JV Ltd., Salvesen Tower, Blaikies Quay, Aberdeen A B1 2PW, UK

By: Jay Murali

Conoco Norway Inc., P.O. Box 488, N-4001, Stavanger, Norway

*System for Protection of Submerged Marine Surfaces*

By: Call, Edwin

Power Spray Inc.- US - 2001

*The Use of Coatings for Corrosion on Offshore Oil Structures*

By: J. Peter Ault, P. E.

Consultant Ocean City, NJ - US

*Use of Thermally Sprayed Aluminum in the Norwegian Offshore Industry*

By: Olaf Doble and Graham Pryde,

Kvaerner Oil & Gas A/S, Stavanger, Norway

From Protective Coatings Europe

Volume 2, Number 4, April, 1997



\* O Eng. Luiz Cláudio O. Couto é responsável pela publicação do periódico digital **InforMetalização**.

Engenheiro Metalurgista formado pela FEI – Faculdade de Engenharia Industrial e Publicitário formado pela ESPM – Escola Superior de Propaganda e Marketing. Atua a mais de 20 anos na área de

Metalização, tendo trabalhado em algumas prestadoras de serviço do segmento, nas áreas de vendas, supervisão de vendas, apoio técnico a vendas, departamento técnico, supervisão técnica, engenharia de desenvolvimento, qualidade, marketing e publicidade industrial. É atualmente consultor em Metalização, Vendas, Propaganda & Marketing e responsável pelos sites:

[www.metalizacao.eng.br](http://www.metalizacao.eng.br)

[www.maisqueneuronio.com.br](http://www.maisqueneuronio.com.br)

E-mail: [metalizacao@metalizacao.eng.br](mailto:metalizacao@metalizacao.eng.br)

Entre alguns dos fabricantes mundiais convidados para participar deste número do **InforMetalização**, agradecemos a colaboração da Sulzer Metco, uma das empresas que fornece ambos os tipos de equipamentos, voltados à deposição de revestimentos para proteção anti-corrosiva, pela apresentação de seus produtos.

Equipamentos Sulzer Metco voltados à metalização anti-corrosiva, para aplicação de revestimentos de alumínio (TSA), ligas de alumínio e zinco em plataformas *offshore*

\* Eng. Marcos Galvano  
Gerente de Produtos da Sulzer Metco,  
representada no Brasil pela Harris Soldas Especiais S.A.

A proteção galvânica de aços por processo de aspersão térmica é realizada com revestimentos de zinco, alumínio e suas ligas.

A Sulzer Metco oferece a solução mais adequada para a sua necessidade em equipamentos para produção de revestimentos contra corrosão.

Para produção destes revestimentos pode ser utilizado equipamento "Wire Flame Spray" ou "Arc Spray".

O equipamento *Wire Flame Spray* ou de metalização por chama, ilustrado abaixo utiliza um gás combustível, oxigênio e ar comprimido, um arame é alimentado a chama onde o mesmo é fundido e atomizado por ação do ar comprimido gerando um spray de metal fundido que é projetado na superfície da peça.

Este equipamento é destinado a aplicações menores, o sistema de arraste de arame é realizado por turbina pneumática integrada a pistola que é de fácil manuseio, opera em qualquer posição e apresenta baixo consumo de gases.



Os equipamentos *Arc Spray* ou de arco elétrico são oferecidos em 3 níveis de potência, 200, 350 e 600 Amperes a taxa de deposição em potencia máxima pode chegar a 60kg/h de Zinco e 18kg/h de Alumínio\*. Neste equipamento dois arames carregados de energia elétrica são alimentados a uma pistola onde, pela energia de um arco elétrico são fundidos, ar comprimido é introduzido no interior da pistola gerando um spray de metal fundido que é projetado na superfície da peça.

Todos os equipamentos da série são equipados com sistema push/pull com sistema de alimentação realizado por dois motores (um elétrico e outro pneumático), o equipamento é muito robusto, todos equipamentos da série utilizam o mesmo modelo de pistola LD/U3 é leve e apresenta baixíssima necessidade de manutenção.

A operação de um equipamento de arco elétrico é mais econômica e produtiva que equipamentos "flame spray", assim sendo trabalhos de médio / grande porte devem ser realizados com equipamentos arc spray da série ECO ARC.



Procedimentos  
Desenvolvimento  
Acompanhamento



www.metalizacao.eng.br

Avaliação  
Orientação  
Treinamento  
Apoio Técnico



Consultoria metalizacao.eng.br

Recurso Humano  
Busca de Informação  
Metodologia Científica  
Propaganda & Marketing

www.mai/queneuronio.com.br



www.mai/queneuronio.com.br

mai/queneuronio@mai/queneuronio.com.br

## JATEAMENTO & METALIZAÇÃO PREPARAÇÃO SUPERFICIAL

Engº José Carlos Murakami\*

### INTRODUÇÃO

O objetivo deste artigo é transmitir e trocar conhecimentos técnicos e experiências extremamente valiosas referentes ao processo de jateamento, adquiridas ao longo dos 35 anos de nossa vida profissional. Desta forma, este artigo especialmente escrito para o InforMetalização, bem como outros que virão, serão grande fonte de informações em relação ao assunto e poderão ser utilizados como futuro material de consulta.

Através da Wheelabrás Comércio e Serviços Ltda, participamos do desenvolvimento e montagem de diversas instalações voltadas para preparação de superfícies para metalização, bem como de vários outros processos de revestimentos específicos, em setores como: petrolífero, naval, automotivo, agrícola, sucroalcooleiro, estruturas metálicas e demais indústrias em geral.

### TIPOS DE CABINES DE JATEAMENTO VOLTADOS A PREPARAÇÃO SUPERFICIAL PARA METALIZAÇÃO EM CAMPO

A qualidade final da metalização está intimamente ligada a uma boa preparação superficial, complementada pelas demais etapas do processo.

A preparação superficial, através de jateamento abrasivo voltada à indústria de petróleo e gás, conta com as alternativas de operações de campo e sobre plataforma para a sua realização.

Na Foto1 abaixo, podemos observar um detalhe da cabine para preparação de superfície para Metalização, instalada sobre a plataforma P-48 da Petrobrás, voltada para reparos de sedes de válvulas e outras aplicações.

Há ainda, alternativas como a preparação de superfícies localizadas e em pequenas áreas, através de processo manual em circuito fechado onde não há poluição ambiental (vide Foto 2).



Foto 1 - Cabine de jateamento instalada na Plataforma P-48 da Petrobrás



Foto 2 - Jateamento para pequenas áreas



Foto 3 - Cabine de jateamento tipo móvel, sobre piso

Outra excelente opção é a montagem da cabine, tipo móvel, sobre o piso, que permite que seja transportada para o local da obra. O corpo da cabine pode ser construído em chapa de aço conforme pode ser visto na Foto 3 ou em lona. A estrutura da cabine é construída com perfis de aço laminado, muito simples.

### O JATEAMENTO NA PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES PARA METALIZAÇÃO:

Inicialmente, precisamos saber um pouco mais sobre o processo de jateamento, para que, em seguida possamos entender melhor o processo de preparação superficial para metalização.

O jateamento, propriamente dito, é uma forma de arremesso mecânico de partículas sólidas através da utilização de ar comprimido. Contudo, existem algumas variáveis e suas características, que devemos observar, tais como:

#### Rugosidade superficial:

- Rugosidade Superficial (Rz).
- Camada Metalizada (CM).
- Camada Total Metalizada (CTM).

#### Abrasivo:

- Granulometria do abrasivo: Tamanho/Volume
- Material do abrasivo: Massa (densidade aparente)
- Especificação química do abrasivo: Contaminação
- Dureza do abrasivo: Poder de rompimento
- Geometria do abrasivo: Poder de penetração

#### Metal-base:

- Dureza do metal base: Resistência à penetração do abrasivo.
- Tipo do metal base: Aço inoxidável, aço carbono ou outros (define o abrasivo).
- Geometria da peça a ser processada/metalizada: Define as condições operacionais.
- Peso unitário: Define a capacidade da máquina/planta.

#### Posição do bico de jato:

- Diâmetro do bico de jato: Volume do abrasivo arremessado por unidade de tempo.
- Distância entre o bico de jato e a peça: Distância percorrida pelo abrasivo.
- Tempo de exposição ao jato: Volume de abrasivo arremessado por unidade de área.

#### Ar comprimido:

- Pressão de trabalho/jato efetiva
- Vazão efetiva
- Impureza do ar
- Tratamento do ar

#### Máquina de jateamento por ar comprimido:

- Sistema por sucção
- Sistema por pressão ou pressurizado

Estes são os parâmetros e pontos específicos, que devemos observar e controlar rigorosamente durante o processo de preparação superficial para metalização. Além disto, devemos ainda levar em consideração a própria concepção e operação da máquina de jateamento.

No decorrer das futuras edições, iremos comentar cada um destes itens separadamente.



## Rugosidade superficial

### Definição:

Somente podemos definir a rugosidade superficial ou pico máximo (Rz), quando conhecermos a camada superficial a ser depositada. Isto independente do tipo do metal a ser depositado ou do metal base. Esta rugosidade deve ser cuidadosamente definida, com base na espessura final da camada de metalização (CM) depositada. A rugosidade superficial (Rz) é de suma importância, para que o metal depositado encontre uma boa condição, picos e vales com características geométricas perfeitas para a sua ancoragem ou aderência, o que evitará o seu deslocamento do metal-base.

A rugosidade superficial Rz média é utilizada normalmente em processos de metalização. Lembramos que não podemos tomar nenhum valor de rugosidade superficial como definitivo. Portanto, utilizamos o seguinte cálculo:  $Rz = CM / 3$ , ou seja, se a camada final depositada for de 200 micrometros, teremos:

$Rz = 200 / 3$ . Precisaremos, portanto, de uma rugosidade superficial com  $Rz = 66$  micrometros.

Porque a Rz deve estar nesta faixa? Devemos lembrar que a camada de metalização efetiva sólida é medida ou mensurada acima do pico máximo, isto quer dizer que a rugosidade superficial para aderência do metal depositado NÃO é considerada no mensuramento da camada depositada. Como a rugosidade superficial (Rz) em questão é de 66 micrometros, e a camada metalizada (CM) é de 200 micrometros, teremos:

$CTM = Rz + CM$  ?  $CTM = 66 + 200 = 266$  micrometros.

### Apenas como informação:

É com base nesta camada metalizada total (CTM), somada ao sobremetal (utilizado caso a camada venha a sofrer algum tipo de acabamento superficial, como retificação), que devemos prever o consumo do metal depositado e somado a isto, sua perda por *over spray* e etc.

Em alguns casos específicos, podemos aumentar a rugosidade superficial (Rz) para um maior patamar, até no máximo  $CM / 2$ , porém, deve-se ter em mente que a espessura da camada metalizada (CM), será equivalente a 50% da espessura da camada total metalizada (CTM). Contudo, para que esta relação seja utilizada, critérios técnicos de garantia devem ser adotados.

Há entre os processos de metalização, aqueles que, inversamente ao comentário anterior, necessitam de rugosidades baixíssimas, como no caso de componentes aeronáuticos ou automotivos, como anéis sincronizados que sofrem processos de metalização com rugosidades inferiores a  $Rz / 5$ . Quanto menor a rugosidade superficial (Rz), menores serão as camadas aplicadas e mais nobres os materiais utilizados, o que também não podemos generalizar. Sabemos que a tecnologia da aspersão térmica conta com infinitas variáveis e todas, devem levar em conta a garantia da qualidade final do revestimento.

Não percam a próxima edição: Abrasivos, Granulometrias e Geometrias



\* O Eng<sup>o</sup> José Carlos Murakami é formado em Engenharia Mecânica e Pós-Graduado *Latu Sensu* em Processo de Produção pela Universidade Braz Cubas. Ex-professor universitário e palestrante com foco na introdução e desenvolvimento de novas tecnologias para o setor de tratamento de superfícies em geral. Trabalha e atua há cerca de 35 anos nas áreas de

dimensionamento, projeto, construção e comercialização de equipamentos de jateamento para os setores: petroquímico, naval, siderúrgico, metalúrgico, automobilístico, químico, mineração e hidrojateamento. Atualmente é diretor da Wheelabrás Comércio e Serviços Ltda.  
E-mail: [murakami@wheelabras.com.br](mailto:murakami@wheelabras.com.br)  
Site: [www.wheelabras.com.br](http://www.wheelabras.com.br)

## 28E-ARCTEC (AITi) A SOLUÇÃO ANTI-CORROSIVA E ANTI-DESLIZANTE DA METALLISATION

Texto original, apresentação: "Practical solutions for wear & corrosion problems, November 9th 2010" fornecido pelo Eng. Carlos Mauricio G. Coimbra - Vendas da COMERSUL Aspersão Térmica e Soldas Especiais, distribuidora da Metallisation Ltd., UK, para o Brasil e resumido pelo Eng. Luiz Cláudio de Oliveira Couto para a edição de outubro de 2011 do InforMetalização.

## O 28E - ARCTEC (AITi) da Metallisation

Resultado dos quase 90 anos de experiência, desde 1922 a Metallisation, única fabricante de equipamentos de aspersão térmica (a chama, arco elétrico, plasma e HVOF) do Reino Unido, oferece ao mercado a liga 28E-ARCTEC (AITi).

Trata-se de uma nova liga de Alumínio Titânio, na forma de arame sólido e homogêneo, desenvolvido para equipamentos de Aspersão Térmica a Arco Elétrico. É considerada como uma nova solução para revestimentos anti-corrosivos com baixo potencial de deslizamento.

## Aplicações

Pisos de aço, painéis, plataformas e degraus são usados em numerosas aplicações, de trens laminadores na indústria siderúrgica a plataformas *offshore* na indústria petrolífera.

O aço não tratado pode tornar-se muito escorregadio, especialmente se estiver molhado ou oleoso.

Revestimentos não escorregadios duráveis, são altamente desejáveis e necessários para garantir a segurança do trabalho em operações industriais.

No passado, a Metallisation já produzia o DURALCAN™ (90Al/10AlO), um arame sólido amplamente aceito, que quando aplicado, produzia excelentes revestimentos não escorregadios com a mesma proteção contra a corrosão que o Alumínio puro. Contudo, apresentava dificuldades de fabricação, com vendas incertas e exigências no mínimo irrealistas.

Atualmente, como alternativa ao 28E-ARCTEC, o mercado oferece alguns arames tubulares, mas em geral lhes faltam as qualidades de um arame sólido. Outros oferecem limitada proteção contra a corrosão.

## Considerações sobre a corrosão

Tradicionalmente as construções em aço eram galvanizadas a quente ou pintadas, para proteção contra a corrosão. A superfície que sofreu galvanização a quente pode ser escorregadia e não elimina facilmente a pintura e às vezes, nem a aplicação de *primers* especiais. Já a pintura, quando utilizada com inclusões de grãos para fornecer uma cobertura não escorregadia, pode degradar-se rapidamente em usos pesados. Isto resulta em soluções anti-corrosivas, porém aumenta os perigos de escorregamento.

Muitas estruturas de grande porte, incluindo pontes, plataformas petrolíferas e refinarias são protegidas contra a corrosão pela Aspersão Térmica com Alumínio (TSA - *Thermal Spray Aluminum*), zinco ou suas ligas. Embora a TSA forneça uma proteção inigualável contra a corrosão em muitos ambientes corrosivos agressivos, não possui características que impeçam o desgaste a longo prazo e nem fornecem superfícies não escorregadias efetivas.

## Características do revestimento

Entre as várias características apresentadas pelo 28E-ARCTEC da Metallisation, temos a proteção contra a corrosão, comparável àquela fornecida pelo alumínio, principalmente quando utilizado em ambientes extremamente agressivos. Além disto, o revestimento conta com um baixo nível de deslizamento, indicado em aplicações para pedestres, industriais e algumas voltadas para veículos e transporte. Possui ainda, boa resistência à erosão de partículas abrasivas sopradas pelo vento ou através de outros meios. É também de fácil aplicação através da aspersão térmica, processo já mundialmente consagrado e respaldado por normas internacionais.

## Características do material

A composição química do 28E-ARCTEC possui como elementos-chave: alumínio, titânio, oxigênio e traços

de outros elementos metálicos. A liga é fornecida na forma de arame sólido homogêneo, resultando numa camada metalizada e consistente.

A estrutura do revestimento metalizado contém partículas-chave inter-metálicas e não-metálicas, que atuam como pontos extremamente duros no interior do alumínio, mais macio.

As partículas duras presentes na superfície da camada metalizada, torna o revestimento muito eficaz quanto à sua resistência ao desgaste e à erosão.

## Ensaio executados

Entre os diversos tipos de ensaios executados, destacamos os testes de bio-abrasão mecânica / avaliação do deslizamento do pêndulo, previsão de ciclo de vida, resistência ao deslizamento, corrosão, prático de derrapagem e de placa Q.

## Sumário das conclusões dos ensaios

A liga de AlTi aplicada por metalização a arco elétrico, é mais resistente à abrasão do que o alumínio 99.5%, e pode competir com outros materiais. Apresenta ainda, quando aplicada desta forma, uma resistência ao desgaste, que permite ser utilizada como uma solução antiderrapante, em aplicações de tráfego veicular.

Camadas da liga AlTi, quando depositadas pelo processo de aspersão térmica a arco elétrico, possuem um desempenho contra a corrosão tão bom quanto àquele apresentado pelo alumínio 99.5%, nos ambientes corrosivos testados. Possuem ainda, um baixo potencial de deslizamento, o que a torna confiável para o tráfego de pedestres.

## Aplicações Seleccionadas - Sumário da avaliação

Após extensiva avaliação, a liga AlTi foi escolhida para o piso da ponte de interconexão de uma nova plataforma *off-shore* LNG.

Revestimentos não escorregadios, na forma de liga AlTi, utilizados para poços de inspeção, encontram-se sob testes junto ao principal conselho do condado do Reino Unido.

A liga AlTi também foi especificada para o passadiço do DOT em Maine - EUA, encontra-se em experiência nos pisos de vagões de passageiros de trens, em aplicações no alto de elevadores de caminhões, no carregamento/descarregando em rampas de aço e em plataformas de porta-aviões com superfícies não escorregadias e resistentes a temperatura.

Testes também estão sendo realizados com camadas da liga AlTi aplicadas por aspersão térmica à chama, adequadas para o uso sobre concreto, fornecendo soluções de baixo deslizamento.

## Agradecimentos

LSM AMG (Rotherham UK)  
Chris Wheatley - CJ WIRETECH Ltd  
Sheffield Hallam University-Materials & Eng Research Institute  
Bodycote Testing Ltd (Manchester UK)  
CERAM - Ceramic Research Association (Stoke UK)  
COMERSUL - Metallisation Distributor in Brasil