

3ª edição

BRIDGES

BRAZIL

ENG^o William Marques
Desenvolvimento de Mercado
ICZ – Instituto de Metais não Ferrosos
IZA – International Zinc Association

**“Aplicações Internacionais da Galvanização
Contra a Corrosão em Pontes e Viadutos”**

SOBRE O ICZ:

- **Fundado em 1970, inicialmente com o nome ICZ – Instituto Brasileiro de Informação do Chumbo e Zinco;**
- **Em 1988, passa a chamar-se ICZ – Instituto de Metais Não Ferrosos;**
- **Tornando-se definitivamente uma importante entidade de representação de toda a cadeia produtiva junto ao governo e órgãos internacionais;**
- **Sede: São Paulo – Capital.**
- **VISÃO:**
Liderar e apoiar os setores dos metais Zinco, Níquel e Chumbo, no desenvolvimento e disseminação de suas aplicações e uso sustentável no Brasil.

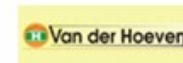
SOBRE O IZA – Internacional Zinc Association:

Missão:

Dar suporte e avançar os mercados de zinco e seus produtos através de pesquisa, desenvolvimento, transferência de tecnologia e comunicação dos atributos únicos que fazem do zinco uma solução sustentável e essencial para vida.

Associados do ICZ:

44 associados

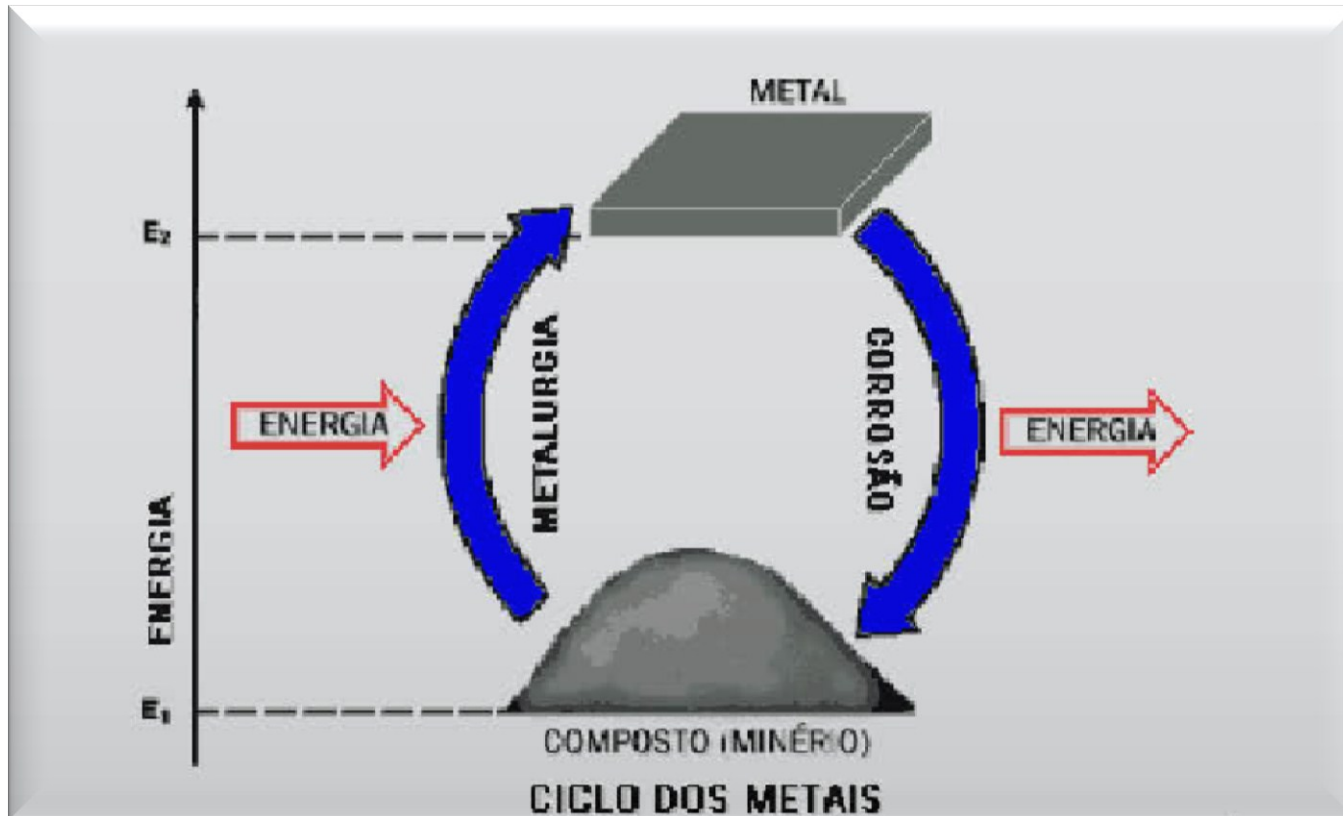


QUIOTO

- O protocolo de Quioto, celebrado sob a Convenção das Nações Unidas para as Alterações Climáticas e Aquecimento Global, que entrou em vigor a 16 de Fevereiro de 2005, **defende a proteção anti-corrosiva no âmbito das medidas preventivas para o controle da poluição mundial.**

Proteger produtos de aço da corrosão é uma contribuição para a sustentabilidade e redução de emissões que alteram o clima.

Corrosão processo espontâneo



Corrosão – tendência natural da matéria em retornar ao seu estado de maior estabilidade.

CORROSÃO DOS METAIS

- ❑ **Corrosão – tendência natural da matéria em retornar ao seu estado de maior estabilidade.**
- ❑ Um estudo da empresa norte-americana CCTechnologies, disponível no site www.corrosioncost.com, avaliou que de 1% a 5% do PIB dos países são consumidos pela corrosão.
- ❑ **Perda por corrosão no Brasil = 4% do PIB (fontes: USP / IZA)
= R\$ 166 BILHÕES (2011) = US\$ 83 bilhões (US\$ 1.00 = R\$ 2,00)
PIB 2011 BRASIL = R\$ 4,143 TRILHÕES.**
- ❑ Com a utilização de técnicas atuais de proteção contra corrosão, estima-se que **poderiam ser economizados** cerca de **R\$ 41,5 bilhões por ano = 25%** dos R\$ 166 bilhões acima.
- ❑ Quando se trata de vergalhão em concreto armado a corrosão é uma **ameaça silenciosa** – por ocorrer de dentro para fora, a corrosão do vergalhão pode ser percebida quando já atingiu outros elementos da obra.

COMO POSSO PROTEGER O AÇO CARBONO OU O FERRO FUNDIDO, DA AÇÃO DO MEIO AMBIENTE:

- ÓLEO;
- GRAXA;
- PINTURA;
- VERNIZ;
- RESINA;
- GALVANOPLASTIA:
 - ZINCAGEM ELETROLÍTICA
 - NIQUELAÇÃO
 - CROMAÇÃO
 - COBREÇÃO....

*SIMPLES
ADERÊNCIA
SUPERFICIAL*

UMA GRANDE DIFERENÇA

- GALVANIZAÇÃO POR IMERSÃO A QUENTE

***DIFUSÃO DO ZINCO
NA REDE CRISTALINA
DA PEÇA***

GALVANIZAÇÃO POR IMERSÃO A QUENTE

CONHECIDO TAMBÉM COMO:

- **ZINCAGEM POR IMERSÃO A QUENTE**
- **ZINCAGEM A FOGO**
- **GALVANIZAÇÃO A FOGO**

--- ABNT NBR 6323 ---

“GALVANIZAÇÃO DE PRODUTOS DE AÇO OU FERRO FUNDIDO – ESPECIFICAÇÃO”

--- ABNT NBR 7414 ---

“GALVANIZAÇÃO DE PRODUTOS DE AÇO OU FERRO FUNDIDO POR IMERSÃO A QUENTE – TERMINOLOGIA”



GALVANIZAÇÃO POR IMERSÃO A QUENTE

DEFINIÇÃO: É um processo de revestimento de zinco no aço C ou ferro fundido ou aço patinável, visando a proteção contra a corrosão.



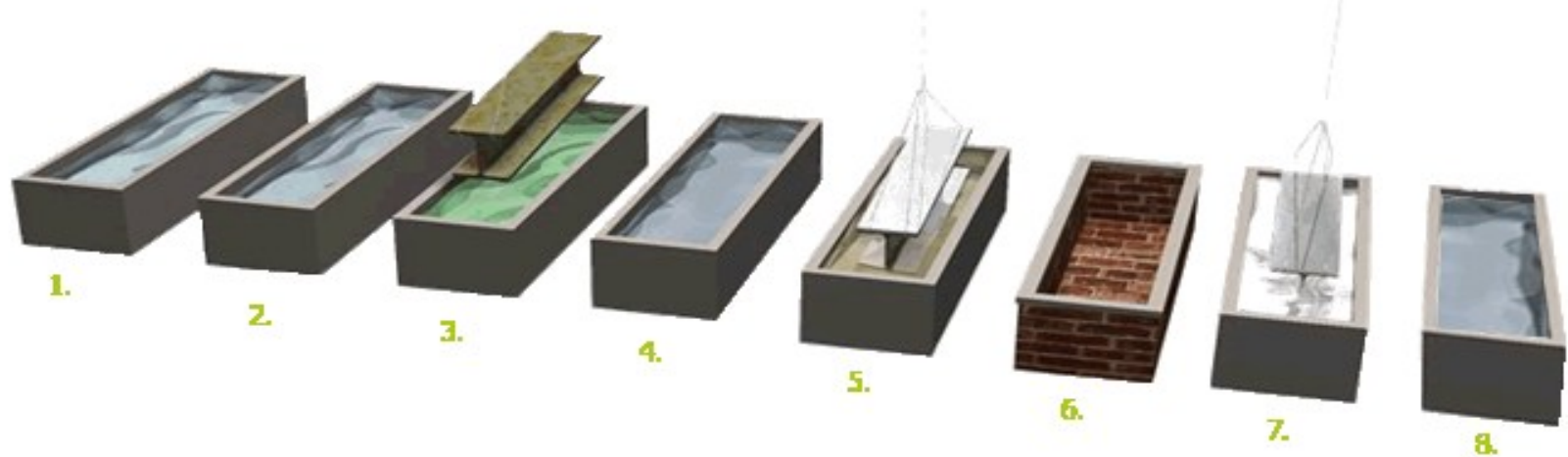
Série Galvânica dos Metais

METAL	POT.ELETRODO
Magnésio	-2,340
Alumínio	-1,670
Zinco	-0,762
Cromo	-0,710
Ferro	-0,440
Cádmio	-0,402
Níquel	-0,250
Estanho	-0,135
Chumbo	-0,126
Cobre	+0,345
Prata	+0,800
Ouro	+1,680

MENOS NOBRES

MAIS NOBRES

PROCESSO DA GALVANIZAÇÃO POR IMERSÃO A QUENTE



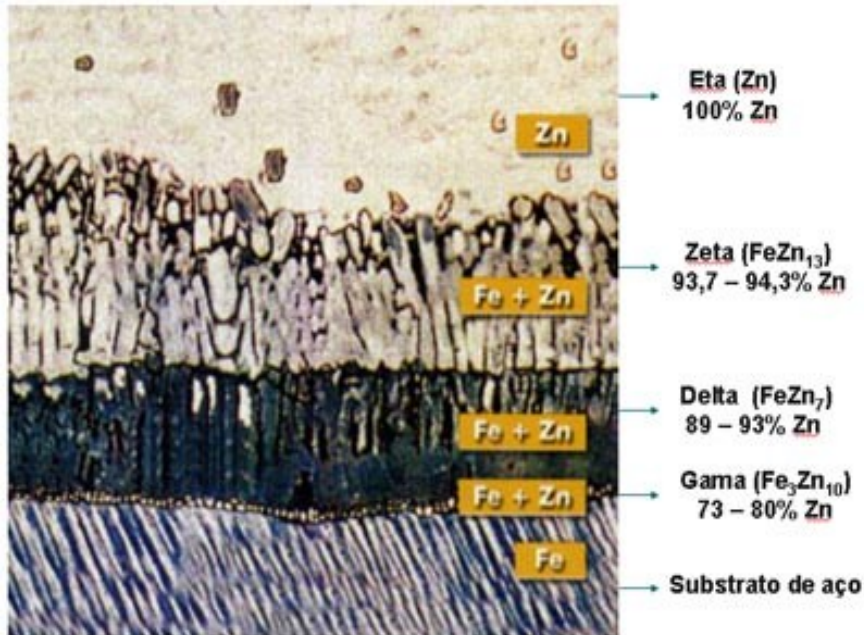
- 1) *Desengraxe* 2) *Lavagem* 3) *Decapagem (HCl)* 4) *Lavagem* 5) *Fluxagem* 6) *Secagem*
7) *Banho em zinco fundido (450°C)* 8) *Passivação e/ou Resfriamento.*



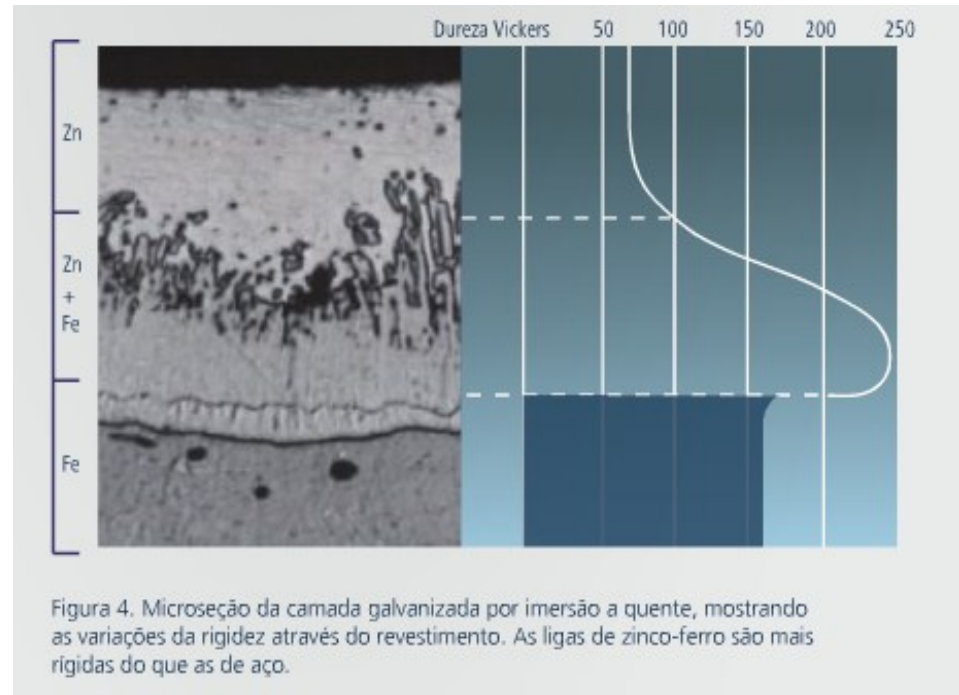
COMO A GALVANIZAÇÃO POR IMERSÃO A QUENTE PROTEGE CONTRA A CORROSÃO?

BARREIRA

Camadas



DUREZA DAS CAMADAS



SISTEMA DUPLEX: PINTURA SOBRE A SUPERFÍCIE GALVANIZADA

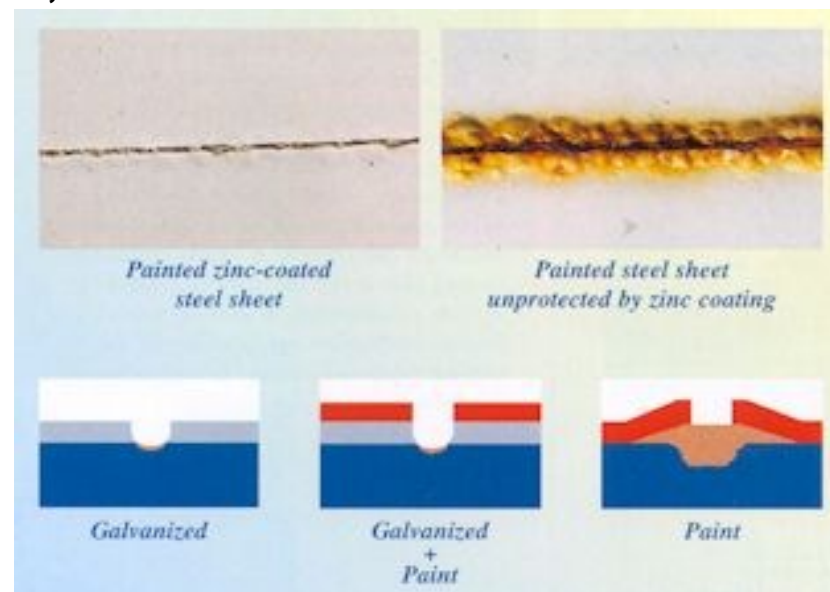
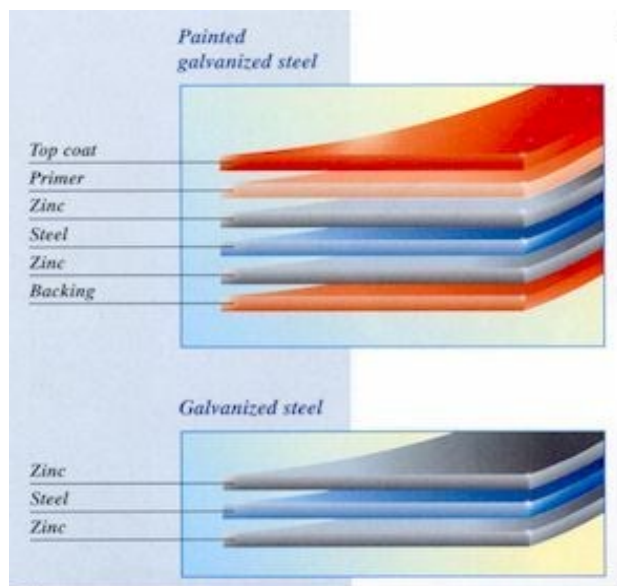
AUMENTA A PROTEÇÃO ENTRE 1,5 A 2,5 VEZES.

EXEMPLO: (para ambiente C3) (valores estimados)

AÇO PINTADO – 10 anos

AÇO GALVANIZADO – 45 anos

AÇO GALVANIZADO e PINTADO = $(10+45) \times 2,0 = 110$ anos de vida útil.



NOTA: Não se utiliza tinta alquídica para superfícies galvanizadas por ser saponificável, provocando desta forma destacamento da pintura. 12

VERGALHÃO GALVANIZADO



Aspecto de vergalhão galvanizado por
imersão a quente
Fonte: www.galvanizeit.com

VERGALHÃO GALVANIZADO

- ASTM A767 – Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Steel Bars for Concrete Reinforcement.
- ISO 14657 – Zinc-coated steel for the reinforcement of concrete.
- ABNT NBR – Em elaboração.
- **ABNT NBR 6118** – Projeto de estruturas de concreto – **sub item 7.7** – Em condições de exposição adversas **devem ser** tomadas medidas especiais de proteção e conservação do tipo: aplicação de revestimentos hidrofugantessobre a superfície do concreto, **galvanização da armadura**,e outros.

❖ **UTILIZADO HÁ MAIS DE 60 ANOS NA EUROPA E ESTADOS UNIDOS.**

❖ **NO BRASIL – MUSEU IBERÊ CAMARGO E MUSEU DE ARTE DO RIO - MAR**

VERGALHÃO GALVANIZADO

Expectativa de durabilidade do vergalhão galvanizado

Atualmente, tem sido adotado como padrão 100 anos de vida útil para grandes estruturas de concreto armado, como pontes e portos. Para o atendimento desses padrões em estruturas expostas a ambientes agressivos, torna-se necessária uma metodologia de projeto que contemple todas as variáveis que auxiliem na longevidade da estrutura.

A utilização de barras galvanizadas proporciona maior vida útil à estrutura devido a um processo corrosivo diferente do aço desprotegido. (Figura 8).

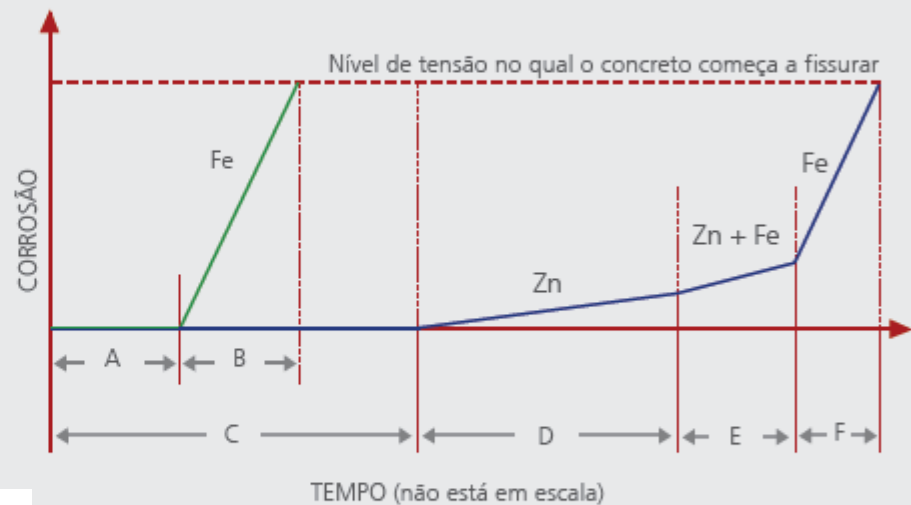


Figura 8. Cinética da corrosão de vergalhão sem revestimento comparada com a do vergalhão galvanizado por imersão a quente.

- A-** Período no qual o concreto é exposto aos agentes agressivos (CO_2 , cloretos, outros).
- B-** Período de oxidação destrutiva do aço sem revestimento (linear) até o limite aceitável de deterioração do concreto.
- C-** Período de iniciação da oxidação do zinco. Extensão na durabilidade devido à maior tolerância aos íons cloretos e ao pH.
- D-** Período de proteção enquanto se dissolve uma pequena parcela da camada de zinco puro na superfície do aço.
- E-** Período de proteção adicional enquanto se dissolvem as camadas de liga Zn+Fe do revestimento.
- F-** Ataque do aço exposto idêntico ao B.

APLICAÇÕES INTERNACIONAIS AÇOS GALVANIZADOS EM PONTES E VIADUTOS

Estrutura lateral de ponte antes e depois da galvanização e montada.



Cidade:

Bad Mergentheim

Alemanha



Pedestrian and Bike Crossing I-5

DATA DA GALVANIZAÇÃO

2009

SETOR

Pontes e autoestradas
Transporte

AMBIENTE

Industrial/Urbano

RAZÃO DA GALVANIZAÇÃO

Durabilidade
Proteção a corrosão
Estética

LOCAL

Eugene, Oregon - EUA

PREVISÃO DE 1ª MANUTENÇÃO

72 anos



I-75 Overpass Railing

DATA DA GALVANIZAÇÃO

2008

SETOR

Sistema Duplex

Pontes e autoestradas

AMBIENTE

Industrial/Urbano

RAZÃO DA GALVANIZAÇÃO

Proteção a corrosão

Durabilidade

Livre de manutenção

LOCAL

Detroit, Michigan - EUA

PREVISÃO DE 1ª MANUTENÇÃO

72 anos



Chase Miller Bridge

DATA DA GALVANIZAÇÃO

2009

SETOR

Pontes e autoestradas
Transporte

AMBIENTE

Rural

RAZÃO DA GALVANIZAÇÃO

Proteção a corrosão
Estética
Livre de manutenção

LOCAL

Limington, Maine - EUA

PREVISÃO DE 1ª MANUTENÇÃO

120 anos



Keystone Road Roundabout Bridges

DATA DA GALVANIZAÇÃO

2009

SETOR

Sistema Duplex
Pontes e autoestradas

AMBIENTE

Suburbano

RAZÃO DA GALVANIZAÇÃO

Proteção a corrosão
Velocidade de execução
Estética

LOCAL

Carmel, Indiana - EUA

PREVISÃO DE 1ª MANUTENÇÃO

95 anos



Spring Lake Bridge

DATA DA GALVANIZAÇÃO
2008

SETOR
Pontes e autoestradas
Vergalhão

AMBIENTE
Marinho Temperado

RAZÃO DA GALVANIZAÇÃO
Proteção a corrosão

LOCAL
Spring Lake, Michigan – EUA

PREVISÃO DE 1ª MANUTENÇÃO
85 anos



Smolen-Gulf Bridge

DATA DA GALVANIZAÇÃO

2008

SETOR

Pontes e autoestradas
Vergalhão

AMBIENTE

Marinho Temperado
Industrial/Urbano

RAZÃO DA GALVANIZAÇÃO

Proteção a corrosão
Estética

LOCAL

Ashtabula, Ohio - EUA

PREVISÃO DE 1ª MANUTENÇÃO

85 anos



Tappan Zee Bridge

DATA DA GALVANIZAÇÃO
2008

SETOR
Pontes e autoestradas

AMBIENTE
Marinho Temperado
Industrial/Urbano

RAZÃO DA GALVANIZAÇÃO
Custo do Ciclo de Vida
Durabilidade
Velocidade de execução

LOCAL
New York City, NY - EUA

PREVISÃO DE 1ª MANUTENÇÃO
85 anos



Missouri DOT I-70 North Bridge

DATA DA GALVANIZAÇÃO

2004

SETOR

Sistema Duplex
Pontes e autoestradas

AMBIENTE

Rural

RAZÃO DA GALVANIZAÇÃO

Proteção a corrosão
Livre de manutenção

LOCAL

St. Louis, Missouri - EUA

PREVISÃO DE 1ª MANUTENÇÃO

120 anos



Replacement of Somerset County Bridge

DATA DA GALVANIZAÇÃO

1999

SETOR

Pontes e autoestradas

AMBIENTE

Suburbano

RAZÃO DA GALVANIZAÇÃO

Estética

Durabilidade

LOCAL

Montgomery, New Jersey - EUA

PREVISÃO DE 1ª MANUTENÇÃO

95 anos



Augusta Memorial Bridge

DATA DA GALVANIZAÇÃO

2006

SETOR

Sistema Duplex
Pontes e autoestradas

AMBIENTE

Suburbano
Industrial

RAZÃO DA GALVANIZAÇÃO

Proteção a corrosão
Durabilidade

LOCAL

Augusta, Maine - EUA

PREVISÃO DE 1ª MANUTENÇÃO

95 anos



Boca Chica Bridge

DATA DA GALVANIZAÇÃO

1972

SETOR

Pontes e autoestradas
Vergalhão

AMBIENTE

Marinho Tropical

RAZÃO DA GALVANIZAÇÃO

Durabilidade
Livre de manutenção
Proteção a corrosão

LOCAL

Key West, Florida - EUA

PREVISÃO DE 1ª MANUTENÇÃO

95 anos



Highway 99 'Sea to Sky' Upgrade

DATA DA GALVANIZAÇÃO

2009

SETOR

Pontes e autoestradas
Transporte

AMBIENTE

Marinho Temperado
Rural

RAZÃO DA GALVANIZAÇÃO

Proteção a corrosão
Estética

LOCAL

Vancouver to Whistler, BC - Canadá

PREVISÃO DE 1ª MANUTENÇÃO

85 anos



Pittville Community Pedestrian Bridge

DATA DA GALVANIZAÇÃO

2009

SETOR

Pontes e autoestradas

AMBIENTE

Urbano

RAZÃO DA GALVANIZAÇÃO

Durabilidade

Livre de manutenção

Aumento da vida útil do aço

LOCAL

Cheltenham, Gloucestershire - Inglaterra

PREVISÃO DE 1ª MANUTENÇÃO

ND



Wilford Bridge

DATA DA GALVANIZAÇÃO

2008

SETOR

Pontes e autoestradas

AMBIENTE

Urbano

RAZÃO DA GALVANIZAÇÃO

Durabilidade

Livre de manutenção

LOCAL

Woodbridge, Suffolk - Inglaterra

PREVISÃO DE 1ª MANUTENÇÃO

ND



Experiência das Bermudas: 50 anos de sucesso

Outra comprovação do alto desempenho dos vergalhões galvanizados foi obtida nas ilhas Bermudas, confirmando sua durabilidade a longo prazo mesmo em ambientes marítimos com alta agressividade. Há mais de 50 anos, todos os cais, quebra-mares, pisos de pontes, subestruturas e outras infraestruturas nas Bermudas são regularmente construídos com vergalhões galvanizados. Em 1995, uma inspeção com a retirada de material do interior da Ponte Longbird, que na ocasião tinha 42 anos, revelou que os vergalhões galvanizados ainda tinham a espessura do revestimento de zinco muito além dos valores

da nova especificação para revestimento galvanizado por imersão a quente, mesmo com níveis de cloreto entre 1 e 4 kg/m³. Além disso, um exame detalhado das amostras do concreto dessas estruturas revelou que os produtos resultantes da corrosão do zinco migraram para uma distância considerável (cerca de 0,4 mm), a partir da interface zinco/concreto, para o interior da matriz do concreto circundante, sem produzir nenhum efeito visível no concreto. Os estudos demonstram que em concreto de boa qualidade e que esteja bem compactado, bem conservado e com uma espessura adequada de recobrimento os vergalhões galvanizados

se conservam por períodos mais longos e são um método econômico de proteção à corrosão. Em concretos de má qualidade, particularmente aqueles que contêm uma elevada proporção de água/cimento e um recobrimento deficiente sobre a armadura, a galvanização retardará o aparecimento da corrosão do reforço provocada na presença de cloreto, mas seus efeitos são mais limitados.



Ponte New Watford, Bermudas



Pier no Royal Bermuda Yacht Club



Cais de Penno, Bermudas



Central de Energia de Tynes Bay



África

- Quebra-mar Cidade do Cabo, África do Sul
- Passarelas para pedestres - Algoa Bay, África do Sul
- Plataformas de mergulho e piscinas, África do Sul
- Ponte sobre o rio Strandfontein, África do Sul
- Ponte Eisleben sobre Baden Powel Drive, África do Sul
- Ampliação das pontes sobre Liesbeek Park Road, África do Sul



Plataformas de mergulho



Ponte Eisleben



Passarela Algoa Bay

Conclusão:

- **A tecnologia da galvanização por imersão a quente é amplamente aplicada no mundo no segmento de pontes e viadutos.**
- **Tem se demonstrado eficaz no aumento da vida útil do aço utilizado em estruturas metálicas e armaduras em estruturas de concreto.**
- **É eficaz tanto em novas obras como restaurações.**
- **Reduz o custo de manutenção.**
- **O mundo já a utiliza com ótimos resultados.**
- **O que falta para o Brasil utilizar amplamente esta tecnologia?**
- **GALVANIZAÇÃO POR IMERSÃO A QUENTE FUNCIONA.**



Visite nosso site: www.icz.org.br



Portal da Galvanização » Receba nossos Informativos » Seja Associado » Fale Conosco » Home

ICZ Instituto de Metais Não Ferrosos

ICZ | Associados | Associações | Estatísticas dos Metais | Preço dos Metais | Biblioteca Digital | Notícias | Eventos

GALVANIZAÇÃO ▶
CHUMBO ▶
NÍQUEL ▶
ZINCO ▶

www.bbosch.com.br | www.mangels.com.br
www.beretta.com.br | www.villaresmetals.com.br
www.lumegal.com.br | www.vmetals.com.br

BIBLIOTECA DIGITAL

Zinco em Fertilizantes
A deficiência de zinco, é há anos reconhecida como um problema crítico pelos nutricionistas, médicos, cientistas e agrônomos.
Folhear | Baixar | Adquirir

Brazil World Cup Transportation Congress - Apresentação do ICZ
Ver o pdf da apresentação

CLIPPING

12/04/2011
Vale lança oferta de US\$ 1,1 bilhão por ativos no cinturão de cobre africano
Fonte: DCI

11/04/2011
Cobre: a próxima estrela a despontar na mineração brasileira?
Fonte: IBRAM

11/04/2011
Importar commodities da China vai ficar mais caro em março
Fonte: Agência Estado

11/04/2011
Brasil foi principal destino de

NOTÍCIAS E ARTIGOS

07/04/2011
Influência do chumbo no comportamento de desgaste de liga de bronze ao alumínio
São apresentados ensaios de laboratório que foram projetadas para o estudo de influência no desgaste, da presença de diferentes quantidades de chumbo em ligas de bronze ao alumínio.
Fonte: Revista ABIFA

01/04/2011
Cartas na manga
Novo CEO da Villares Metalls anuncia investimentos para 2011 e aposta nas oportunidades de negócios do pré-sal
Fonte: Revista Metalurgia - Metalurgia



Mais exemplos de utilização de aços galvanizados por imersão a quente:



MUITO OBRIGADO!

william.marques@icz.org.br

wmarques@zinc.org

www.icz.org.br / www.zinc.org

www.portaldagalvanizacao.com.br