

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

REVESTIMENTOS

RECOMENDAÇÕES PARA PROTEÇÃO ANTICORROSIVA COM USO DE REVESTIMENTOS POR GALVANIZAÇÃO A QUENTE

NOTA 1

A Associação Brasileira de Corrosão alerta os usuários: o uso de suas recomendações técnicas requer conhecimento e experiência.

O uso inadequado das mesmas e consequentes resultados impróprios não se constituem responsabilidade da Associação.

A partir de Abril de 2026 estes documentos são denominados de Recomendações Técnicas

NOTA 2

É recomendável que todos os trabalhos relacionados aos sistemas de proteção anticorrosiva sejam executados, no que couber, por profissionais certificados conforme procedimentos da Associação Brasileira de Corrosão, relativos à Pintura Anticorrosiva, Proteção Catódica e Galvanização por Imersão à Quente.

ABRACO-RT-RAC-003

V. 10092026

Total de páginas: 10

COMPOSIÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO EXECUTOR

Laerce de Paula Nunes – Coordenador

Luiz Paulo Gomes – Membro

Carlos Alexandre Martins da Silva – Membro

Erik Barbosa Nunes – Membro

Christian Canales - Membro

João Marcelo Silva de Oliveira – Membro

Sumário

1.0	OBJETIVO	4
2.0	APLICAÇÃO	4
3.0	DOCUMENTOS NORMATIVOS DE REFERÊNCIA	4
4.0	CONSIDERAÇÕES BÁSICAS	6
5.0	EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO - CARACTERÍSTICAS	7
6.0	INSPEÇÃO DA GALVANIZAÇÃO A QUENTE	9
7.0	CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	9
8.0	CERTIFICAÇÃO DA QUALIDADE	9
9.0	INSPEÇÃO EM SERVIÇO E MANUTENÇÃO	9
10.0	CONCLUSÕES	10
11.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10

1.0 OBJETIVO

Esta Recomendação Técnica tem por objetivo apresentar as orientações básicas para proteção anticorrosiva de estruturas aéreas revestidas por galvanização a quente com ligas de zinco.

2.0 APLICAÇÃO

Esta Recomendação Técnica se aplica aos seguintes tipos de estruturas, dentre outras:

- Estruturas metálicas nas mais diversas situações, como áreas industriais, galpões etc.
- Equipamentos urbanos e rodovias como postes, guarda-corpos, placas de sinalização
- Equipamentos elétricos e telecomunicação (Calhas, Eletrodutos etc.)
- Torres de linhas de transmissão
- Seguidores solares (trackers) em usinas de geração de energia solar
- Construção Civil (vergalhões, elementos Estruturais etc.)

3.0 DOCUMENTOS NORMATIVOS DE REFERÊNCIA

3.1 NORMAS DA ABNT

- ABNT NBR ISO 9223 – Corrosão de metais e ligas metálicas – Corrosividade de atmosferas – Classificação, determinação e estimativa.
- Norma ABNT NBR 6323 – Galvanização por imersão a quente de produtos de aço-carbono e ferro fundido– Especificação
- Norma ABNT NBR 7397 - Produtos de Aço Galvanizado por Imersão a Quente – Determinação de Massa por Unidade de Área – Método de Ensaio
- Norma ABNT NBR 7399 – Produtos de Aço Galvanizado por Imersão a Quente – Verificação da Espessura – Método de Ensaio

- Norma ABNT NBR 7400 – Produtos de Aço Galvanizado por Imersão a Quente – Verificação da Uniformidade – Método de Ensaio

3.2 NORMAS INTERNACIONAIS

- ISO 9224 – Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Guiding values for the corrosivity categories.
- ISO 12944-2 – Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 2: Classification of environments.

3.3 RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS - ABRACO

- ABRACO RT – COR – 001 - Avaliação do Nível de Corrosividade Previsto para Estruturas Aéreas, Enterradas, em Contato com a Água e com Fluidos Altamente Corrosivos.
- ABRACO RT – COR – 002 - Monitoração da Corrosão Interna e da Eficácia das Práticas de Proteção Anticorrosivas Externas em Estruturas Aéreas, Enterradas, em Contato com a Água e com Fluidos Altamente Corrosivos.
- ABRACO RT – COR – 003 – Corrosão - Avaliação do Nível de Corrosividade Atmosférica para Estruturas Aéreas, com Base na Densidade de Compostos Solúveis.
- ABRACO RT – COR – 005 – Recomendações de Práticas que Aumentam o Desempenho à Corrosão no Projeto e na Manutenção.
- ABRACO RT – COR – 006 – Recomendações de Proteção Anticorrosiva para Sistemas, Instalações e Equipamentos.
- ABRACO RT – COR – 007 - Metodologia para Previsão e Avaliação de Falhas por Corrosão
- ABRACO RT – CAC – 001- - Corrosão de Armaduras em Estruturas de Concreto - Causas Recomendações de Avaliação, Diagnóstico, Prevenção e Controle.
- ABRACO – RT - PAC 001 - Recomendações de Preparo Superfície e Aplicação de Tintas – Controle do Processo e Inspeção.
- ABRACO – RT - PAC 002 –Pintura anticorrosiva – Recomendações para Seleção de Sistemas de Pintura Anticorrosiva.
- ABRACO – RT - PAC 003 –Pintura anticorrosiva – Tintas para pintura anticorrosiva.
- ABRACO RT – RAC – 001 - Proteção Anticorrosiva de Condições Críticas em Estruturas Aéreas Revestidas.

4.0 CONSIDERAÇÕES BÁSICAS

O revestimento por galvanização a quente, também chamado galvanização a fogo, difere de outros revestimentos, como a eletrodeposição, a aspersão térmica com zinco e as tintas ricas em zinco pela formação de intermetálicos que aumentam a resistência a abrasão e a impactos o que o recomenda para equipamentos urbanos e locais sujeitos a danos mecânicos.

É um revestimento que protege por barreira e por ação galvânica, podendo proteger falhas e danos mecânicos de até seis a oito mm².

Os intermetálicos formados podem ser vistos na figura 01.

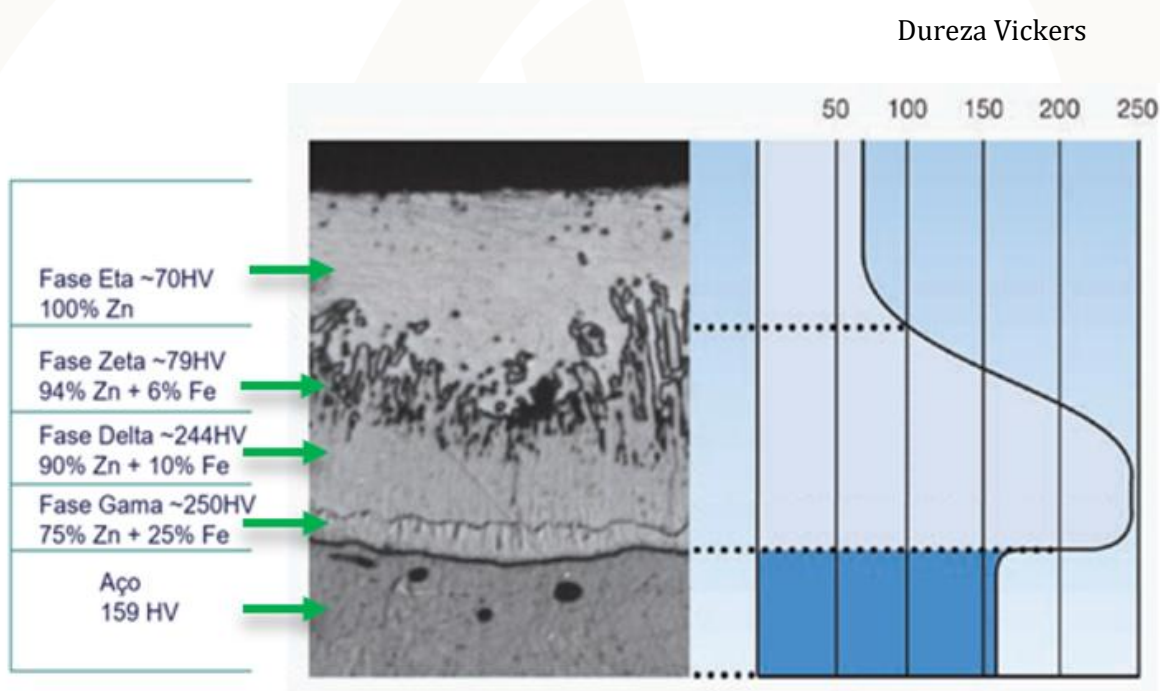


Fig. 01 – Fases intermetálicas formadas na galvanização a quente e perfil de micro dureza

Outra importante característica da galvanização a quente é a alta aderência do recobrimento, devido principalmente à união metalúrgica entre o zinco e o ferro, originando sua resistência durante a movimentação durante o transporte, o manuseio e a montagem das estruturas metálicas, como lustra a foto da figura 02.

Uma alta micro dureza Vickers das fases ferro-zinco do recobrimento, maiores a 159 HV do aço, mantém a resistência a impactos em zonas críticas como as arestas das estruturas, evitando danos mecânicos.



Fig.02 -Componentes Galvanizados em Processo de Montagem

O revestimento por galvanização pode ser complementado facilmente por pintura anticorrosiva em ambientes de alta agressividade e neste caso deve-se evitar a passivação para não prejudicar a aderência do esquema de pintura anticorrosiva.

Recomendações adicionais:

- A estrutura ou peça a ser galvanizada deve ser adequadamente projetada para não reter zinco durante o processo de mergulho no tanque de galvanização;
- O galvanizador deve dispor de tanque que comporte as dimensões do material a galvanizar;
- O galvanizador deve ter um sistema da qualidade com adequado controle e rastreamento de todas as etapas do processo.

5.0 EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO - CARACTERÍSTICAS

Para atender aos requisitos de adequada proteção anticorrosiva o revestimento deve estar de acordo com a Norma ABNT NBR 6323 – Galvanização por imersão a quente de produtos de aço-carbono e ferro fundido e apresentar no mínimo as seguintes características:

- Apresentar película com aparência lisa, boa formação, sem falhas e defeitos visuais em toda a sua extensão, com especial atenção para soldas e cantos;
- Ser aderente ao substrato;
- Apresentar película contínua com espessura mínima correspondente às condições de corrosividade da tabela 01; com massa por unidade de área correspondente, de acordo com a Norma “ABNT NBR 6323, e devendo ser ensaiado de acordo a Norma “ABNT NBR 7397 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Determinação da massa do revestimento por unidade de área”, e também com a Norma “ABNT NBR 7399– Produtos de Aço Galvanizado por Imersão a Quente – Verificação da Espessura”.

Tabela 01 – Espessura referencial da camada de zinco de acordo com a corrosividade (NBR ISO 9223)

Nível Corrosividade	Perda Media de Zinco/Ano (mm)	Espessura Mínima p/20 anos	Observação
C1	$\geq 0,1$	20 μ	Ocorre a passivação do zinco formando carbonato básico de zinco
C2	0,3	20 μ	
C3	1,4	28 μ	
C4	3,3	66 μ	Usar em combinação com pintura anticorrosiva para aumento do tempo de proteção
C5 (ver nota)	6,3	120 μ	
CX (ver nota)	17	Não recomendável sem pintura	

Nota: nos níveis de corrosividade C5 e CX é recomendável utilizar a galvanização a quente em combinação com a pintura anticorrosiva o que proporciona excelente resultado sinérgico.

- Para atender a estes requisitos mencionados acima o galvanizador deve preparar e posteriormente, anexar ao Relatório de Certificação da Qualidade um procedimento de execução de acordo com a Norma ABNT NBR 6323 – Galvanização por imersão a quente de produtos de aço-carbono e ferro fundido, explicitando os seguintes aspectos:
 - Composição da liga de zinco do revestimento;
 - Etapas da preparação de superfície;
 - Tempo de imersão e esfriamento
 - Utilização de passivação;
 - Procedimento de retoques;
 - Cuidados no transporte e estocagem.

6.0 INSPEÇÃO DA GALVANIZAÇÃO A QUENTE

Deverá ser executada um plano de inspeção de acordo com a Norma ABNT NBR 6323 – Galvanização por imersão a quente de produtos de aço-carbono e ferro fundido. Este plano de inspeção deve atender aos requisitos exigidos por ela;

A inspeção deve ser realizada por um Inspetor de Galvanização Certificado pela Associação Brasileira de Corrosão e ICZ (Instituto da Cadeia do Zinco), de acordo com o Sistema Nacional de Qualificação e Certificação (SNQC).

7.0 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

O revestimento será aceito se atender a Norma ABNT NBR 6323 quanto:

Ao aspecto da superfície;

A massa por unidade de área;

A aderência;

A uniformidade do revestimento .

A espessura do revestimento deve ser determinada pelas Normas ABNT NBR 7399.

8.0 CERTIFICAÇÃO DA QUALIDADE

A qualidade do revestimento deve ser certificada pelo Inspetor citado no item de inspeção e pelo galvanizador por meio de Relatório de Certificação da Qualidade, contendo os laudos dos ensaios previstos neste procedimento.

9.0 INSPEÇÃO EM SERVIÇO E MANUTENÇÃO

O controle da corrosão deve ser realizado por inspeções visuais e fotográficas, pelo menos semestrais com resultados apresentados em relatórios que exprimem o grau de proteção e auxiliam no planejamento de futuras intervenções, servindo também para avaliação em casos de garantia.

Especial atenção deve ser dispensada às condições críticas (condições especiais) geradoras de frestas tais como: apoios de estruturas, soldas interrompidas, ligações aparafusadas (talas de junção), dentre outras.

O usuário deverá estabelecer critérios com os níveis de deterioração adequados às suas necessidades, de acordo com os aspectos de Falhas (F) em serviço colocados na Recomendação Técnica – ABRACO – RT – COR 002. Recomenda-se que no Nível F1 aplique-se reforço com pintura anticorrosiva imediatamente.

10.0 CONCLUSÕES

O revestimento por galvanização a quente é uma excelente alternativa de proteção anticorrosiva com elevada resistência à abrasão para estruturas aéreas, podendo inclusive ser associada à pintura anticorrosiva nos ambientes C5 e CX

11.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Nunes, Laerce P. – Fundamentos de Resistência à Corrosão – Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2ª edição 2025.
- Gentil, Vicente – Corrosão, 7ªed. LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora, 2022.
- Nunes, Laerce P. e Lobo, Alfredo O. – Pintura Industrial na Proteção Anticorrosiva Interciência, Rio de Janeiro, 5ª Edição.
- Fragata, Fernando L. – Pintura Anticorrosiva: Falhas e Alterações nos Revestimentos, Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2016.
- Nunes, Laerce P. – Materiais – Aplicações de Engenharia – Seleção e Integridade – Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Publicações disponíveis no portal do ICZ (Instituto da Cadeia do Zinco).