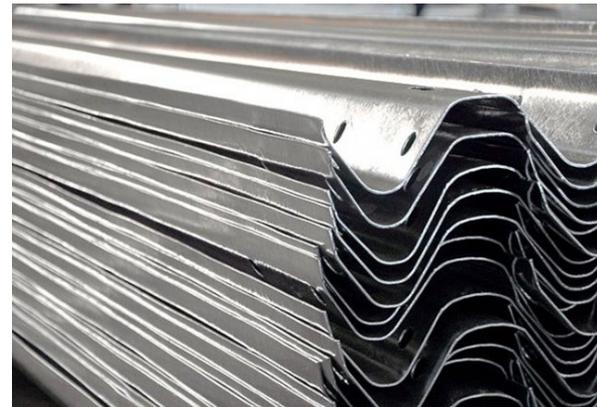


GRANDES PROJETOS GALVANIZADOS A FOGO: PERFORMANCE E MANUTENÇÃO

**Engº. Esp. Fábio Gomes da Costa;
Diretor Gomes Tec
Consultor Técnico.**



**Evento: Espaço ICZ
Data: 10 de setembro de 2019
Hora: Das 09h às 19h
Local: IPT – São Paulo**



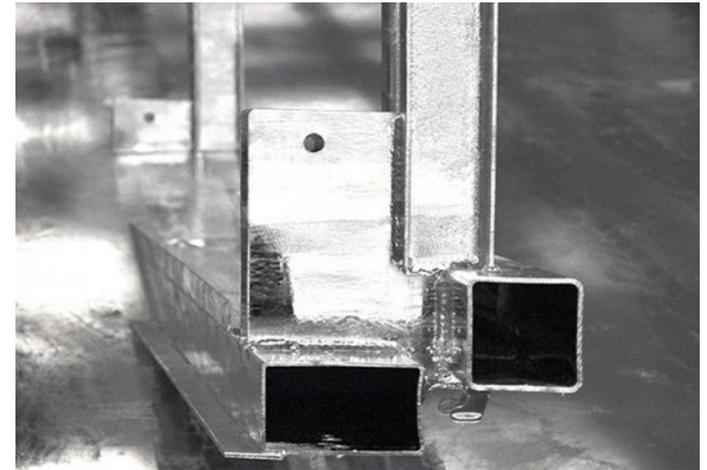
ESCOLHA DO SISTEMA DE PROTEÇÃO.

Como devemos proceder :

O responsável pela escolha do sistema de proteção de uma estrutura ou equipamento seja por pintura, galvanização ou duplex, o engenheiro especialista deverá ficar atento aos seguintes fatores:



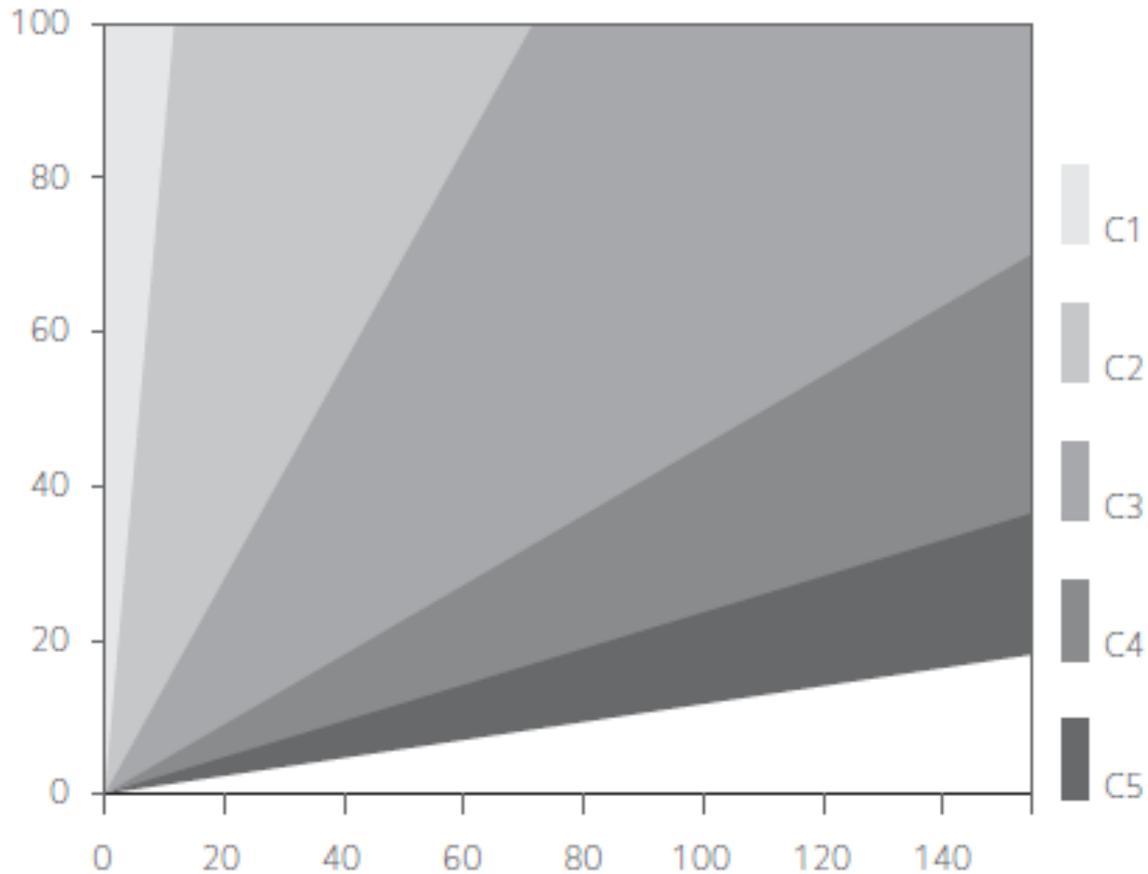
- **Categoria de corrosividade do ambiente;**
- **Custo inicial de aplicação do revestimento por peça;**
- **Vida do revestimento antes de qualquer manutenção;**
- **Custos da paralização para se efetuar a manutenção;**
- **Custo da manutenção do revestimento;**
- **Sistema de proteção atende Vida Útil de Projeto (VUP).**



ESCOLHA DO SISTEMA DE PROTEÇÃO.

Como devemos proceder :

Período de proteção
(anos)



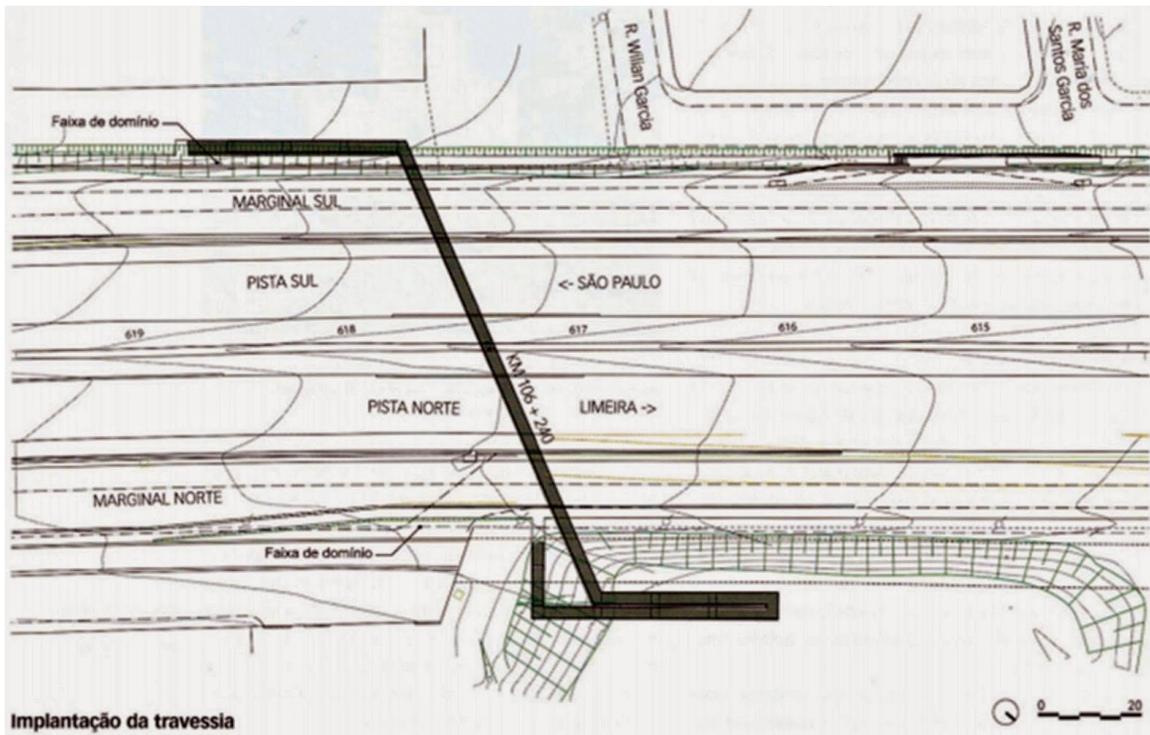
Classificação das
condições
ambientais de
acordo com a EN
ISO 12994-2 e
NBR 8800

Espessura do revestimento de zinco [μm]

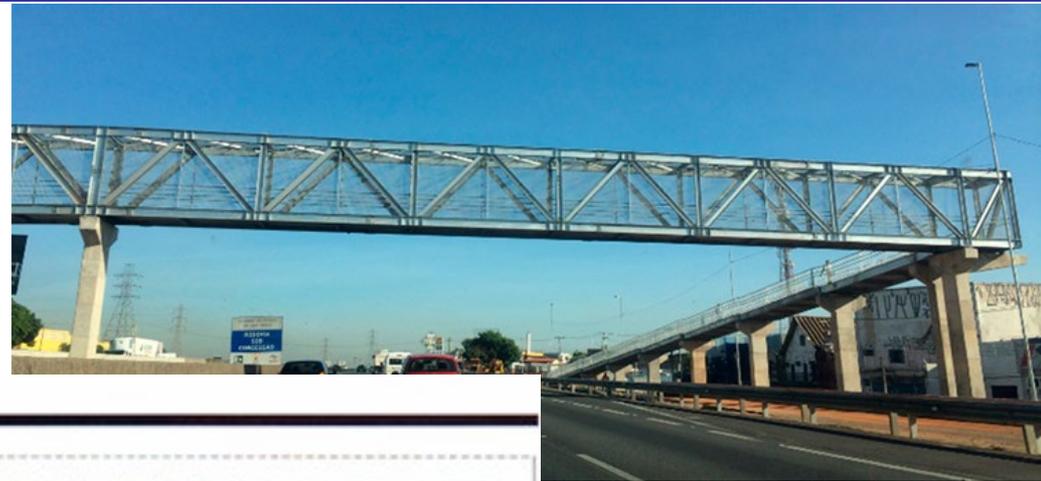
PASSARELA AÇO GALVANIZADO



“Concessionária CCR_Autoban abriu mão de contratar passarela de concreto por projeto 20% mais barato, de execução ágil e eficiente para vãos superiores a 35 m.”
CBCA | Revista Infraestrutura Urbana - Edição 47 | Por Marina Pita

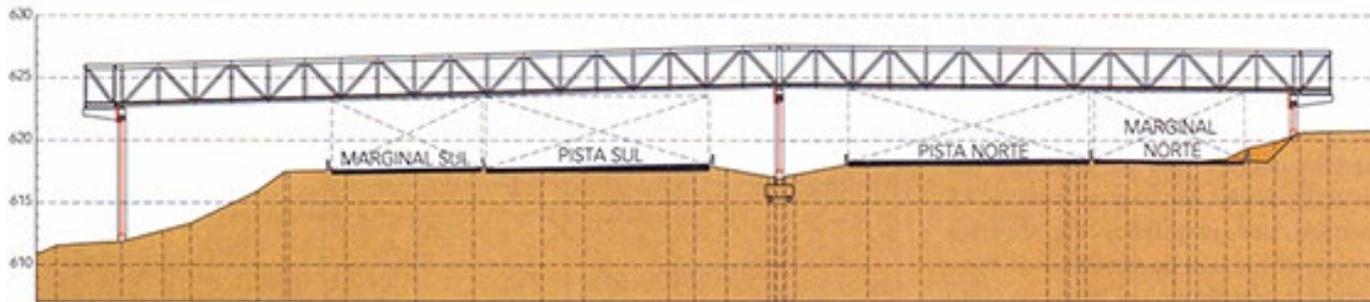


Expansão da Rodovia
Anhanguera (SP 330)
vão de 52m.



PASSARELA AÇO GALVANIZADO - Vão 52 m

ESTRUTURA METÁLICA



Implantação



Travessia central - banzo inferior



Travessia central - banzo superior



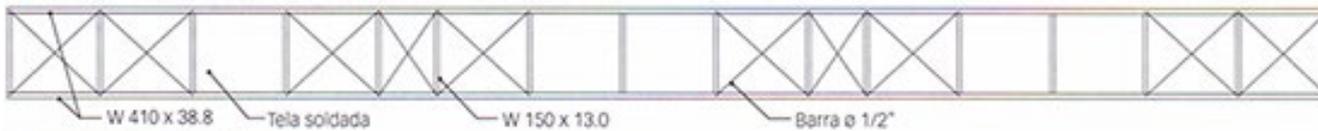
Elevação da travessia - eixo 5

- Inspeção ensaios não destrutivos nas solda de fábrica;
- Ligações parafusadas;
- Pré-montagem de fábrica.

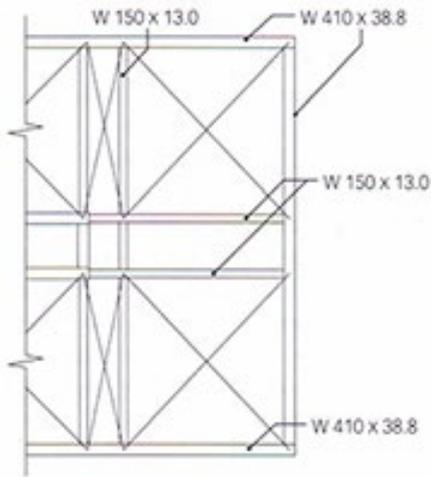
PASSARELA AÇO GALVANIZADO



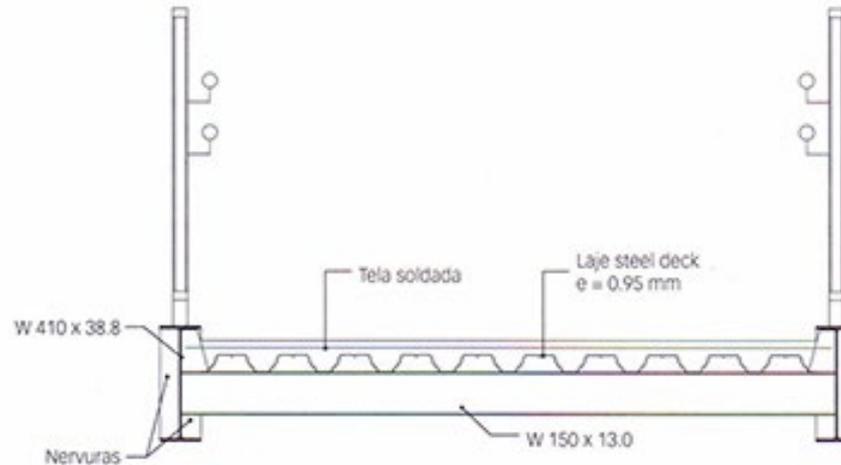
DETALHAMENTO TÉCNICO



Rampa norte - planta



Detalhe do patamar
de mudança de direção



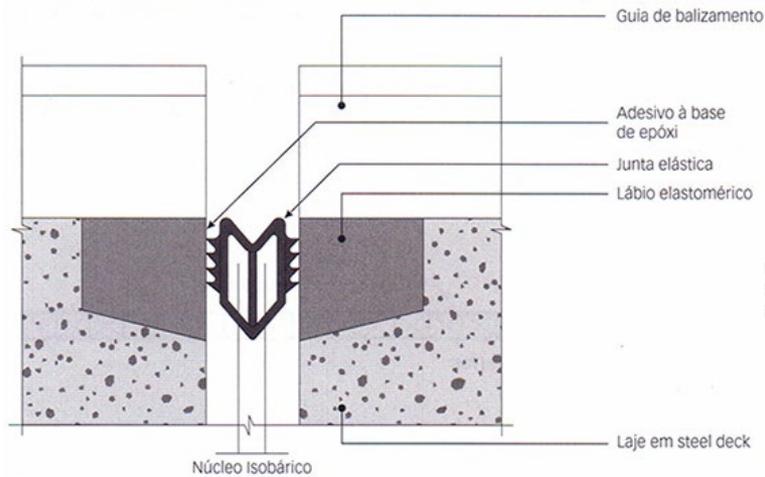
Seções da passarela

Ensaio por líquido penetrante e ultrassom;
- Acompanhamento processo de galvanização com execução ensaios campo e fábrica.

PASSARELA AÇO GALVANIZADO

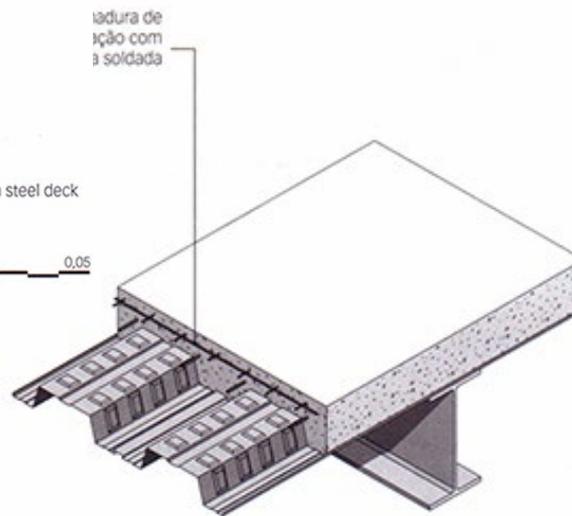


JUNTA DE DILATAÇÃO



Detalhe de junta de dilatação com lábios poliméricos

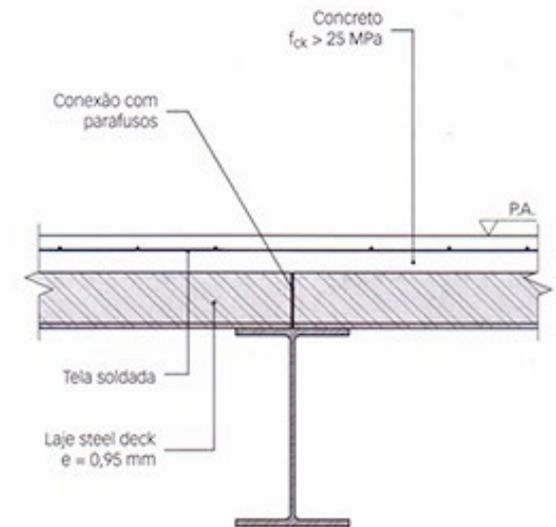
0 0,05



Detalhe da laje steel deck

- Laje Steel Deck – ABNT NBR 16421

Massa do revestimento mínimo 275 g/m²,
conforme a ABNT NBR 7013.

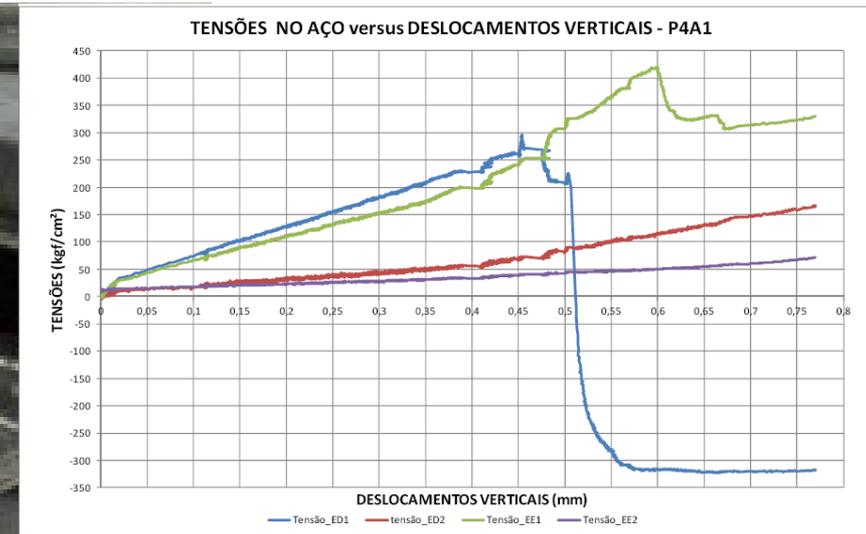
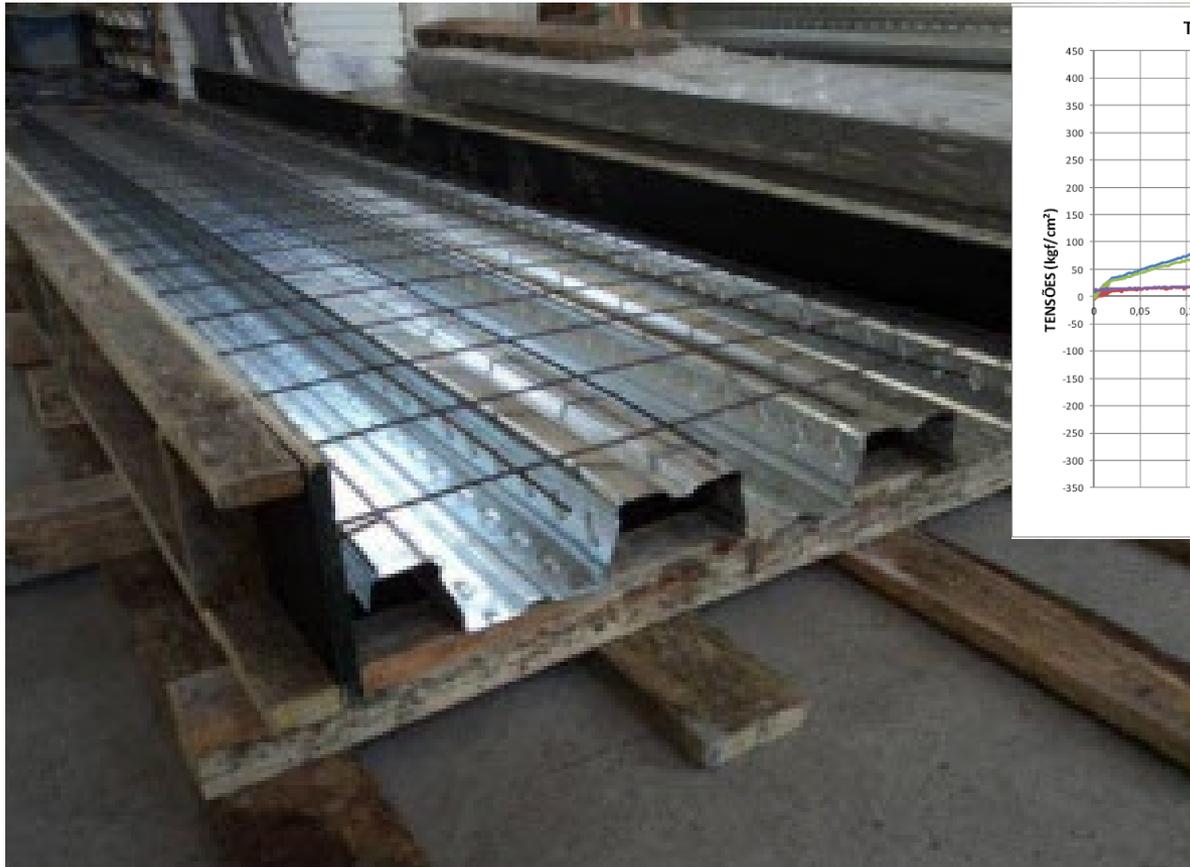


Fixação da laje steel deck
no perfil metálico

0 0,1

ENSAIOS LAJES MISTA - STEEL DECK

Ensaio em lajes mistas do tipo Steel Deck, medindo as tensões na **chapa galvanizada** aderido ao concreto, deslocamento na interface entre aço e concreto, com uso de Strain Gages (Tensão) e LVDT (Deslocamentos).



Eficiência aderência do
revestimento em zinco -
Galvanização

ENSAIOS LAJES MISTA – STEEL DECK



Ensaio nas lajes mistas tipo Steel Deck, **não foi observado o desprendimento da galvanização aderida na chapa metálica decorrente o deslocamento na interface entre aço e concreto.**

PASSARELA AÇO GALVANIZADO – Economia.

Construtora Tardelli apresentou preço 20%, inferior à versão do concreto e entregou as obras de arte especiais em **apenas quatro meses de execução**. A obra, na versão em concreto, estava **estimada em seis meses**. Todos os trabalhos foram realizados com inspeções por ensaios visuais de solda, ultrassom, liquido penetrante e do revestimento protetor aplicado. – Galvanização.



PASSARELA METÁLICA

Vicente de Carvalho – Guarujá –S.P.

56 toneladas de estrutura metálica galvanizada, foi realizada em 50 dias.



PASSARELA AÇO GALVANIZADO – Economia.

Redução de tempo de interdição de 120 dias
para 40 dias.



Fonte: 2019 Praeng Engenharia, Serra/ES

DETALHES EXECUTIVOS DE FABRICAÇÃO E SOLDAGEM COMPLEXOS VISANDO TRABALHOS DE GALVANIZAÇÃO A FOGO



APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO DE ZINCO FOI A MELHOR SOLUÇÃO PARA PROTEGER A ESTRUTURA.



**Inspeções na fabrica
antes do embarque
das peças para obra**



**Ensaio no campo e
coleta de amostras.**

A Galvanização a fogo permitiu velocidade na execução da obra e garantiu a qualidade dos trabalhos.



PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RESTAURAÇÃO DA “PONTE SECA” – Prefeitura de Vitória - ES



Em 1927, foi inaugurada a ponte Florentino
Ávidos, atual Ponte Seca. (87 anos)

PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RESTAURAÇÃO DA “PONTE SECA” – Prefeitura de Vitória - ES



**Inspeções na estrutura
metálica e concreto.**

PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RESTAURAÇÃO DA “PONTE SECA” – Prefeitura de Vitória - ES

Classificação do atual
grau de corrosão e
degradação.



PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RESTAURAÇÃO DA “PONTE SECA” – Prefeitura de Vitória - ES



**Interface com outros
materiais – Dutos não
era da época da obra.**



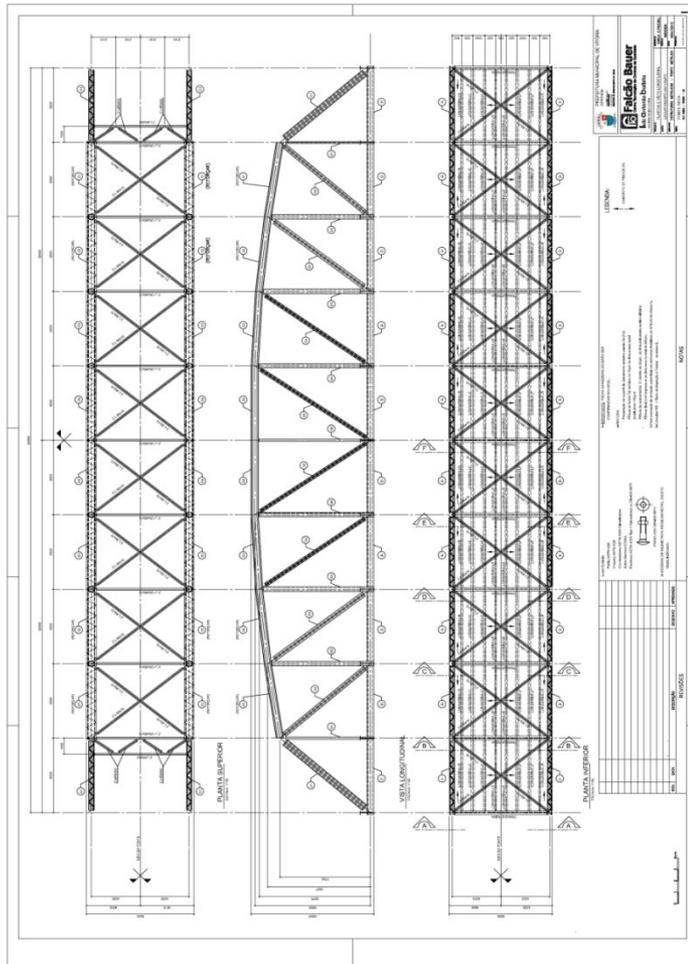
PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RESTAURAÇÃO DA “PONTE SECA” – Prefeitura de Vitória - ES

Parâmetros Normativos adotados como referência, para elaboração dos projetos.

- **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.
- **ABNT NBR 8800** – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios (referendada pela ABNT NBR 15575 – Norma de desempenho) – Menciona sobre a “Corrosão nos componentes de aço” e sugere métodos de proteção contra corrosão – indicando em seu **Anexo N.4** a “**Galvanização a Quente**”.
- **Manual ICZ** – Vergalhão Galvanizado



Projetos detalhados



Especificações Técnicas

CADERNO DE PATOLOGIAS
PREFEITURA DE VITÓRIA



A seguir apresenta-se a especificação da camada de galvanização e de tinta de proteção, bem como encontra-se também detalhada na MTD 13 – Proteção Superficial na Estrutura Metálica. Recomendamos ainda para esta execução a aplicação das demais metodologias MTD 10, 11, 12 e 14. Em complemento aos projetos executivos.

- Camada de galvanização (esp. $\geq 9,5$ mm : 43 μ m)
- Poliuretano DF para galvanizados (3 demãos de 40 μ m) – Base e acabamento.

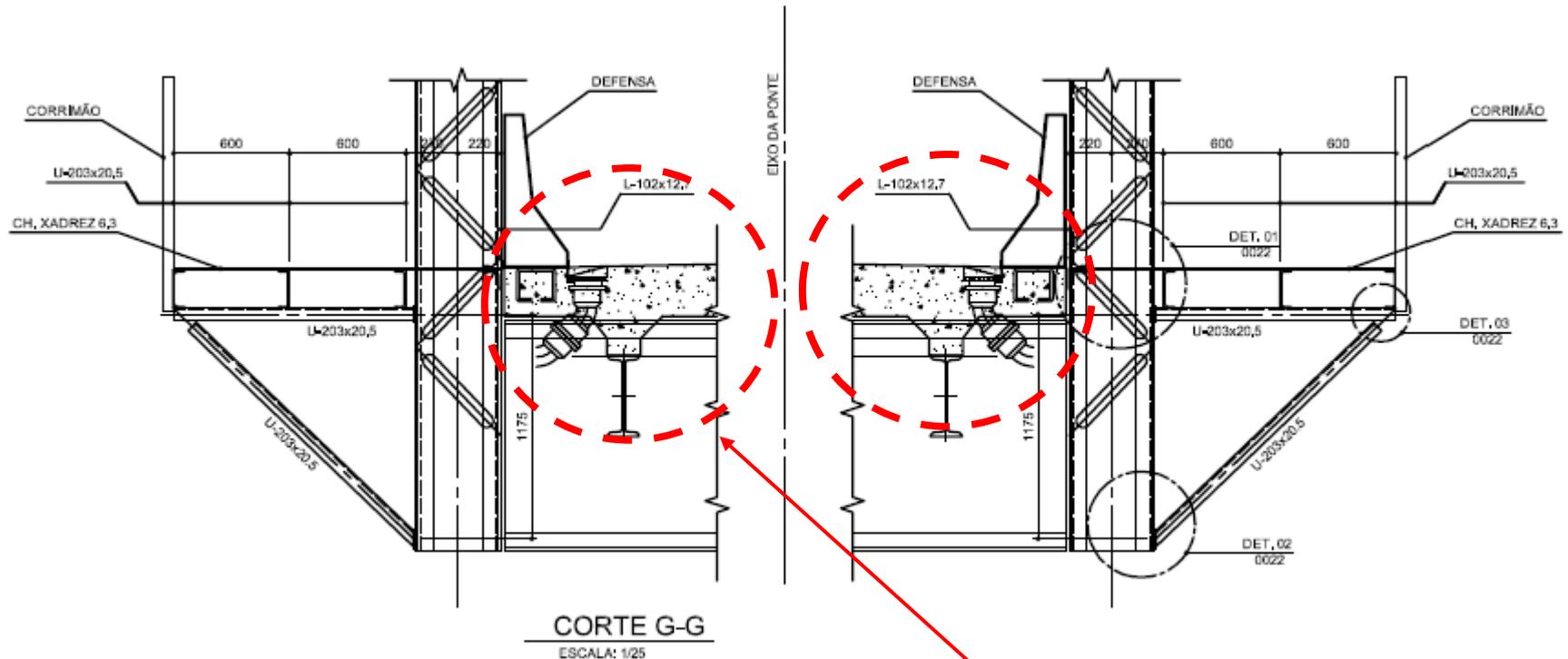
Após análises teóricas estruturais e com base nos memoriais de cálculo efetuados, recomendamos adequação da estrutura com chapas de reforço nas peças S1, S2, S9, S10, S11, S12, S19 e S20 na sua parte superior conforme os desenhos GPU – PSE – EST – DE – 0001 à 0006. Na tabela 01 apresenta-se lista de materiais para execução de restauro de acordo com os desenhos acima mencionados.



Tabela 1 – Indicação de quantitativo

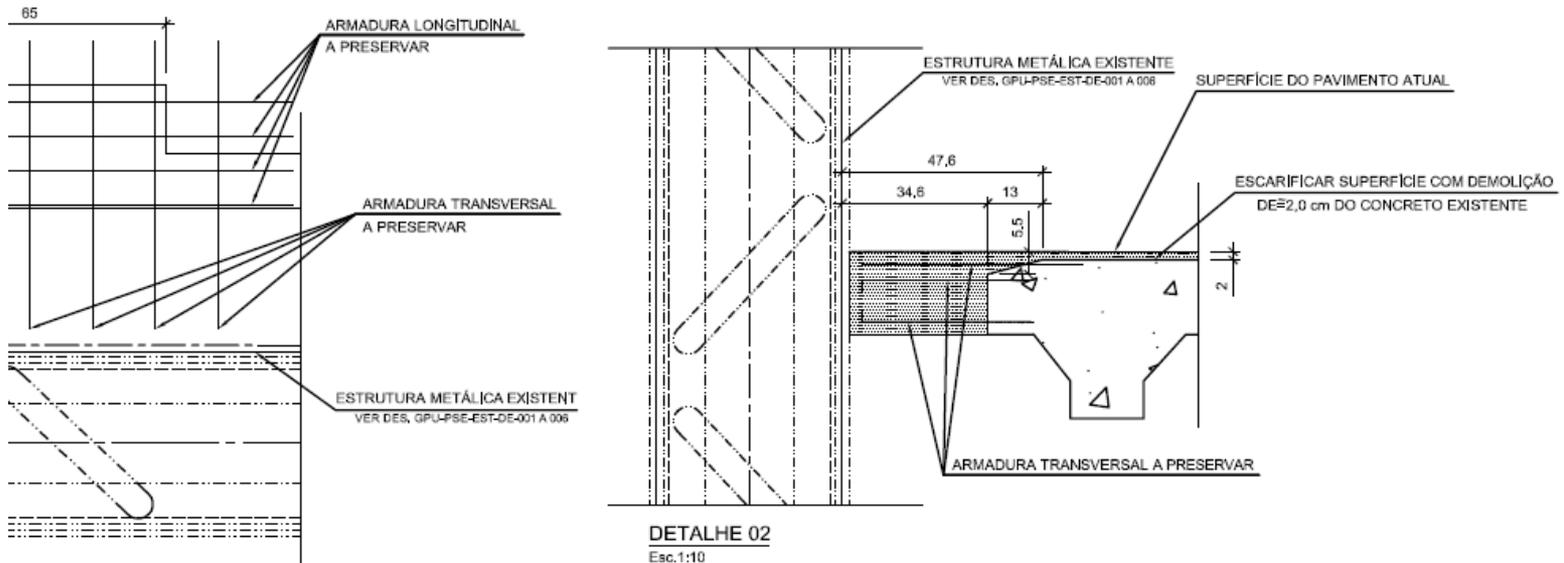
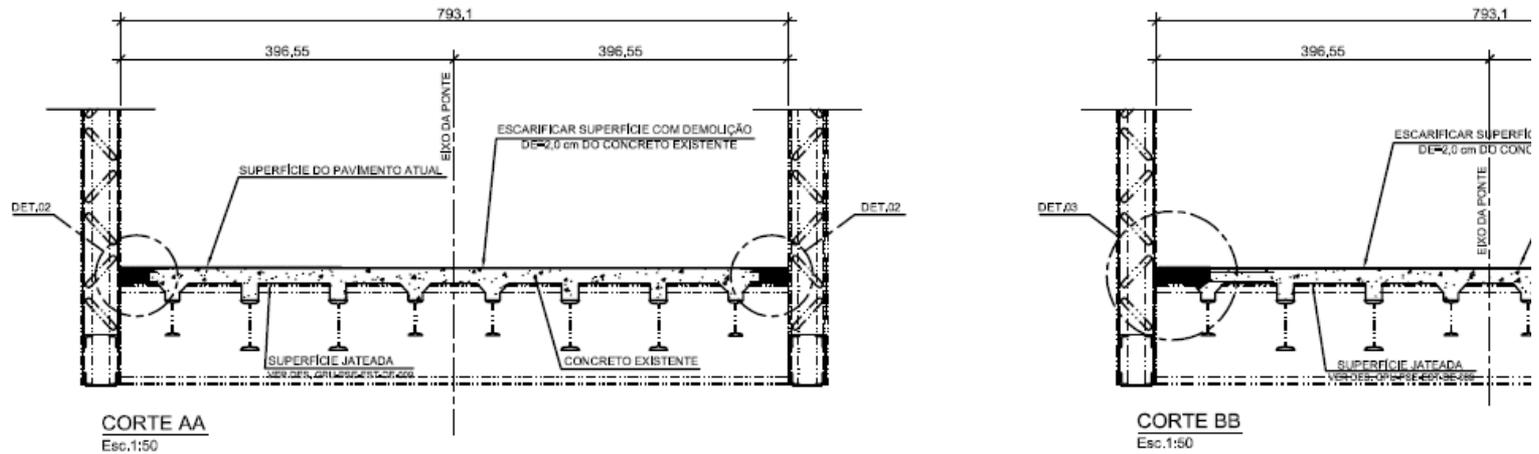
Material	Especificação	Quantidade	Observações
Chapa de aço	ASTM A36	9336 (kg)	***
Parafuso	ASTM A325 Tipo 1	3000 (un)	Galvanizado a quente
Porca	ASTM A 194 Grau 2 H	3000 (un)	Galvanizado a quente
Arruela	ASTM F 436 – Tipo 1	3000 (un)	Galvanizado a quente
Rebite Estrutural	ASTM A502	3000 (un)	Opcional/Substitui Parafuso Necessita mão de obra especializada.
Parafuso Cabeça Francesa	DIN ISO 8877	3000 (un)	Opcional/Substitui Parafuso
Tinta de fundo (Primer)	Epoxidica 150 μ m	44750 l	***
Tinta de Acabamento	Poliuretano acrílico alifático	14918 l	***
	U – 203x20,5 ASTM A36	9353 (kg)	***
	L -102x12,7 ASTM A36	2904 (kg)	***
	CH. Xadrez 6.3 ASTM A36	12524 (kg)	***
Passarela + Corrimão (Galvanizado)	L-51x6,4 ASTM A36	895 (kg)	***
	CH 6.3 ASTM A36	1286 (kg)	***

PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RESTAURAÇÃO DA “PONTE SECA” – Prefeitura de Vitória - ES



Local previsto uso vergalhão
de aço galvanizado.

PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RESTAURAÇÃO DA “PONTE SECA”



TORRE METALICA - Galvanizada e Pintada

A Torre Cásper Líbero é uma torre de transmissão. Localiza-se na Avenida Paulista, 900 no distrito de Bela Vista da capital de São Paulo, no alto do edifício da Fundação Cásper Líbero. Possui 103 metros de altura e foi inaugurada em 1983. (31 ANOS)



TORRES METÁLICAS - Galvanizada e Pintada



Investigação e
inspeções no
revestimento protetor

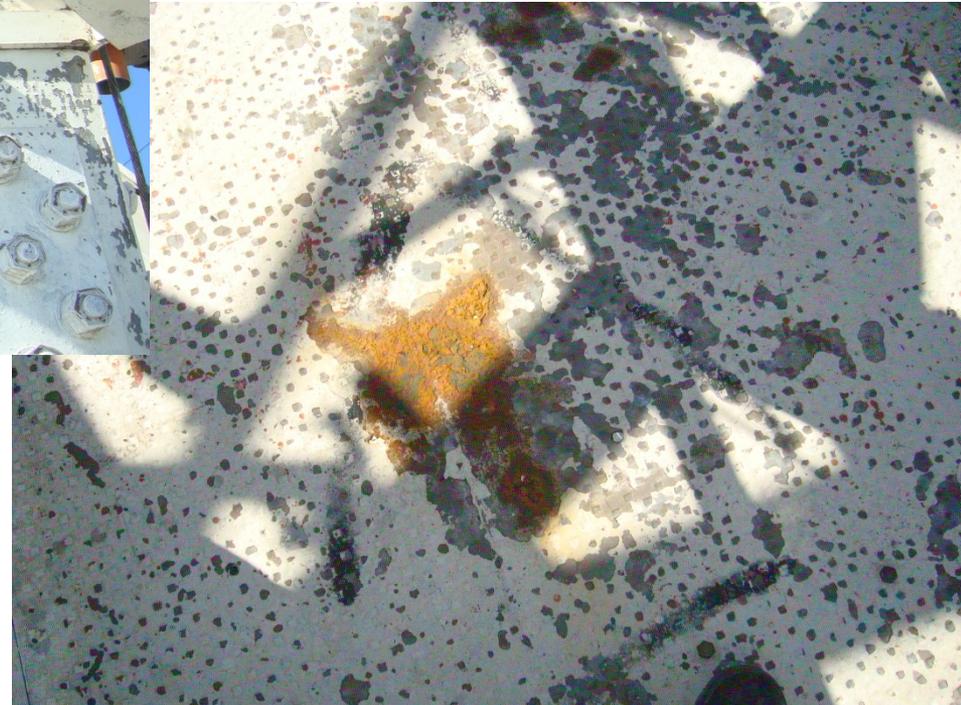


Pintura e Galvanização

TORRE METÁLICA - Galvanizada e Pintada



**Inspeções no
revestimento protetor**



Pintura e Galvanização

TORRES METÁLICAS - Galvanizada e Pintada

**Inspeções e
investigações**



Degradação natural da tinta

TORRES METÁLICAS Galvanizada e Pintada

Inspeções na
Estrutura.



Avaliação do grau e
corrosão Branca e Vermelha



TORRES METÁLICAS – Galvanizada e Pintada



Inspeções por **ensaios não destrutivos** no revestimento protetor, **auxilia** na avaliação final e nas recomendações técnicas adequadas na **elaboração do relatório**.

ESTÁDIO CÍCERO POMPEU DE TOLEDO - Avaliação das atuais condições de conservação das Canoas de Iluminações do Campo – Setor Vermelho e Azul.



Inspeção técnica visual seguida dos ensaios não destrutivos.

ESTÁDIO CÍCERO POMPEU DE TOLEDO

Especificações de projeto da época indicavam revestimento com pintura.

NOTAS

- 1 - DESENHOS DE REFERENCIA :
 - PLANTAS DE ARQUITETURA DO S.P.F.C.
 - PLANTAS DO CONCRETO EXISTENTE DE PESTALOZZI & MEILI
- 2 - TODAS AS MEDIDAS ESTÃO EM MILÍMETROS , EXCETO ANOTADO.
- 3 - MATERIAIS :
 - CHAPAS E PERFS TUBULARES EM AÇO SAC-41 OU EQUIVALENTE.
 - BARRAS REDONDAS SAE 1010/1020.
 - PERFS DE CHAPA DOBRADA EM AÇO SAC-41 OU EQUIVALENTE.
 - PARAFUSOS CONFORME NORMA ASTM-A325 , GALVANIZADOS A FOGO.
 - SOLDAS CONFORME AWS , ELETRODOS E7018.
- 4 - O PROJETO DE FABRICAÇÃO DEVERÁ SER SUBMETIDO A APROVAÇÃO DA PROJETISTA.
- 5 - PINTURA :
 - TODAS AS SUPERFÍCIES DEVERÃO SER PREPARADAS COM JATO ABRASIVO COMERCIAL PADRÃO VISUAL Sa2.
 - PINTURA DE FUNDO : PRIMER DE RESINA ALQUÍDICA MODIFICADA FENÓLICA PIGMENTADA COM ZARCÃO E ESPESSURA DE FILME SECO DE 30 MICROMETROS.
 - PINTURA DE ACABAMENTO : UMA DEMÃO DE TINTA A BASE DE RESINA ALQUÍDICA MODIFICADA FENÓLICA , COM ESPESSURA DE FILME SECO DE 30 MICROMETROS.
- 6 - CORTES E DETALHES , VER DES. EM-03.
- 7 - PLANTA DE LOCAÇÃO DAS TORRES , VER DES. EM-01.
- 8 - ANTES DE FABRICAR A ESTRUTURA , VERIFICAR NO LOCAL AS DIMENSÕES DA ESTRUTURA EXISTENTE E PLANEJAR , TRANSPORTE E MONTAGEM DOS MATERIAIS , DEVIDO AO ESPAÇO DISPONÍVEL.
- 9 - FORNECER 2 CONJUNTOS COMPLETOS , UM PARA O SETOR AZUL E OUTRO PARA O SETOR VERMELHO
- 10 - OS RAIOS INDICADOS PARA OS BANZOS DAS TRELIÇAS SÃO TEÓRICOS , PARA FABRICAÇÃO OS SEGMENTOS ENTRE OS NÓS DEVERÃO FICAR RETOS.



ESTÁDIO CÍCERO POMPEU DE TOLEDO INSPEÇÃO VISUAL NA ESTRUTURA



Retiques de pintura realizados em diversas ligações e peças

INSPEÇÃO VISUAL NA ESTRUTURA



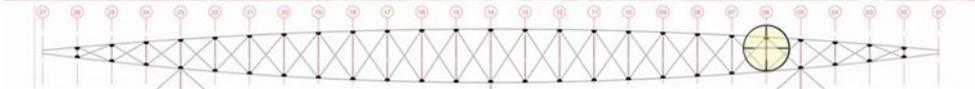
Constatado em pontos localizados, com início de corrosão vermelha nos parafusos, porcas e arruelas



Decorrente ao alto teor de silício ou fósforo no metal de base. Peças expostas ao intemperismo, proporcionando o desgaste natural do sistema de galvanização efeito da propriedade do aço patinável.



Retoques de pintura realizados em diversas ligações e peças.



INSPEÇÃO ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS

ENSAIOS POR ULTRASSOM



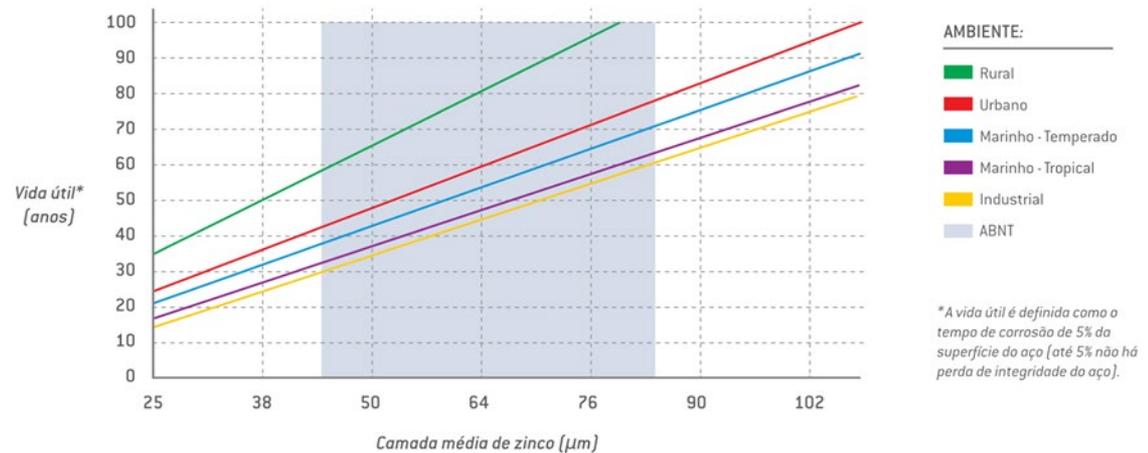
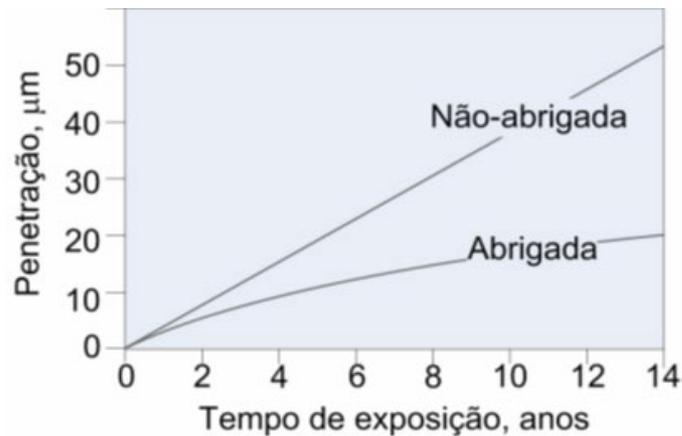
Verificação de perda da espessura do aço.

ENSAIOS ESPESSURA DO REVESTIMENTO



Verificar a espessura do zinco e retoques de pintura, verificação comparativa.

ANALISE RESULTADOS OBTIDOS PEÇAS GALVANIZADAS



*A vida útil é definida como o tempo de corrosão de 5% da superfície do aço (até 5% não há perda de integridade do aço).

Taxa de corrosão do zinco em função do tempo de exposição em condições abrigadas e não-abrigadas. Comportamento típico em atmosferas rurais e urbanas.

Vida útil para estruturas de aço galvanizado
Fonte: AGA – “American Galvanizers Association”.

RECOMENDAÇÕES PARA MENHORIA ESTÉTICA E MANUTENÇÃO DAS PEÇAS GALVANIZADAS

Estruturas metálicas inspecionadas, apresentam desgaste natural do sistema de proteção estando no seu estágio inicial de degradação.

Para maior vida útil das referidas estruturas é necessário a execução de retrabalhos para recuperação do sistema de proteção, principalmente nas ligações parafusadas e soldadas.

Sistema de pintura sugerido para recuperação nas estruturas metálicas.

<i>Aplicação</i>	<i>Especificação Pintura</i>	<i>Espessura</i>
Fundo	Primer Aderência (vermelho)	40 μm
Intermediário	Epóxi (cinza)	100 μm
Acabamento	Poliuretano (branca)	100 μm
	TOTAL:	240 μm

PROJETOS BEM ELABORADOS E CONTROLE DE QUALIDADE EFETIVO NOS PRODUTOS ZINCADOS, PERMITE AGILIDADE NAS OBRAS E DURABILIDADE

Bons projetos e especificações técnicas conciliados com os ensaios de controle de qualidade , na fabrica e na obra, traz ótimos resultados; durante sua etapa construtiva e após obra - manutenção.

Especificação e Terminologia:

- ABNT NBR 6323:2016 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – especificação.
- ABNT NBR 7414:2015 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente – terminologia.

Qualidade:

- ABNT NBR 7397:2016 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Determinação da massa do revestimento por unidade de área – Método de ensaio.
- ABNT NBR 7398:2015 - Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio.
- ABNT NBR 7399:2015 - Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo – Método de ensaio.

ABNT NBR 7400:2015 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente – Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio.

➤ Inspeção Técnica – Fabrica e Obra

Ausência de Norma especifica ABNT para inspeção.

ESPECIFICANDO BEM; QUE MAL TEM !!!

IMPACTO NA DURABILIDADE

**INFELIZMENTE A TORRE EIFFEL
NÃO FOI CONSTRUÍDA COM AÇO
GALVANIZADO**

- Consequência: 10 operações a mais a cada manutenção (de 7 para 17).

Pintores trabalham na Torre Eiffel, por volta de 1910.



**III Workshop de
Galvanização a fogo**
Experiências e aplicações



GRANDES PROJETOS GALVANIZADOS A FOGO: PERFORMANCE E MANUTENÇÃO

OBRIGADO!



**Engº. Esp. Fábio Gomes da Costa;
Consultor Técnico.**

Email: fabiocosta@gomesteceng.com.br

Fone: +55 (11) 974226537

www.gomesteceng.com.br