

Vergalhão Galvanizado

Durabilidade e segurança para sua obra





O concreto armado é um dos materiais de construção mais utilizados. Ele possui uma boa relação custo-benefício, pode ser facilmente disponibilizado e apresenta uma gama de propriedades e características que o tornam conveniente para diversas aplicações. Todavia, as estruturas de concreto armado estão expostas a diferentes condições ambientais, o que em muitos casos destaca uma de suas principais deficiências: a suscetibilidade do vergalhão de aço sofrer corrosão, resultando em manchas, fissuras e até do concreto de cobrimento, ocasionando perdas das propriedades mecânicas.

Há muito tempo, a galvanização por imersão a quente vem demonstrando ser uma forma econômica e confiável de proteção do aço do concreto armado, em diversas condições de exposição.

A galvanização por imersão a quente é uma das diversas medidas de proteção contra a corrosão usadas para melhorar a durabilidade geral do concreto reforçado. A conveniência de fabricação e fornecimento do produto, a facilidade de manuseio, transporte e instalação, a sua durabilidade comprovada e o fato de não haver nenhum requisito especial de projeto favoreceram mundialmente a aceitação do aço galvanizado por imersão a quente, para aplicação numa ampla gama de construções em concreto.

Exemplo de uso de pré-moldado delgado com armadura galvanizada

Mecanismo de corrosão do vergalhão no concreto armado

Em condições ideais, o próprio concreto confere ao aço uma dupla proteção: por um lado, é uma barreira física que o separa do meio ambiente e, por outro, o ambiente altamente alcalino do cimento hidratado ($\text{pH} > 12,5$) forma uma película protetora (passivação do aço) de caráter duradouro.

Entretanto, as condições ambientais raras vezes são ideais. A corrosão do aço no concreto se inicia e se mantém devido a dois fenômenos principais:

1- Redução da alcalinidade devido à presença de dióxido de carbono (CO_2) atmosférico e/ou outros elementos ácidos.

2- Ação de íons despassivantes como cloretos (Cl^-) na presença de oxigênio.



Exemplos de estruturas deterioradas por corrosão de armaduras

Mecanismo de corrosão do concreto armado

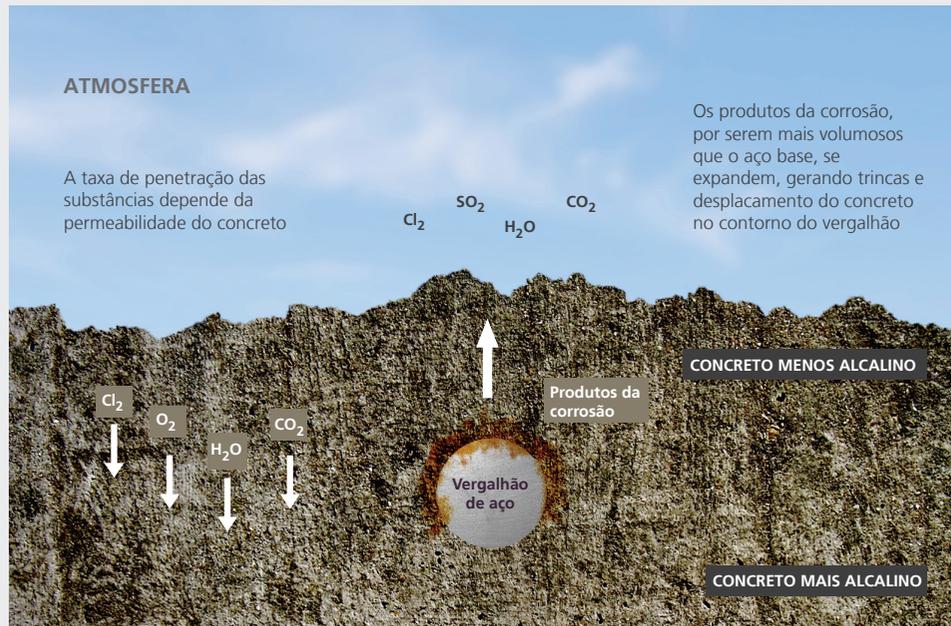


Figura 1



Figura 2

Isso resulta em um processo destrutivo contínuo:

- 1- A corrosão do vergalhão provoca a redução da seção do aço ou até mesmo sua completa conversão em óxido.
- 2- A aderência entre a armadura e o concreto diminui ou desaparece.
- 3- O óxido de ferro (FeO) tem um efeito expansivo, o que resulta em tensões de tração no concreto que provocam fissuras e finalmente seu desprendimento da estrutura. (Figura 1)
- 4- Essas fissuras podem constituir um caminho rápido para a entrada de mais elementos agressivos, gerando um círculo vicioso que compromete a integridade de toda a estrutura. (Figura 2)
- 5- Finalmente, o concreto perde sua armadura e capacidade de resistência a cargas é reduzida.

Quando a corrosão em determinada região do concreto pode ser observada a olho nu, deve-se considerar que os danos provocados à estrutura estão se iniciando, sugerindo intervenções de reparos.



Exemplo de deterioração de um pilar com armadura não galvanizada em estado avançado de corrosão

Por que proteger o vergalhão?

Uma maneira econômica e eficaz de minimizar o risco de corrosão na armadura é garantir uma espessura de cobertura adequada e que o concreto em si seja denso e impermeável. Apesar desse conhecimento, a corrosão das armaduras é uma patologia crônica observada nas estruturas em concreto armado, como, por exemplo, pontes e viadutos.

Esse pode ser o resultado de má concepção ou da utilização de concreto de qualidade inadequada em condições agressivas. No entanto, também pode ser devido à defi-

ciências simples no recobrimento de concreto, como espessuras insuficientes para a armadura ou porosidade e fissuras, como resultado de condições de preparo e aplicação precárias.

Para atenuar esses efeitos, uma série de abordagens estão disponíveis. Entre elas o revestimento do aço tem sido amplamente utilizado, pois oferece várias vantagens:

- O aço fica protegido contra a corrosão antes de ser imerso no concreto
- Proporciona maior tolerância à natureza variável do concreto

- Retarda o início da corrosão do aço, reduzindo os riscos de fissuras, manchas de ferrugem e desagregação do concreto
- Reduz a frequência e a magnitude dos reparos do concreto
- Aumenta a vida útil da estrutura
- Proporciona segurança e sustentabilidade a obra



A galvanização como forma de proteção dos vergalhões

A galvanização por imersão a quente destaca-se entre os possíveis métodos de revestimento do vergalhão, pois, além de conferir a proteção por barreira, isolando o aço dos agentes agressivos, confere proteção catódica.

O processo de galvanização por imersão a quente (Figura 3), também conhecido como galvanização a fogo, consiste na imersão do aço em um banho de zinco fundido a 450°C. Durante essa imersão, ocorre uma reação metalúrgica entre o aço e o zinco, produzindo um revestimento contínuo formado por uma série de camadas de liga ferro-zinco e uma camada mais externa de zinco puro.



Figura 3



Essa ligação metalúrgica garante forte aderência do revestimento do zinco no aço, o qual é muito superior se comparada a outras formas de revestimento, como o epóxi aplicado por fusão. Além disso, as camadas de ferro-zinco do revestimento apresentam uma dureza maior que o aço em si (Figura 4), conferindo ao vergalhão galvanizado elevada resistência à abrasão. De uma forma geral, os vergalhões galvanizados podem ser tratados do mesmo modo que os vergalhões sem revestimento e não exigem precauções especiais para proteger o revestimento durante o manuseio, transporte e instalação na obra.

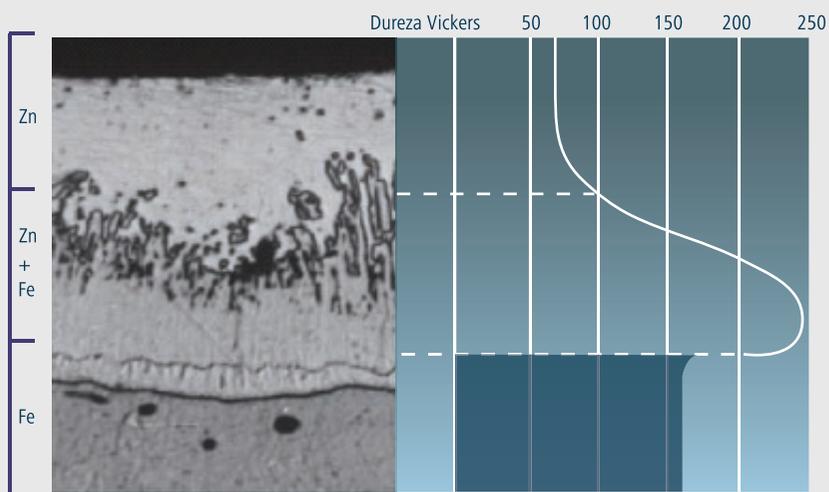
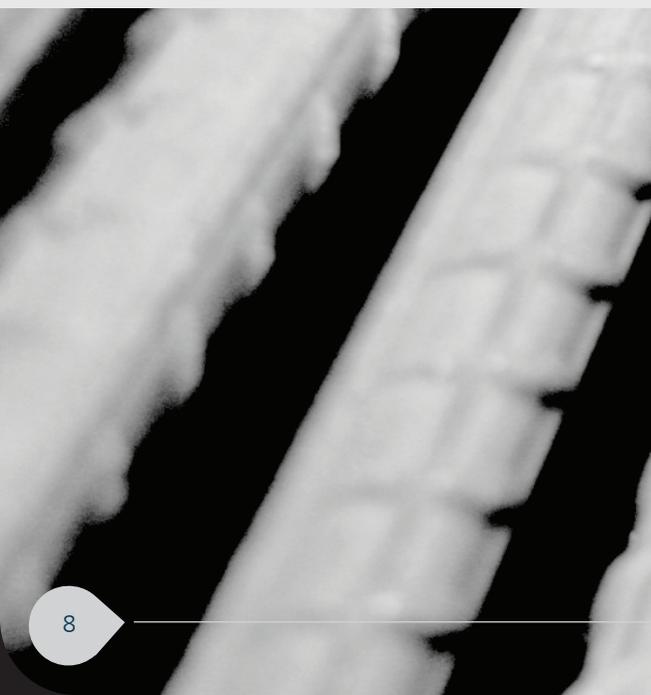


Figura 4. Microseção da camada galvanizada por imersão a quente, mostrando as variações da rigidez através do revestimento. As ligas de zinco-ferro são mais rígidas do que as de aço.



O revestimento do vergalhão através da galvanização tem sido utilizado com êxito em diversos países:

- Foi utilizado pela primeira vez nos Estados Unidos na década de 30
- Pode ser aplicado em barras retas ou conformadas
- O revestimento de zinco proporciona proteção por barreira e proteção catódica
- O aço galvanizado resiste à redução de pH do concreto, é mais tolerante à presença de cloretos e possui maior vida útil se comparado ao aço comum (cerca de 4 a 5 vezes)
- Proporciona proteção a longo prazo em diversas condições de exposição.
- É uma forma de assegurar-se contra a corrosão prematura do aço e dos desprendimentos de concreto
- Sua aplicação está padronizada de acordo com normas internacionais (ASTM A767, ISO 14657) que asseguram a qualidade e características de aplicação

Como funciona a proteção proporcionada pela galvanização por imersão a quente?

No caso do concreto armado, a galvanização oferece proteção contra as causas mais frequentes da corrosão:

Carbonatação: Ao penetrar na estrutura do concreto, o CO_2 reduz o pH do meio, o que acelera rapidamente a corrosão do aço exposto, cuja perda de passivação se inicia abaixo de pH 12. Em contrapartida, o aço galvanizado não sofrerá esses efeitos produzidos pela carbonatação à medida que o concreto envelhece, pois o zinco tem uma faixa de pH de passivação muito maior que o aço (pH entre 4 e 12).

Tolerância a cloretos: O aço galvanizado pode suportar exposição a concentrações superiores às suportadas pelo aço sem proteção. Quando utilizado o aço sem proteção,

deve-se considerar 0,4% como limiar superior de íons de cloreto (Cl^-) por massa de cimento. Já para o aço galvanizado, esse limite se eleva a 1,0%.

Adicionalmente, a galvanização mantém a integridade do concreto. O zinco sofre corrosão a taxas entre 10-30 vezes inferiores ao aço, dissolvendo-se gradualmente e formando produtos de corrosão que:

- São menos volumosos que os óxidos de ferro equivalentes
- Não têm uma fase expansiva volumosa
- Migram, distanciando-se do contato com o vergalhão, e preenchem as fissuras e vazios no concreto (Figura 5)
- Como resultado, o concreto não sofre deterioração

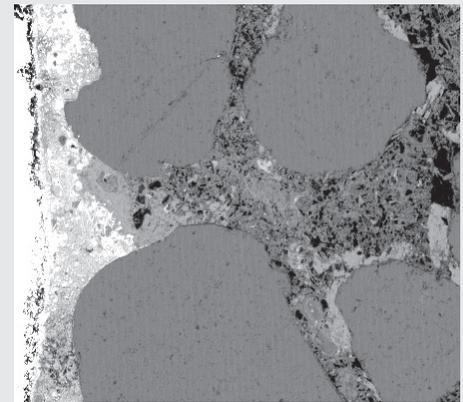


Figura 5. Micrografia da zona intersticial entre o aço galvanizado (fase branca, esquerda) e matriz de concreto. A fase de produtos de corrosão do zinco (cinza) pode ser vista migrando dentro da matriz. As partículas cinzas grandes correspondem a areia fina (ampliado 100x).

Desempenho do vergalhão galvanizado

Reação inicial do zinco no concreto fresco

Quando o zinco reage com o concreto úmido ocorre a formação de hidroxizincato de cálcio, acompanhado pela evolução do hidrogênio. Esse produto da corrosão é insolúvel e protege a camada de zinco subjacente (sempre e quando o pH da mistura de concreto circundante estiver abaixo de 13,3). Pesquisas demonstram que durante esse período de reação inicial e até que a passivação do revestimento e o endurecimento do concreto ocorram, parte da camada de

zinco puro do revestimento é dissolvida. Entretanto, essa reação inicial cessa quando ocorre o endurecimento do concreto e há a formação da camada de hidroxizincato. As análises dos vergalhões galvanizados, recolhidos de estruturas em campo, indicam que o revestimento permanece nesse estado de passivação por períodos de tempo mais longos, mesmo estando expostos aos altos níveis de cloreto do concreto circundante.

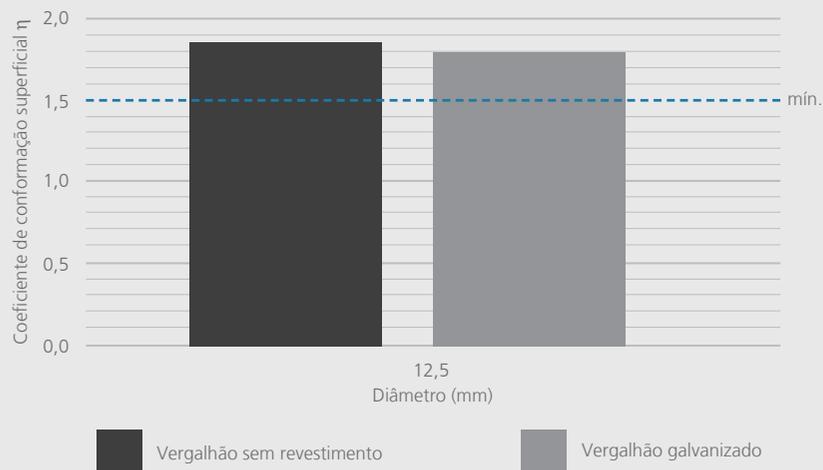


Aderência do vergalhão galvanizado ao concreto

Uma boa aderência entre a armadura e o concreto é essencial para o desempenho confiável do concreto armado. O vergalhão galvanizado conforme norma ASTM A 767 possui uma aderência similar à do concreto do vergalhão sem revestimento (Figura 6). Ensaio realizados ⁽¹⁾ mostram que a média do coeficiente de conformação superficial das faces do vergalhão galvanizado $\eta = 1,8$ atende aos requisitos da norma de ABNT NBR 7480 – Aço destinado a armaduras de concreto armado (min $\eta = 1,5$).

Vergalhão de Aço - CA50

Figura 6. Determinação do coeficiente de conformação superficial conforme NBR 7477:1992

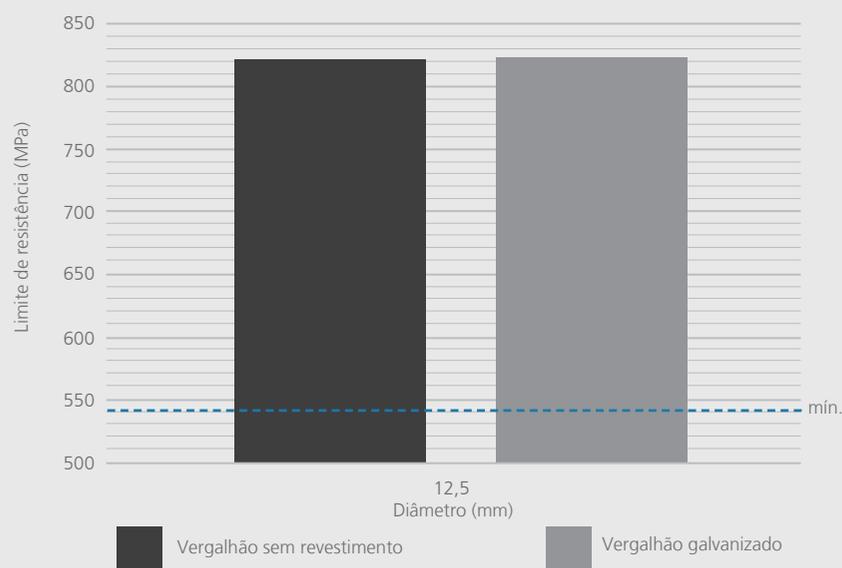


Propriedades mecânicas

A ductilidade e a resistência do vergalhão são determinantes para prevenir fraturas no concreto armado. Ensaios realizados ⁽¹⁾ (Figura 7) confirmam que o processo de galvanização a quente não afeta as propriedades mecânicas do aço de reforço.

Vergalhão de Aço - CA50

Figura 7. Ensaio de tração conforme NBR ISO 6892:2002



Dobramento

O processo de galvanização a quente não afeta as propriedades mecânicas do aço da armadura e tampouco as características para dobramento. Os vergalhões galvanizados não apresentam trincas nem fissuras na região tracionada quando submetidos ao ensaio de dobramento de 180°C - conforme NBR 6153:1988 - Produtos metálicos - Ensaio de dobramento semiguado ⁽¹⁾.

Os vergalhões galvanizados atendem aos requisitos da norma NBR 7480:2007 - Aço destinado a armaduras de concreto armado

⁽¹⁾ Relatórios de ensaio:
MEC/188.551/1/09 - Falcão Bauer
MEC/188.551/2/09 - Falcão Bauer

Projeto, fabricação e instalação

Ao especificar vergalhões galvanizados, os requisitos de projeto e os procedimentos de instalação não devem ser menos exigentes que aqueles utilizados em armaduras não revestidas.

Ao utilizar o vergalhão galvanizado, devem-se observar os seguintes requisitos:

Seleção do aço: Assim como armaduras não protegidas, em conformidade com a norma NBR 7480.

Detalhamento da armadura: Detalhamento de armaduras galvanizadas não inclui requisitos adicionais à prática-padrão usada para armaduras em aço desprotegido.

Dobramento de vergalhões: A conformação de curvaturas e cantos com barras de reforço a galvanizar não deve ser aguda. Quando as barras são curvadas a frio anteriormente à galvanização, devem ser trabalhadas a um diâmetro de curvatura igual ou maior aos descritos pela norma ASTM A767 (Tabela 1). No caso de diâmetros menores, o material deve sofrer tratamento térmico prévio à galvanização (ASTM A767).

Quando as barras são curvadas após a galvanização pode ocorrer fissuras e certo desprendimento na área da dobra. Recomenda-se utilizar velocidades de curvatura mais lentas para evitar danos ao revestimento. Ainda assim fissuras e desprendimentos na área de curvatura podem ser reparados utilizando o procedimento descrito na norma NBR 6323.

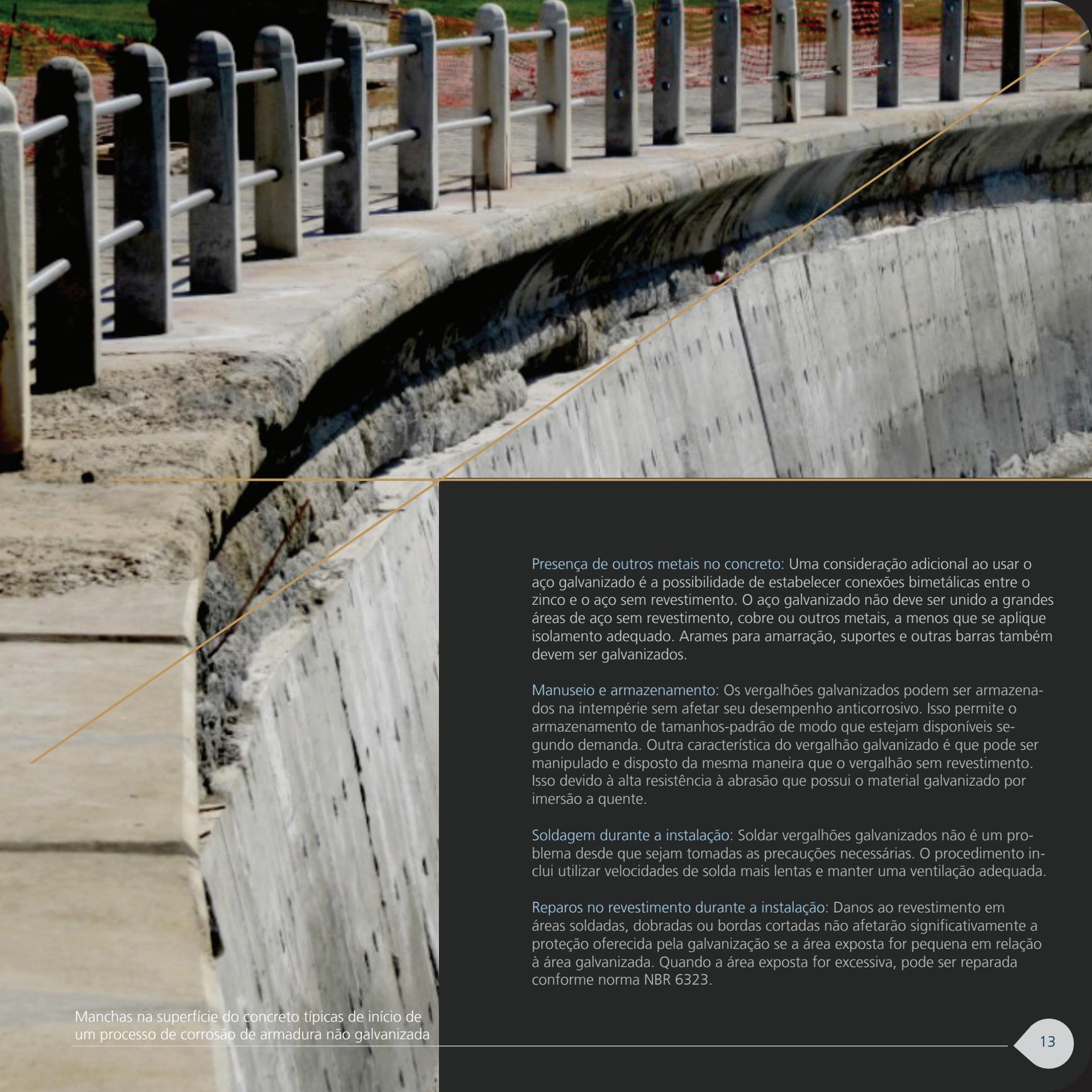


Dobramento mínimo em diâmetros

Diâmetro da barra (mm)	CA-40	CA-50	CA-60
10; 12,5; 16	6 Ø	6 Ø	6 Ø
20	6 Ø	6 Ø	6 Ø
25	6 Ø	8 Ø	8 Ø
32	8 Ø
40	10 Ø

Ø = diâmetro nominal da barra

Tabela 1



Manchas na superfície do concreto típicas de início de um processo de corrosão de armadura não galvanizada

Presença de outros metais no concreto: Uma consideração adicional ao usar o aço galvanizado é a possibilidade de estabelecer conexões bimetálicas entre o zinco e o aço sem revestimento. O aço galvanizado não deve ser unido a grandes áreas de aço sem revestimento, cobre ou outros metais, a menos que se aplique isolamento adequado. Arames para amarração, suportes e outras barras também devem ser galvanizados.

Manuseio e armazenamento: Os vergalhões galvanizados podem ser armazenados na intempérie sem afetar seu desempenho anticorrosivo. Isso permite o armazenamento de tamanhos-padrão de modo que estejam disponíveis segundo demanda. Outra característica do vergalhão galvanizado é que pode ser manipulado e disposto da mesma maneira que o vergalhão sem revestimento. Isso devido à alta resistência à abrasão que possui o material galvanizado por imersão a quente.

Soldagem durante a instalação: Soldar vergalhões galvanizados não é um problema desde que sejam tomadas as precauções necessárias. O procedimento inclui utilizar velocidades de solda mais lentas e manter uma ventilação adequada.

Reparos no revestimento durante a instalação: Danos ao revestimento em áreas soldadas, dobradas ou bordas cortadas não afetarão significativamente a proteção oferecida pela galvanização se a área exposta for pequena em relação à área galvanizada. Quando a área exposta for excessiva, pode ser reparada conforme norma NBR 6323.

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).

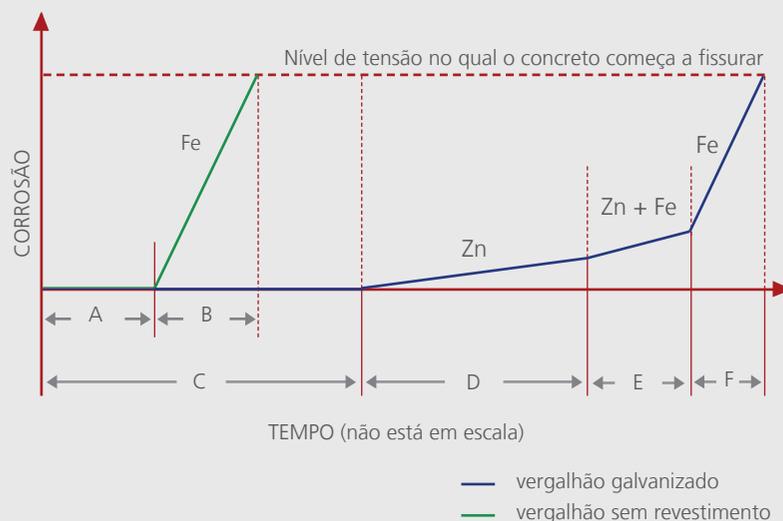


Figura 8. Cinética da corrosão de vergalhão sem revestimento comparada com a do vergalhão galvanizado por imersão a quente.

- 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.

Estudo de caso: Concreto exposto ao ambiente marinho

Dados:

Concentração de Cl^- na superfície do concreto: 0,35%
Espessura de concreto sobre a barra de aço: 30 mm
Coeficiente de difusão do Cl^- : $D=1,4 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$

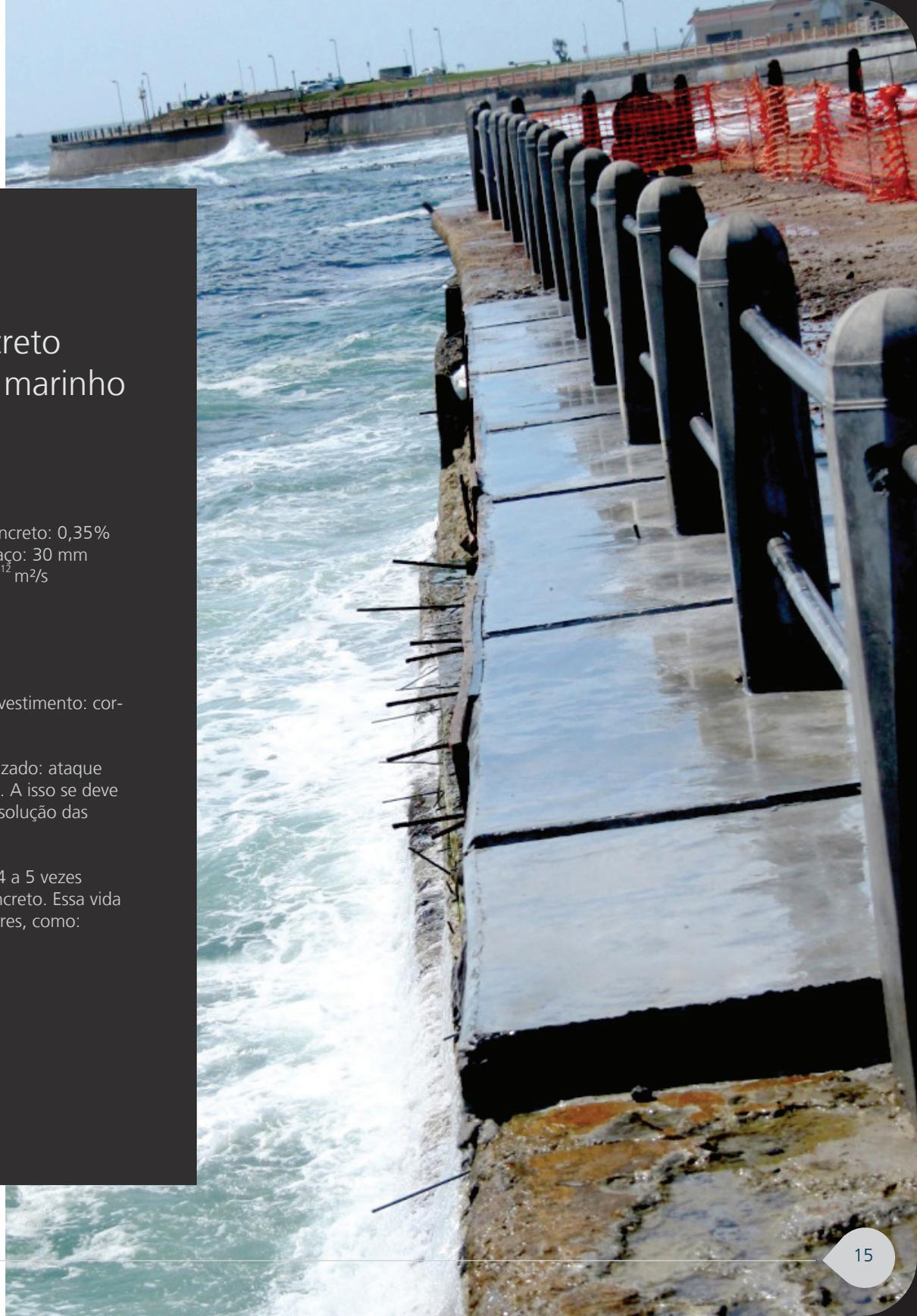
Resultado:

Concreto com vergalhões de aço sem revestimento: corrosão tem início após 15 anos.

Concreto com vergalhões de aço galvanizado: ataque ao revestimento tem início após 40 anos. A isso se deve adicionar o período no qual haverá a dissolução das camadas de liga $\text{Zn}+\text{Fe}$ do revestimento.

Em alguns casos, a vida útil chega a ser 4 a 5 vezes maior que a do aço desprotegido no concreto. Essa vida útil adicional dependerá de diversos fatores, como:

- Projeto da estrutura
- Natureza e qualidade do concreto
- Agressividade do meio ambiente



Custos relacionados ao uso do vergalhão galvanizado

A galvanização por imersão a quente é amplamente utilizada em todo o mundo para proteger milhões de toneladas de aço contra a corrosão, por ser um serviço com um custo muito competitivo em relação a outros sistemas de proteção dos vergalhões de aço. Quando comparado ao custo total da construção ou da edificação, e aos enormes custos potenciais associados à manutenção prematura do concreto danificado ou falhas da estrutura, o custo adicional pago pelo vergalhão galvanizado é muito pequeno e plenamente justificado. (Tabela 2)

Além disso, em alguns casos pode ser feita a galvanização seletiva dos elementos críticos, por exemplo, apenas das barras superficiais. Dessa forma, o incremento de custo representaria menos de 1% do custo global de um edifício.

Estimativa de incremento de custo global

Edifícios	1 - 3%
Pontes e viadutos	8 - 13%

Tabela 2

A melhor solução a longo prazo:

- Aumenta a vida útil da estrutura
- Baixo custo ao longo do ciclo de vida
- Proporciona segurança e sustentabilidade a obra

Onde utilizar o vergalhão galvanizado?

O uso dos vergalhões galvanizados e outros acessórios (incluindo parafusos, amarras, âncoras, barracões móveis, barras de segurança e tubulações) está amplamente generalizado em diversas estruturas e elementos de concreto armado. Algumas aplicações do concreto armado tornam indispensável o uso de vergalhões galvanizados para garantir a integridade da estrutura:

- Estruturas para tratamento de água e esgotos
- Estruturas costeiras, marinhas e industriais
- Infraestrutura de transporte
- Estruturas ou elementos submersos ou enterrados
- Elementos estruturais com superfície exposta
- Elementos pré-moldados arquitetônicos e de revestimento
- Módulos de construção pré-fabricados
- Marcos arquitetônicos



Estruturas esbeltas construídas com aço galvanizado.
Opera House - Sydney, Austrália



Estudos de campo das instalações com vergalhões galvanizados

A experiência prática e as pesquisas durante muitos anos demonstram claramente as vantagens da galvanização para a proteção anticorrosão da armadura de aço em muitos tipos de ambientes, incluindo situações de exposição a uma alta concentração de cloreto. A galvanização tem demonstrado capacidade para retardar o início da corrosão nas armaduras de aço e reduzir o risco de danos físicos nas estruturas de concreto, causados por delaminação, fissuras e fragmentação.



Vergalhões galvanizados estocados no pátio

Pisos de pontes nos Estados Unidos

As inspeções periódicas realizadas em muitos pisos de pontes nos Estados Unidos, incluindo a retirada de amostras de seções dos vergalhões galvanizados, demonstraram que sofreram somente corrosão superficial e que esses pisos estavam em boas condições e sem fissuras. Em muitos casos, os pisos das pontes examinadas tinham mais de 30 anos e continham níveis de cloreto relativamente altos, muito além do valor-limite estabelecido pelo Comitê 201 do Instituto Americano do Concreto para corrosão em vergalhões de aço não tratados, que é de 0,15% por massa de cimento. A Tabela 3 mostra um resumo dos resultados obtidos a partir dessas investigações, realizadas pelo Laboratório de Tecnologias da Construção. Mais detalhes desses relatórios podem ser obtidos no site: www.galvanizedrebar.com

Resumo das inspeções realizadas em pontes dos Estados Unidos pelo Construction Technologies Laboratories, Inc.

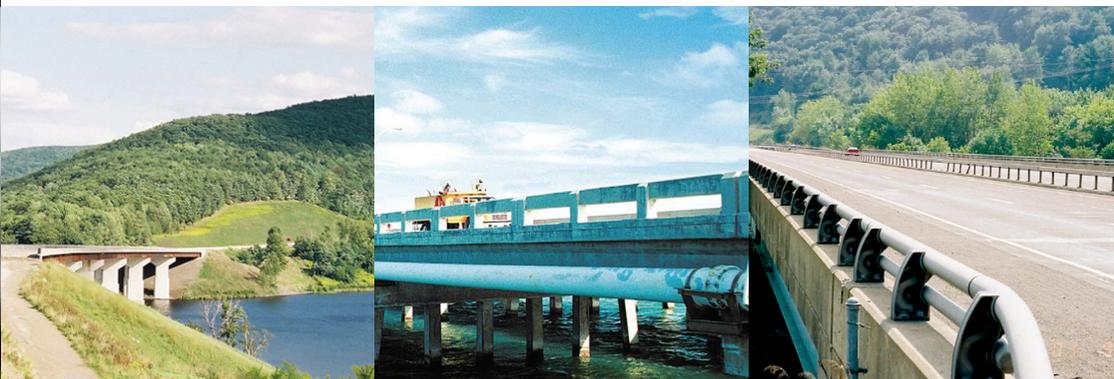
Localização	Instalação	Data de Inspeção	Conteúdo de Cloretos Solúveis em Água (% por massa de cimento) ⁽²⁾	Espessura do Revestimento de Zinco μm
Ponte Boca Chica, FL	1972	1975 1991 1999	0,3 0,26 - 0,40 0,38 - 0,74	102-170 ⁽¹⁾
Ponte Tioga, PA	1974	1981 1991 2001	0,1 0,15 0,35	150-224 ⁽¹⁾
Ponte Curtis Road MI	1976	2002	0,14 - 0,96	155
Ponte Spring Street, VT	1971	2002	0,43 - 1,14	191
Evanston Interchange, WY	1975	2002	0,85 - 1,55	236
Ponte NYS Thruway I-87	1990 ⁽³⁾	2003	0,07 - 0,11	200
Autopista Rio Séneca NYS	1990 ⁽³⁾	2003	0,02 - 0,27	355

⁽¹⁾ A espessura dos revestimentos galvanizados por imersão a quente pode variar ao longo do comprimento das barras.

⁽²⁾ Calculado a partir de um conteúdo de cimento de 14%.

⁽³⁾ Data estimada da construção.

Tabela 3



Ponte Tioga, PA, EUA

Ponte Boca Chica, FL, EUA

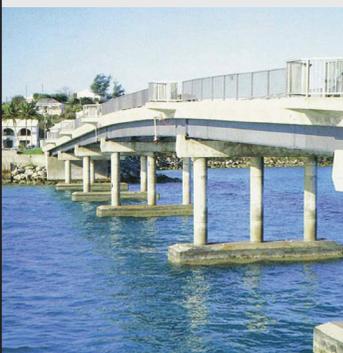
Ponte Athens, PA, EUA

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

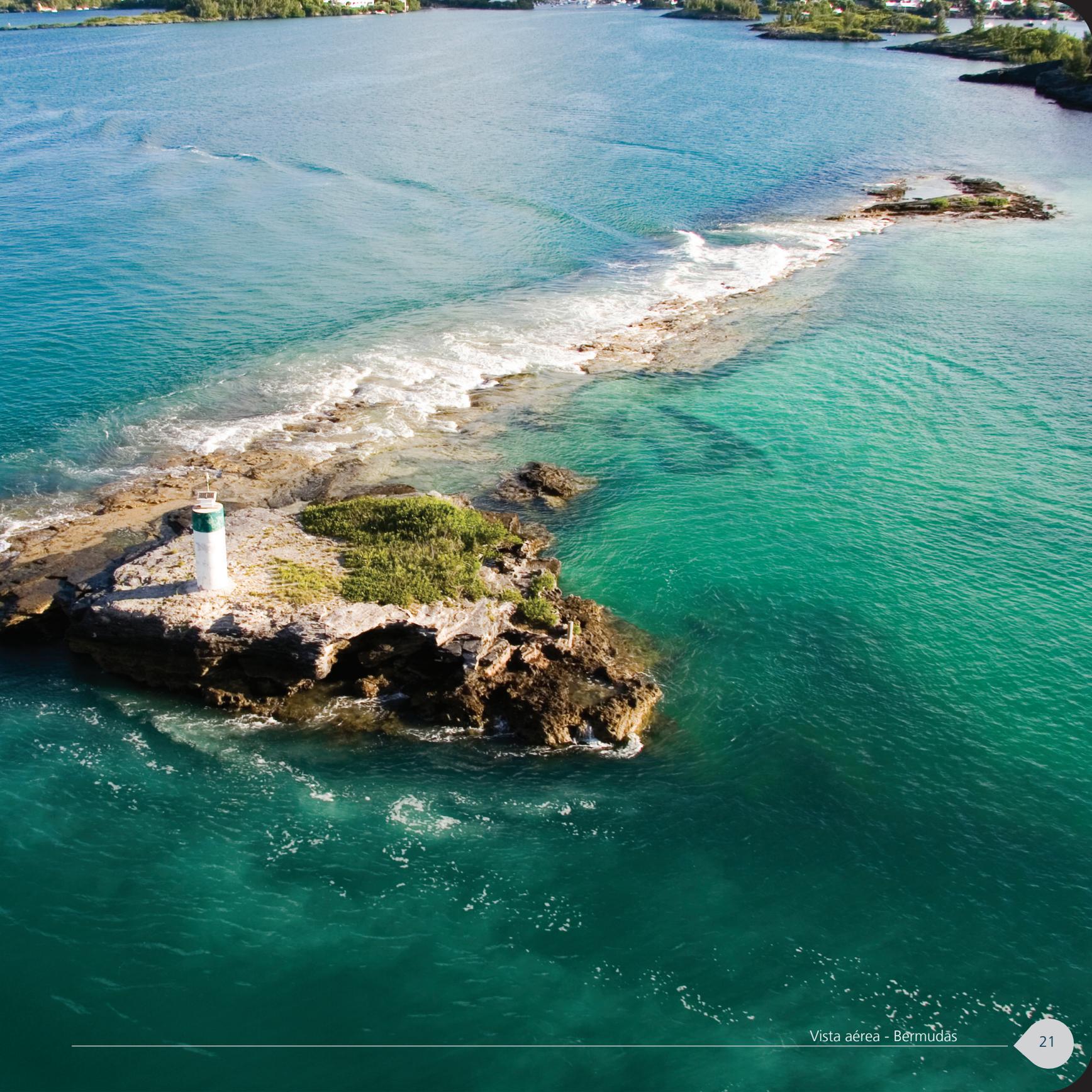


Cais de Penno, Bermudas



Central de Energia de Tynes Bay





Exemplos de estruturas importantes utilizando vergalhões de aço galvanizado

América do Norte

- Banco do Havaí, Waikiki: arcos decorativos pré-fabricados, com vergalhões galvanizados
- Complexo "Financial Plaza of the Pacific", Honolulu: painéis de proteção pré-fabricados
- Edifício Crocker, San Francisco: elementos estruturais de aço galvanizado
- Edifício Levi Strauss, Califórnia: painéis pré-fabricados
- Universidade de Wisconsin: painéis pré-fabricados e concreto "in-situ" em diversos prédios
- Ginásio de Esportes Wrigley, Illinois: painéis

pré-fabricados na plataforma dos assentos

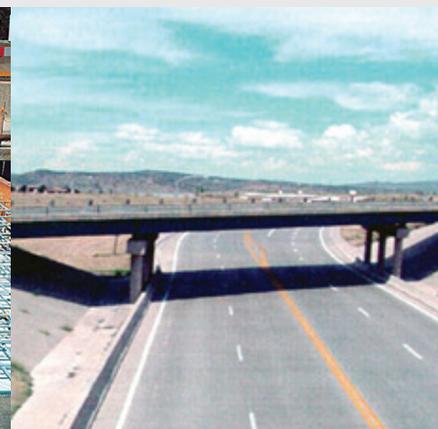
- Estádio de Futebol Hall of Fame, Canton, Ohio: vergalhões galvanizados
- Universidade Georgetown, Faculdade de Direito, Washington DC: painéis pré-fabricados
- Alojamentos da Guarda Costeira dos Estados Unidos, Elizabeth City, Carolina do Norte: barras de aço galvanizado em 237 painéis pré-fabricados
- Pisos de pontes e construção de estradas em New York, New Jersey, Flórida, Iowa, Michigan,

Minnesota, Vermont, Pensilvânia, Connecticut, Massachusetts, Carolina do Sul, Ontário e Quebec

- Colégio Comunitário Staten Island, Nova York: painéis pré-fabricados brancos brilhantes
- Divisão de Processamento de Dados da IBM, White Plains, Nova York: armaduras galvanizadas nos painéis pré-fabricados na fachada
- Centro Cívico de Arkansas: reforço galvanizado em colunas finas externas



Piso de ponte



Evanston Interchange, WY



América do Sul

- Sede da Fundação Iberê Camargo - Porto Alegre, Brasil
- Central termoelétrica de Puerto Coronel, Chile
- Caís Lo Rojas - Coronel Mandante, Chile
- Rampa Ilha Santa Maria - Coronel Mandante, Chile
- Canal de Irrigação - Tinguiririca, Chile

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

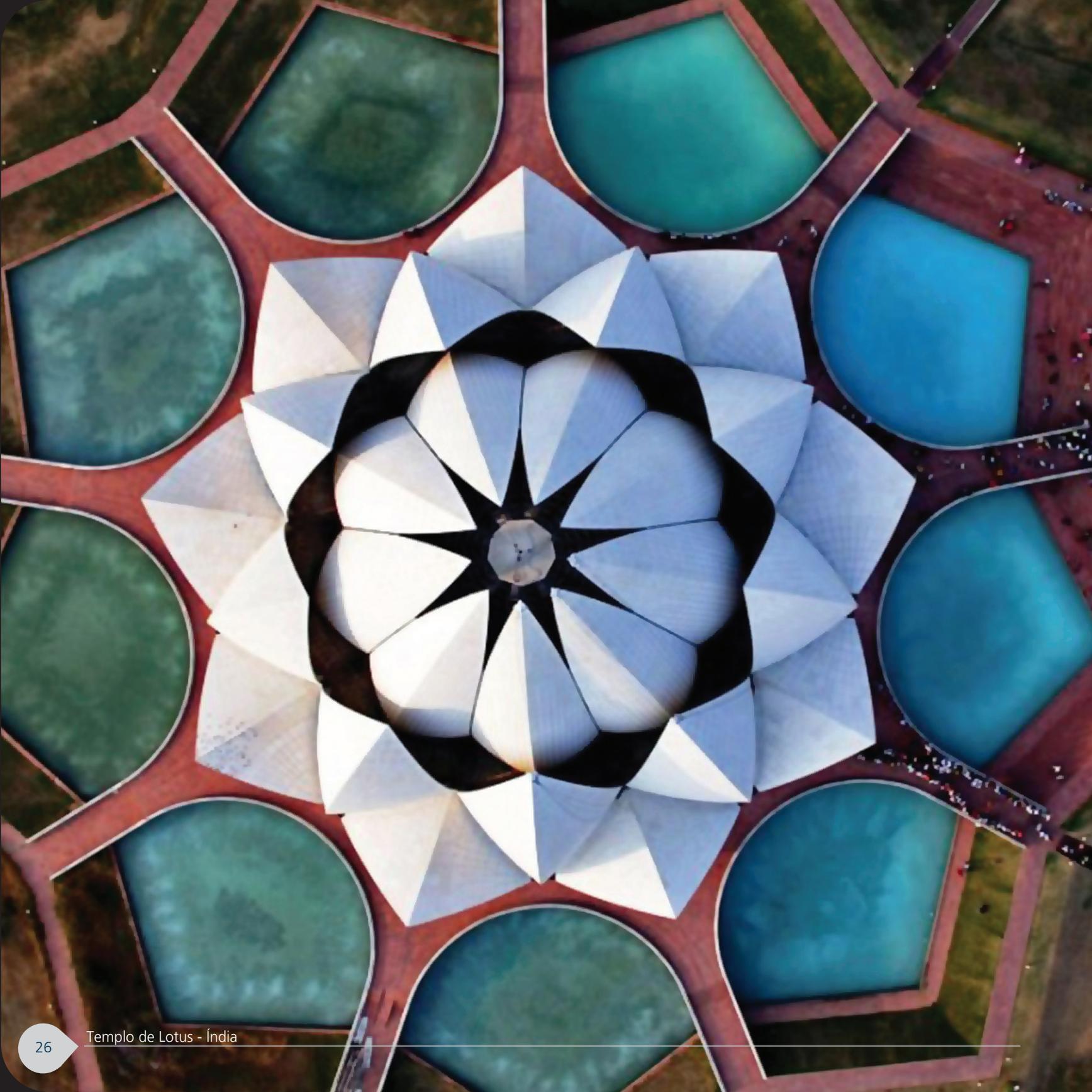


Passarela Algoa Bay

Europa

- Teatro Nacional, Londres: mais de 1.000 t de barras de aço galvanizado em paredes de parapeitos expostos
- Teatro do Congresso de Eastbourne, Grã-Bretanha: painéis de proteção e janelas
- Edifício de Escolas Universitárias, Londres: barras e telas galvanizadas
- Estádio Universitário, Birmingham: painéis de 37 mm de espessura usando barras galvanizadas
- New Hall, Universidade de Cambrigde: tela galvanizada em segmentos do teto
- Barclays Bank, Londres: janelas pré-fabricadas galvanizadas
- Escritórios, Westminster Bridge, Londres: painéis de revestimento brancos com armaduras galvanizadas
- Cúpula da Mesquita, Roma, Itália: reforço galvanizado
- Equipamento de perfuração de petróleo da ANDOC no Mar do Norte: 2.000 t de barras de aço galvanizado no teto do tanque de armazenagem
- Central Elétrica, Spijk, Holanda: dutos da água de resfriamento totalmente galvanizados
- Torres de refrigeração de coque, Dunkirk, França: reforço estrutural galvanizado
- Viaduto Toutry, Ponte St. Nazaire e Viaduto Pont d'Ouche, França: vergalhões de aço galvanizado
- Piers Riva di Traiano, Roma, Itália: reforço galvanizado ao longo de toda a estrutura





Austrália / Nova Zelândia

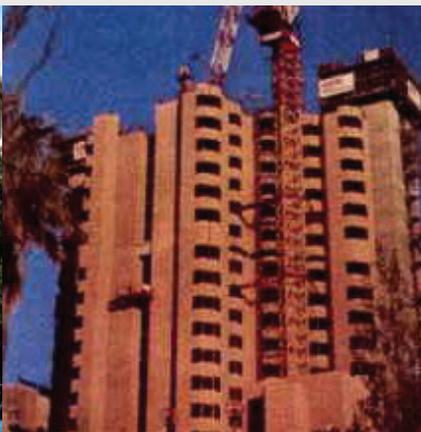
- Sydney Opera House: painéis de 35 mm de espessura para proteção da cobertura em forma de vela e dos diques do edifício
- Comissão Hidroelétrica, Hobart: proteção com 950 painéis pré-fabricados com vergalhão galvanizado
- Centro de Exposições de Telecomunicações, Melbourne: revestimento com painéis pré-fabricados
- Hotel Intercontinental, Sydney: 1.549 painéis e janelas pré-fabricadas
- Biblioteca Tower, Sydney: barras galvanizadas em colunas e painéis externos
- Tribunal Supremo e Galeria Nacional, Camberra: barras galvanizadas em várias áreas críticas
- Novo edifício do Congresso, Camberra: 1.800 painéis de proteção galvanizados
- Centro Nacional de Tênis, Melbourne: hastes de suporte do estádio pré-fabricadas
- Edifício do Congresso da Nova Zelândia, Wellington: proteção com painéis pré-fabricados

Ásia

- Templo de Lótus, Índia: vergalhão galvanizado em painéis brancos pré-fabricados
- Piers em Ominichi, Japão: reforço galvanizado em toda a estrutura
- Sistema profundo de túneis de saneamento, Cingapura: 10.000 m de vergalhões galvanizados



Tribunal de Townsville, Austrália



Torre ASER - Adelaide, Austrália



Construção sustentável

A pressão sobre a indústria global para que ela assuma a responsabilidade ambiental por suas ações é totalmente justificada, devido à busca da sociedade pela sustentabilidade. A filosofia da sustentabilidade é bem simples e consiste em garantir uma melhor qualidade de vida a todos – hoje e, o mais importante, às gerações futuras. O conceito abrange quatro objetivos:

- Progresso social, que reconhece as necessidades de cada indivíduo
- Manutenção de níveis altos e estáveis de crescimento econômico
- Proteção eficiente do meio ambiente
- Uso prudente de recursos naturais

Em relação à proteção eficiente do meio ambiente e ao uso prudente de recursos naturais, a aplicação do vergalhão galvanizado possui boa avaliação devido à longevidade proporcionada, sendo um importante fator de contribuição à construção sustentável.

A galvanização do vergalhão é o uso eficiente do zinco para proteger o aço por longos períodos e consequentemente a estrutura como um todo, economizando recursos com o mínimo impacto para o meio ambiente.

O zinco, o elemento natural responsável pela resistência à corrosão, é indispensável para os seres humanos, animais e plantas. Além disso,

é um metal não ferroso que pode ser reciclado indefinidamente sem nenhuma perda das propriedades físicas ou químicas.





Esta publicação é baseada nas informações contidas no livro Galvanized Steel Reinforcement in Concrete (Vergalhão de Aço Galvanizado para Concreto), editado por Stephen R. Yeomans, Universidade de New South Wales, Canberra, Austrália, publicado por Elsevier.

Foram realizadas as adaptações necessárias para o cenário brasileiro.

Mais informações estão disponíveis no site www.galvanizedrebar.com

Apoio: International Zinc Association (IZA)
www.iza.com







Av. Angélica, 2118. conj. 93
Higienópolis – São Paulo – SP CEP 01228-000 Brasil
Tel./ Fax: (11) 3214-1311 | E-mail: contato@icz.org.br
www.icz.org.br | www.portaldagalvanizacao.com.br