

REVESTIMENTOS DE ZINCO

QUE PROTEGEM O AÇO



REVESTIMENTOS DE ZINCO

QUE PROTEGEM O AÇO

Conteúdo	Página
1. Prefácio	1
2. Desempenho Ambiental dos Revestimentos de Zinco	2
3. Desempenho Técnico dos Revestimentos de Zinco	4
3.1 Resistência à Corrosão	4
3.1.1. Barreira de Proteção	4
3.1.2. Proteção Catódica	5
3.1.3. Revestimentos de Zinco Pintados	6
3.2. Plasticidade e Aderência	7
3.3. Aparência da Superfície	8
3.4. Montagem	8
4. Galvanização Contínua	9
4.1. Produtos	9
4.2. Estética	10
4.3. Normas	11
4.4. Aplicações	12
4.5. Economia	14
4.6. O Processo	15
5. Outros Revestimentos de Zinco	16
5.1. Galvanização Geral	16
5.2. Revestimentos de Partículas de Zinco Aplicadas	17
5.2.1. Metalização	17
5.2.2. Deposição Mecânica	17
5.2.3. Sherardização	17
5.2.4. Pintura Rica em Zinco	17

O aço galvanizado proporciona uma combinação excepcional de alta resistência, leveza, resistência à corrosão, estética, reciclabilidade e baixo custo, que não é igualada por qualquer outro material.

1. Prefácio

Durante mais de um século, o Zinco tem incrementado a longevidade e o desempenho do aço. Os revestimentos de zinco proporcionam a maneira mais eficaz e mais econômica de proteger o aço contra a corrosão.

O aço zincado ou galvanizado oferece uma combinação excepcional de:

- alta resistência
- plasticidade
- leveza
- resistência à corrosão
- estética
- reciclabilidade
- baixo custo

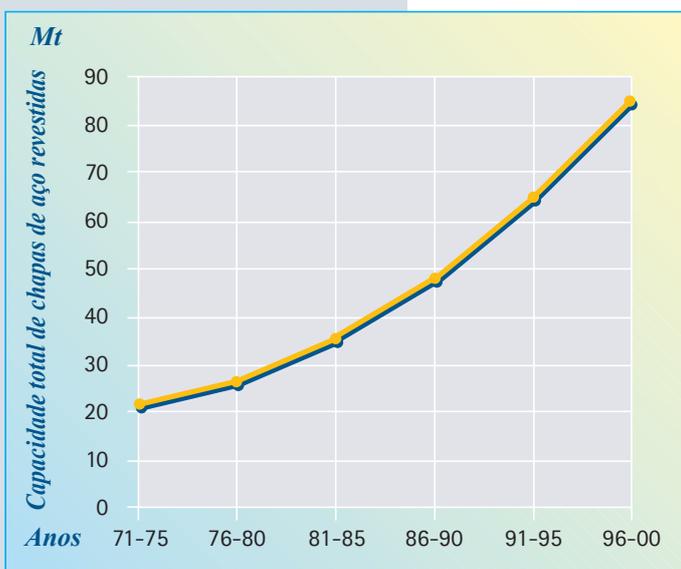
na qual ele não é igualado por qualquer outro material. Devido a isto, chapas de aço galvanizado, constituem um material ideal para uma infinidade de aplicações em construções e fabricações – desde automóveis e aparelhos eletrodomésticos até construção comercial e industrial.

Estima-se que a corrosão custe, anualmente, à economia de um país industrializado, pelo menos 4% do PIB. Reconhecendo este fato, juntamente com as conhecidas resistência, economia e durabilidade da chapa de aço zincada, os fabricantes e os consumidores exigem hoje um conteúdo mais alto de chapas zincadas em bens duráveis e em produtos para a construção, uma tendência que tem crescido progressivamente ao longo dos últimos 15 anos.

Há, hoje, em dia, mais de 550 galvanizações contínuas ao redor do mundo e está sendo planejado um aumento desta capacidade para atender esta demanda crescente.

Esta brochura descreve o processo contínuo de galvanização, os produtos, o desempenho do revestimento e as características ambientais dos revestimentos de zinco. Outros revestimentos de zinco além da galvanização contínua também serão brevemente comentados.

Capacidade total de chapas revestidas 1970 - 2000, em milhões de toneladas.



Fonte: Cominco Ltda

"O Zinco é um elemento essencial para o meio ambiente. Há possibilidade tanto de deficiências como de excesso deste metal. Por causa disto, é importante que os critérios das normas para o zinco, ao mesmo tempo em que protegem contra a toxicidade, não sejam tão baixos que possam levar o zinco para a área de deficiência."

Programa de segurança Química das Nações Unidas – Critérios de Zinco para a Saúde Ambiental

2. Desempenho ambiental dos revestimentos de zinco

Aço zincado é uma escolha de responsabilidade ambiental.

Novas pesquisas estão dando visibilidade ao papel dos elementos essenciais tais como o zinco no ambiente. O zinco é parte integrante do nosso ambiente e existe naturalmente nas rochas, no solo, no ar e na água. O zinco é também um elemento essencial para todas as vidas, desde os humanos e animais até as plantas e os micro-organismos.

A natureza usa elementos essenciais tais como o zinco para vários processos biológicos. Os organismos absorvem o zinco de que eles precisam do seu ambiente circunstante e quando as exigências de zinco e de outros elementos essenciais estão satisfeitas, seu desenvolvimento é excelente. Quando esta ingestão é muito baixa, ocorre a deficiência e efeitos adversos podem ser notados.

Ao determinar o impacto ambiental dos revestimentos de zinco, o impacto local assim como o efeito macro de longa duração, deve ser considerado. No que se refere a pequenas quantidades de zinco retiradas por lavagem de revestimentos de zinco expostos ao ambiente externo, normalmente este zinco não é bioestimável e tem pouco impacto no ecossistema circunstante. Numa escala macro, a excelente proteção contra a corrosão proporcionada pelos revestimentos de zinco melhora fortemente a durabilidade e a vida útil dos produtos siderúrgicos, e, portanto, conserva os valiosos recursos naturais.

Níveis básicos de zinco no ambiente

Ar (rural)	0.01 - 0.2	µg/m ³
Solo	10 - 300	mg/kg
Rochas-mãe	2 - 1500	mg/kg
Corpos minerais	5 to more than 15 percent	
Oceano aberto	0.001 - 0.06	µg/l
Mares costeiros	0.5 - 1	µg/l
Rios de planície	5 - 30	µg/l
Rios de montanha	< 10	µg/l
Lagos grandes	0.09 - 0.3	µg/l
Correntes em áreas mineralizadas	> 200	µg/l

Fonte: Van Assche e outros (1996)

Ingestão diária de zinco recomendada (Dose diária recomendada nos EE.UU. em miligramas por dia)

Bebês	0 - 1 anos.	5
Crianças	1 - 10 anos	10
Homens	11 - 51+ anos	15
Mulheres	11 - 51+ anos	12
Mulheres grávidas		15
Mulheres lactantes	1st 6 meses	19
	2nd 6 meses	16

Fonte: NRC (USA, 1989)

A proporção de zinco reciclado em novos produtos de zinco é de mais de 30 por cento

Todos os tipos de produtos de aço zincado são recicláveis. Tanto a tecnologia como a capacidade de reciclagem foram desenvolvidas em atenção à consciência ambiental e à necessidade de fontes alternativas de suprimento de matérias primas de baixo custo, para as indústrias do aço e do zinco. Uma vez que o aço é galvanizado, o zinco passa a fazer parte do circuito da reciclagem do aço. O Forno Elétrico A Arco (FEA) é o caminho principal para a reciclagem do aço zincado para produzir novo aço e novo zinco que volta ao mercado.

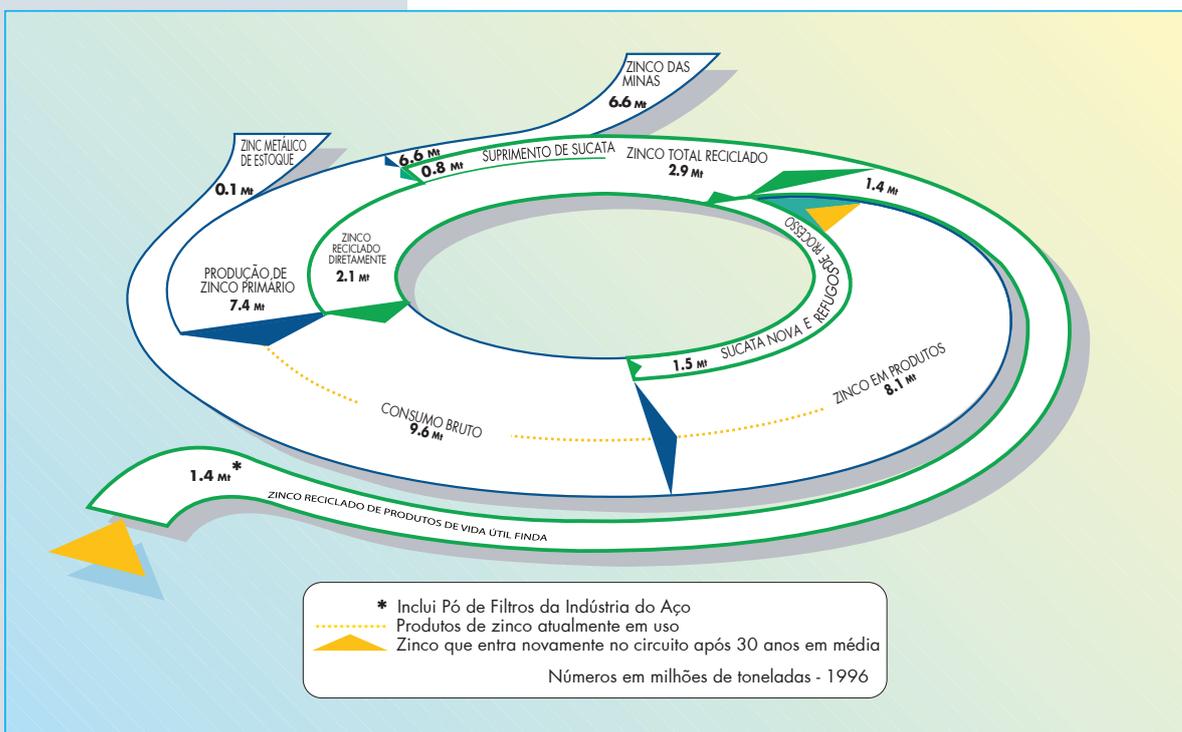
O pó do FEA que contem zinco é tratado e o zinco recuperado na forma de óxido de zinco, que é, por sua vez, usado para produzir zinco, que é então reusado para galvanização. Este circuito fechado de processo de reciclagem é muito difundido hoje nos países industrializados. Novas tecnologias de tratamentos de baixo custo continuam a ser desenvolvidas com o objetivo de maximizar a recuperação do zinco. Hoje em dia, 80 por cento do zinco disponível para reciclagem é, na verdade, reciclado.

O aço galvanizado é reciclado de três fontes:

- sucata gerada durante a produção de aço galvanizado
- sucata gerada durante a fabricação e a instalação de produtos
- produtos de vida útil finda, cuja disponibilidade para reciclagem é função da vida útil do produto, por exemplo: 12-15 anos para automóveis contra 25-100 anos para produtos para a construção.

A quantidade de sucata de aço galvanizado disponível para reciclagem tem aumentado nos últimos dez anos. A maioria das chapas de aço, no entanto, ainda está no mercado na forma de automóveis, eletrodomésticos e produtos para a construção apesar de agora, cada vez mais se torne disponível para reciclagem. Aplicações de produtos para a construção – o maior mercado para chapas de aço galvanizado – permanecem em uso por muitos anos antes de ser reciclada. Apenas muito recentemente alguns dos produtos galvanizados de vida útil curta, tais como automóveis, começaram a entrar no circuito da reciclagem. Ao longo dos próximos dez anos, espera-se que o fornecimento de sucata de aço zincado deva crescer mais que 50%, sendo a maior parte deste crescimento proveniente do setor automobilístico.

O ciclo de reciclagem do zinco



Os revestimentos de zinco protegem o aço fazendo uma barreira física assim como uma proteção catódica

O peso do revestimento necessário depende tanto da vida útil necessária quanto das condições de exposição

3. Desempenho Técnico dos Revestimentos de Zinco

Há muitos fatores a considerar ao escolher o revestimento de zinco mais adequado. Além da proteção contra a corrosão, a plasticidade, a aderência, a aparência e o custo devem também ser considerados. Estes fatores serão comentados para dar uma orientação na escolha da zincagem correta para uma determinada aplicação. Todos os revestimentos de zinco, assim como o aço que eles protegem, são recicláveis

3.1. Resistência à corrosão

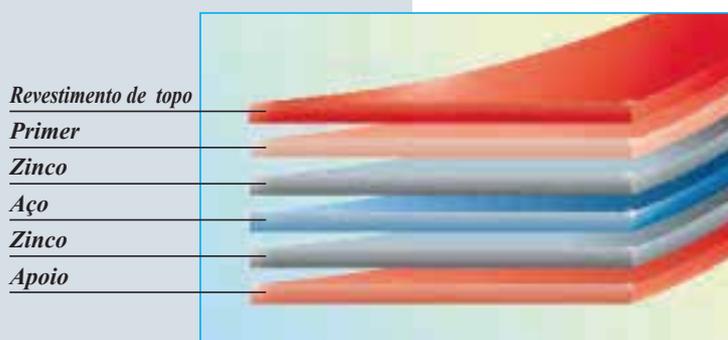
Quando deixado sem proteção, o aço se corrói em praticamente todo ambiente. Os revestimentos de zinco protegem o aço proporcionando uma barreira física e, ao mesmo tempo, uma proteção catódica ao aço subjacente. É importante que o revestimento de zinco correto seja especificado para proporcionar um ótimo desempenho nas condições de exposição às quais o revestimento será submetido.

3.1.1. Barreira de Proteção

Os revestimentos de zinco proporcionam uma barreira contínua e impermeável que não permite que a umidade tenha contato com o aço. Sem umidade, não há corrosão, exceto em determinadas atmosferas químicas. A eficácia dos revestimentos de zinco em qualquer ambiente determinado é diretamente proporcional à espessura do recobrimento. A vida útil do revestimento é determinada pela taxa de corrosão do revestimento, ela mesma é uma função de muitos fatores como tempo, composição da atmosfera e tipo de revestimento.

Em situações de exposição ao ar livre, o nível de acidez da chuva influencia a taxa de corrosão do zinco. Com exposição interna - dutos de ventilação, revestimento de piso e estrutura metálica, por exemplo - a umidade pode também estar presente. Em situações internas industriais, a atmosfera pode ser corrosiva. Portanto, o tipo e o peso do revestimento necessário dependem tanto da vida útil necessária quanto das condições da exposição.

Aço galvanizado pintado



A resistência à corrosão dos revestimentos pode também ser incrementada pelo uso de um revestimento de liga de zinco, como Galfan® ou Galvalume®, ou pela aplicação de cobertura de topo pintada. Estes dois métodos são recomendados isoladamente ou em conjunto, para aplicações de chapas nas quais se requer uma grande proteção contra a corrosão.

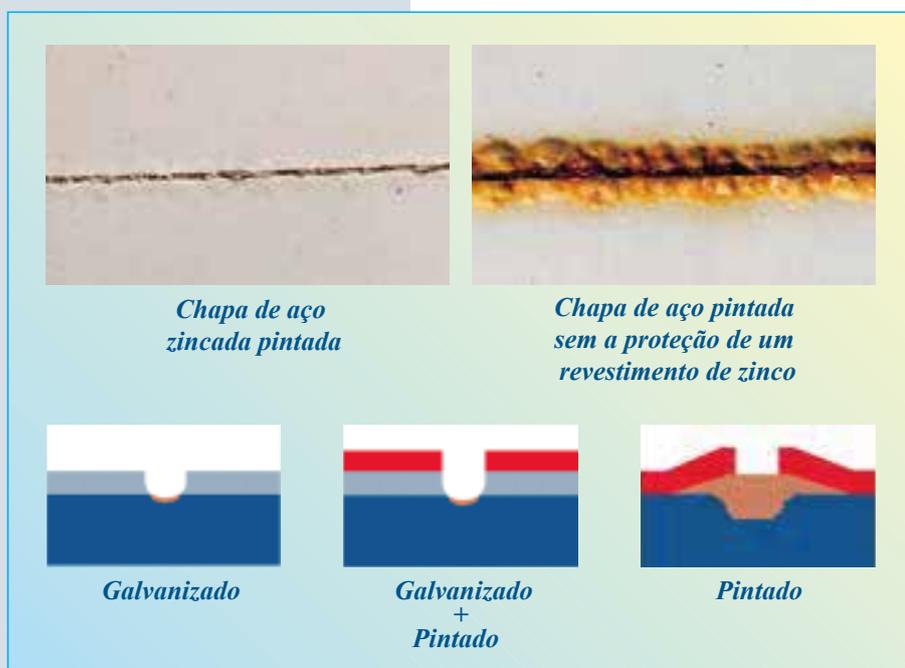
Aço galvanizado



Revestimentos de zinco prolongam a vida dos revestimentos de pintura

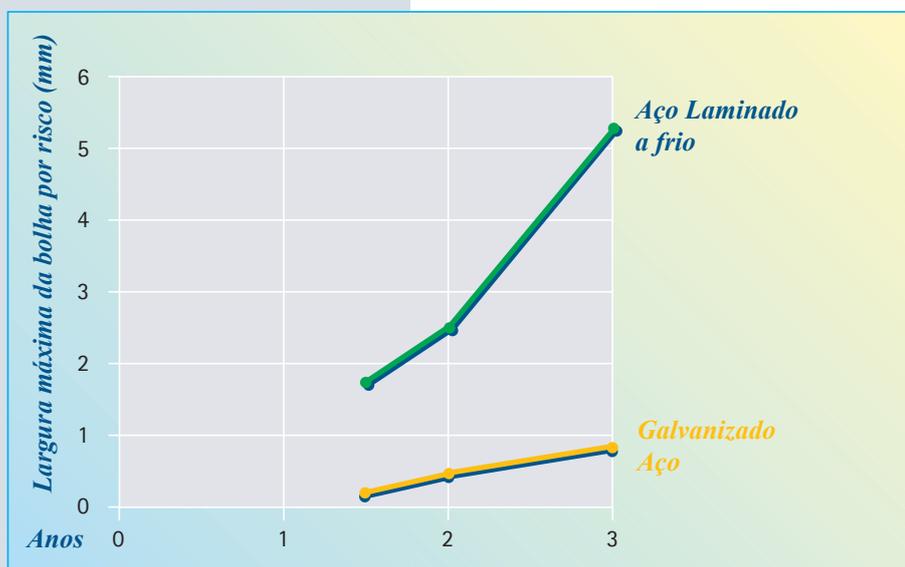
3.1.2. Proteção Catódica

Outro mecanismo de proteção excepcional é a notável capacidade do zinco de proteger galvanicamente o aço. Quando a base de aço está exposta, tal como uma aresta de corte ou arranhadura, o aço é catódicamente protegido pela corrosão anódica do revestimento de zinco adjacente ao aço. Na prática, isto significa que um revestimento de zinco não é enfraquecido porque o aço adjacente a um revestimento de zinco não pode corroer. Isto contrasta com revestimentos pintados e de alumínio nos quais a corrosão do aço enfraquece progressivamente a película de barreira circunstante. A extensão desta proteção catódica é determinada pelo tipo de revestimento, por sua espessura e por aquela do aço subjacente, assim como pela área danificada.



Proteção catódica.

Quando aço é arranhado, o zinco protege tanto o aço subjacente contra a corrosão quanto o revestimento sobreposto de pintura contra o descascamento.



Crescimento da corrosão das chapas de aço zincadas a frio e galvanizado pintado usadas nos painéis externos das carroçarias de automóveis.

3.1.3. Revestimentos de Zinco Pintados

Revestimentos de zinco podem ser facilmente pintados. A expressão "revestimento duplex" é usada para peças de aço galvanizadas e para peças de aço pintadas, uma vez que a expressão "revestimento em espiral" ou "pré-pintura" é usada para chapas de aço com galvanização contínua e para chapas de aço pintadas. A pintura age como uma barreira protegendo o revestimento de zinco subjacente. O zinco é um excelente substrato para revestimentos pintados porque se a película de tinta for quebrada, a alta resistência do zinco à corrosão evita o enfraquecimento da película de pintura. Mesmo que o dano ao revestimento atinja a base de aço, a ação catódica do zinco evita a corrosão do aço. A capacidade do Zinco de prolongar a vida dos revestimentos de tinta é o que torna uma chapa de aço pré-pintada galvanizada um produto tão durável que continua a aumentar sua participação de mercado em telhados comerciais e residenciais assim como em aplicações de revestimento.

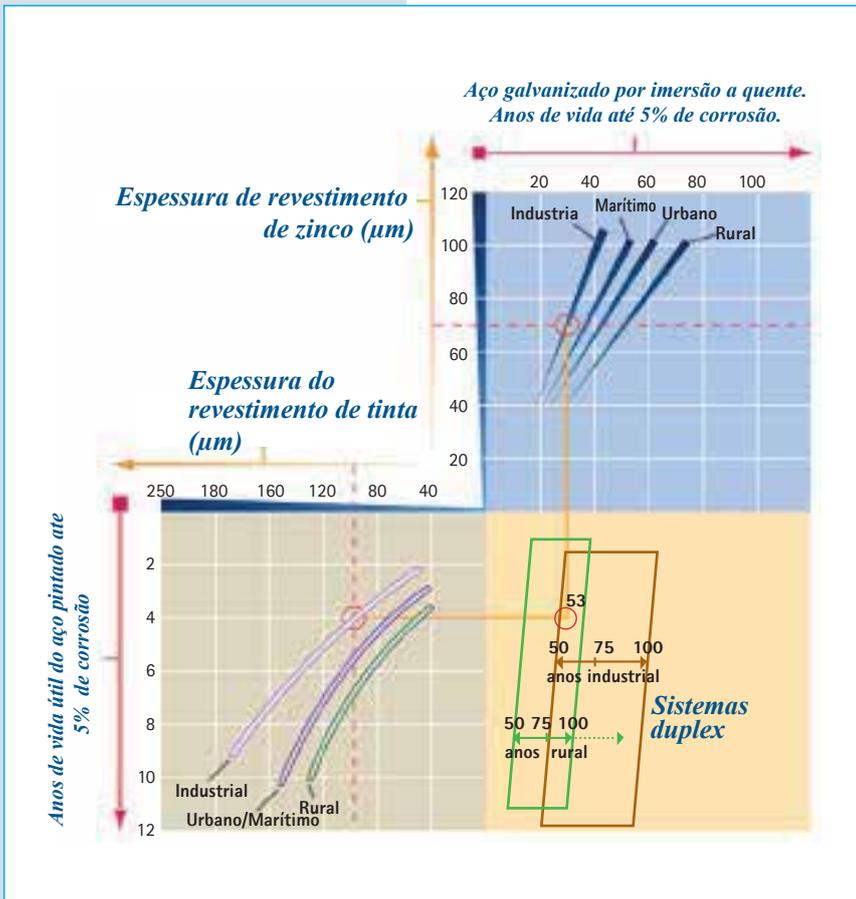


Diagrama combinado de sistemas duplex.

As indústrias de zinco e aço conduziram por muitos anos tanto pesquisas quanto ensaios de campo a respeito do desempenho de várias combinações de aço pintado e zincado. O resultado desta base extensa de informações é que o desempenho atual pode ser previsto para uma grande gama de condições atmosféricas. No exemplo mostrado para uma atmosfera industrial altamente corrosiva, uma camada de galvanização de 70 μm mais uma camada de tinta de 100 μm proporcionam vida ao revestimento de mais de 50 anos. Avaliações semelhantes podem ser feitas para outras combinações de revestimento e de condições atmosféricas.

Fonte: Stichting Doelmatig Verzinken / Progalva

3.2. Plasticidade e aderência

A plasticidade e a aderência dos revestimentos contínuos são excelentes e na maioria dos casos, igualam a plasticidade do aço subjacente. A plasticidade do aço galvanizado – que é definida como a resistência à fissuração e à perda de aderência do revestimento de zinco durante a moldagem – é inversamente proporcional à espessura do revestimento e do substrato de aço. Há, no entanto, alguns revestimentos que são mais dúcteis que outros, uma consideração importante para aplicações de repuxo profundo. É, portanto, necessário equilibrar os requisitos de resistência à corrosão e de plasticidade.

Foto: Cockerill-Sambre



Foto: Cockerill-Sambre



Foto: Cockerill-Sambre



Foto: Sollac

A proporção de zinco reciclado em novos produtos de zinco é de mais de 30 por cento

3.3. Aparência da Superfície

Os revestimentos de zinco e de ligas de zinco podem ser diferentes na aparência dependendo das necessidades do cliente e das preferências do consumidor. Acabamentos de revestimento galvanizado podem variar de extra suave e sem traços característicos a um padrão conhecido como flores de Zinco. Revestimentos Galvanizado e recozido-(Zn-Fe) têm aparência cinza fosco. Revestimentos eletro galvanizados têm o acabamento mais suave dentro dos revestimentos de zinco e proporcionam o melhor substrato para um acabamento de pintura de alta qualidade.

Há normas de revestimento que abrangem todos os aspectos de aparência superficial - revestimentos de acabamento, qualidades superficiais (desde qualidade regular até a melhor qualidade) e de tratamentos superficiais (passivação química, lubrificação) - todos direcionados a melhorar ainda mais o processamento.

3.4. Montagem

A montagem refere-se à técnica de unir produtos de chapas de aço galvanizado, principalmente com eles mesmos. Em qualquer aplicação, o método de união deve ser adequado ao revestimento metálico e será determinado ou em base ao seu desempenho ou das propriedades e características do produto galvanizado.

Há vários métodos eficazes de união:

Solda é o método mais comum para unir produtos de chapa de aço galvanizado. A solda por resistência é uma técnica que usa resistência ao fluxo de corrente elétrica para gerar calor e, desse modo, unir dois materiais. Chapas de aço galvanizado pré-acabadas podem ser soldadas a ponto se o revestimento de zinco não for muito grosso para permitir que a corrente de solda passe de um eletrodo ao outro. Esta técnica é frequentemente usada em setores à jusante.

Métodos de montagem mecânica tais como parafusos, rebites, rebites autoperfurantes e que formam bloqueio, podem ser usados numa ampla gama de revestimentos de substratos de aço, revestimentos de zinco e aplicações.

União por adesivo tem-se tornado mais popular e pode também ser aliada à montagem mecânica. A gama de sistemas adesivos é grande e a escolha depende de numerosas variáveis tais como condição da superfície, aderência, resistência e velocidade de cura.



Foto: Associação Galvazinc

4. Galvanização Contínua

4.1. Produtos

Os revestimentos de zinco e de ligas de zinco podem ser diferentes na medida em que, a partir do zinco de alta pureza, podem ser adicionados elementos de liga para produzir revestimentos galvanizados com propriedades diferentes. Estes produtos podem ser usados em uma ampla variedade de aplicações e de climas. A família de revestimentos contínuos galvanizados compreende revestimentos galvanizados, eletro galvanizados, Galvalume® e Galfan®.

Galvanizado

Um revestimento de zinco puro que é o produto galvanizado de padrão contínuo usado normalmente em painéis de construção, estruturas em aço, em aplicações agrícolas e automobilísticas, assim como em várias outras funções. Tem um bom acabamento superficial e boas propriedades de aderência.

Eletro galvanizado

Uma chapa de aço com revestimento de zinco eletro galvanizado que tem um acabamento superficial ultra suave, que é desejado para as superfícies de peças críticas, tais como painéis externos de carroçarias de automóveis. A espessura do revestimento para chapas de aço eletro galvanizado é tipicamente menor do que para um produto galvanizado por imersão a quente. Revestimentos eletro galvanizados usam, em geral, zinco puro embora revestimentos de ligas (Zn-Fe, Zn-Ni) também sejam comercializados.

Galvanizado e recozido

Um revestimento de liga de zinco-ferro de melhores possibilidades de pintura, de solda e de ductilidade, O Galvanizado e recozido, é usado na indústria automotiva por causa de seu melhor desempenho na fabricação de modelos que usam tipos mais leves e mais fortes de aço.

Galvalume®

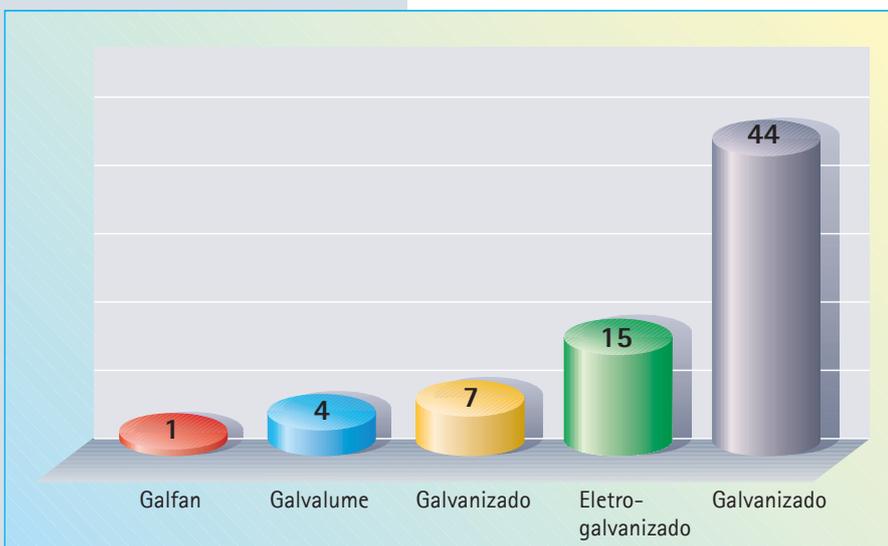
Galvalume é um revestimento de liga de alumínio e zinco-55% com maior resistência à corrosão para aplicações sem estampagem severa. É largamente usado em painéis de construção pintados e não pintados assim como telhados e aplicações de altas temperaturas em conjuntos de motores de veículos e em componentes que refletem calor.

Galfan®

Galfan é um revestimento de liga de alumínio e zinco-5% com maior resistência à corrosão quando estampado. É usado em painéis de construção pintados e em componentes estampados com dificuldade, tais como peças automotivas e eletrodomésticas destinadas a ambientes corrosivos. O aço

revestido com Galfan é conhecido por sua excelente aderência, o que o torna ideal para repuxo profundo e para aplicações curvas com "espessura zero".

Revestimentos galvanizados contínuos de zinco e quantidade de aço revestido em 1998 (em milhões de toneladas métricas)



Avanços recentes na tecnologia de galvanização e nos sistemas de pintura permitem que sejam feitos produtos com novos perfis

4.2. Estética

Chapas de aço galvanizado podem também ser pintadas para uma melhor proteção contra a corrosão e uma melhor estética. O método de pintura mais econômico e de melhor qualidade é do revestimento em espiral ou pré-pintura. Isto permite uma preparação perfeita da superfície galvanizada antes do revestimento em espiral. A chapa de aço é laminada para, dela, serem obtidos os perfis especificados pelo cliente. Avanços recentes na tecnologia da galvanização e nos sistemas de pintura permitem que chapas pré-pintadas galvanizadas sejam laminadas com padrões marcantes, que permitem aos arquitetos novas possibilidades de telhados e revestimento para edifícios comerciais e industriais assim como residenciais. Por exemplo, laminação e estampagem são usadas hoje para fazer telhas de telhado, que oferecem um produto com peso e custo muito menor do que o material tradicional.

Uma ampla variedade de sistemas de pintura está disponível para atender os requisitos de desempenho de uma determinada aplicação. Os automóveis de hoje têm um acabamento tão perfeito de carroçaria que combina um alto grau de atração estética com altos padrões de proteção contra a corrosão. Chapas pré-pintadas conformadas por rolo para construção, revestimentos e coberturas apresentam três habilidades principais: aparência estética, vida longa e economia favorável. A chapa pré-pintada conformada por rolo provê uma pintura de menor custo após a estampagem.



Foto: BHP Steel

Eletrodomésticos combinam estampagem severa com garantia de proteção do aço contra a corrosão para atender as exigências do projeto moderno.

Os fornecedores de chapas de aço podem prover conselhos sobre o sistema mais apropriado para atender necessidades em particular.



Foto: Segal



Foto: BHP Steel



Foto: BHP Steel

4.3. Normas

Em todo o mundo, as normas tais como ISO, ASTM e JIS estão disponíveis para auxiliar na especificação e na compra de chapas de aço galvanizado. A tabela abaixo lista alguns dos pesos de revestimentos mais populares em cada norma de produto. Para mais detalhes sobre normas locais, consulte seu fornecedor de aço.

Gama de pesos dos revestimentos mais comumente disponíveis

Produto	Denominação	Peso do Revestimento (oz/ft ² /2-lados)	Peso do Revestimento (g/m ² /2-lados)	Espessura (um lado-polegadas)	Espessura (um lado-µm)
Galvanizado	G40 ou Z120	0.40	120	0.0003	8
	G60 ou Z180	0.60	180	0.0005	13
	G90 ou Z275	0.90	275	0.0008	20
	G200 ou Z610	2.00	610	0.0017	43
Electrogalvanizado	6G/6G	0.13	40	0.0001	2.5
	20G/20G	0.40	120	0.0003	8
	40G/40G	0.80	245	0.0006	16
Galvanizado--recozido	A40 ou ZF120	0.40	120	0.0003	8
	A60 ou ZF180	0.60	180	0.0005	13
Galvalume®	AZ50 ou AZ150	0.50	150	0.0008	20
	AZ60 ou AZ180	0.60	180	0.0010	24
Galfan®	GF60 ou GF180	0.60	180	0.0005	13
	GF90 ou GF255	0.90	255	0.0008	20

O aço protegido por zinco resiste à deterioração, à corrosão, aos cupins, ao fogo, ao vento, às inundações e aos terremotos melhor que qualquer outro material de construção.

4.4. Aplicações

Os maiores usuários de chapas de aço galvanizado são a construção e os veículos assim como a fabricação de eletrodomésticos. Globalmente, a chapa galvanizada é o maior componente dos 50 milhões de veículos e de mais de 40 milhões de eletrodomésticos produzidos anualmente, assim como de inúmeros edifícios comerciais e industriais. Um mercado crescente é o das estruturas de aço galvanizado e dos telhados para edifícios residenciais.

Hoje, há mais de 550 linhas de galvanização contínua ao redor do mundo e está sendo planejado aumentar esta capacidade para atender esta demanda crescente.

O aço zincado resiste à deterioração, à corrosão, aos cupins, ao fogo, ao vento, às inundações e aos terremotos melhor do que qualquer outro material de construção. Por esta razão, está sendo usado cada vez mais na construção comercial e residencial.

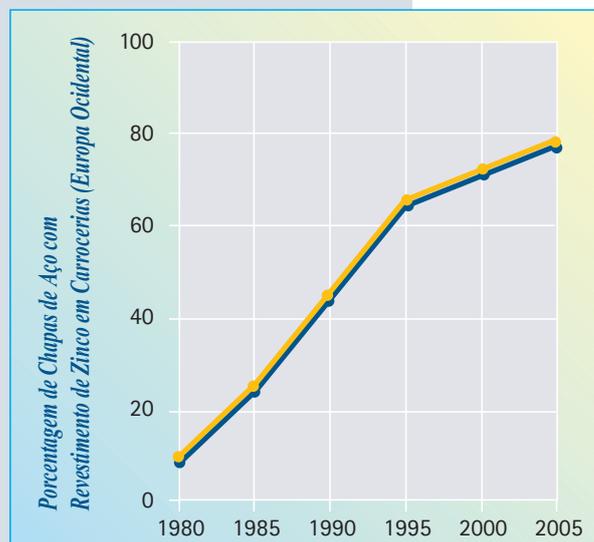
Usos comuns de chapas de aço revestidas

Produto revestido	Aplicações	Características Principais
Galvanizado	Estruturas metálicas Aquecimento, Ventilação, Ar Condicionado, Tubulações Corrugadas Telhados e revestimentos de pisos Painéis de construção pré-pintados Silos para estocagem agrícola Painéis internos de carroçarias de automóveis	Plasticidade e durabilidade Faixa de espessura de revestimento Resistência e rapidez de instalação Facilidade de pintura Baixo custo
Eletrogalvanizado	Painéis externos de carroçarias de automóveis Gabinetes de computador	Acabamento superficial, soldabilidade Blindagem eletromagnética, acabamento superficial
Galvanizado -recozido	Painéis externos de carroçarias de automóveis Carcaças pré-pintados de eletrodomésticos	Soldabilidade, facilidade de pintura, estampabilidade
Galvalume®	Telhados nus e pintados fechamentos laterais	Desempenho de corrosão para revestimento nu Facilidade de pintura
Galfan®	Painéis pré-pintados para arquitetura Equipamentos automotivos	Desempenho contra a corrosão Estampabilidade muito boa e facilidade de pintura

Foto: BHP Steel

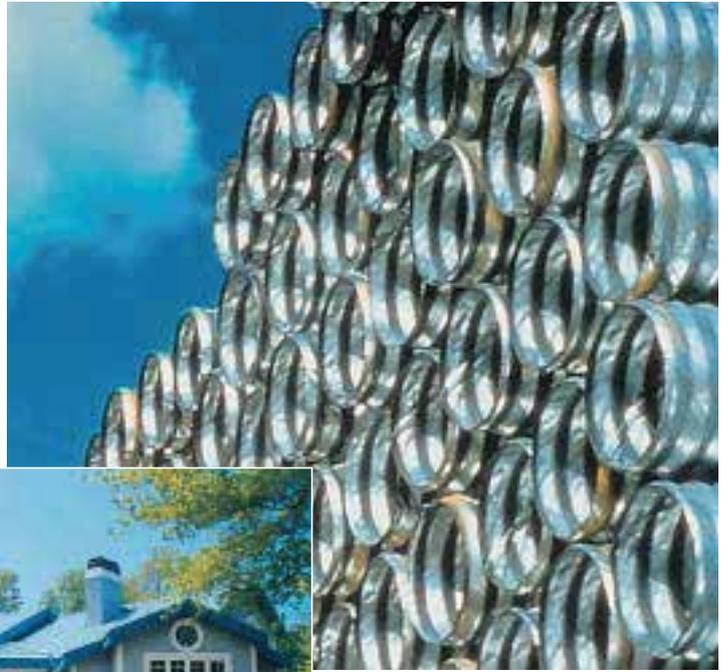


Crescimento do uso de chapa de aço zincado na indústria automobilística



Fotos: Galvazinc Association

Fonte: IZA-Europe Galvazinc Association



Fotos: Cockerill-Sambre, Cominco, Galvazinc Association, Usinor

A existência de rotas de reciclagem de baixo custo contribui favoravelmente para o custo global dos produtos siderúrgicos zincado

4.5. Economia

A chapa de aço zincada oferece uma combinação única de resistência, durabilidade, estampabilidade, reciclabilidade, e custo. A reciclabilidade é um dos critérios chave na escolha dos especificadores. A existência de rotas de reciclagem de baixo custo contribui favoravelmente para o custo global dos produtos siderúrgicos zincados.

O uso de aço galvanizado nos painéis das carroçarias de automóveis permite aos fabricantes de automóveis de hoje garantir até 12 anos de resistência à corrosão, enquanto adicionam apenas uma fração de porcentagem ao custo do veículo. A relação custo-benefício constitui um valor excepcional para o consumidor. O mesmo se aplica aos painéis de construção – produtos galvanizados revestidos em espiral que estão agora disponíveis com até 50 anos de garantia de desempenho. O desempenho melhorado e o valor agregado gerado pela chapa de aço zincado são largamente superiores ao pequeno aumento do custo de produção. A durabilidade, a estética, a estabilidade em longo prazo da aparência superficial e a baixa manutenção, são todas vantagens significativas para o usuário final.

Na indústria da construção, os estrados de aço galvanizado combinados com lançamento de concreto de alta velocidade permite uma construção mais rápida, baixando, desta maneira, os custos das construções.

Máquinas de lavar comerciais e industriais podem funcionar diariamente durante 24 horas, graças às carcaças de aço galvanizado que resistem ao desgaste e à fissuração resultantes da exposição a sabões, alvejantes e a soluções químicas.

Aços galvanizados podem ser estampados e formados usando equipamentos de produção existentes, evitando, portanto, a necessidade de novas ferramentas caras – deste modo, o aço galvanizado contribui para a economia na produção.

Revestimentos mais espessos são mais caros do que revestimentos mais finos e revestimentos de ligas de zinco são mais caros que revestimentos galvanizados. Em ambos os casos, no entanto, estes produtos proporcionam desempenho maior. O custo extra envolvido é pequeno se comparado às melhorias no desempenho. As escolhas são melhores se feitas juntando o desempenho do revestimento aos requisitos da aplicação.

O aço galvanizado é um produto de valor agregado que permite o uso de chapas de aço em aplicações em que o aço não revestido não pode ser usado. Os revestimentos de zinco auxiliam a expandir os mercados do aço.



Aço galvanizado contínuo é feito em fábricas de processos precisos e controlados

4.6. O Processo

Globalmente, aproximadamente 70 milhões de toneladas de aço galvanizado são produzidas anualmente em linhas de galvanização contínua.

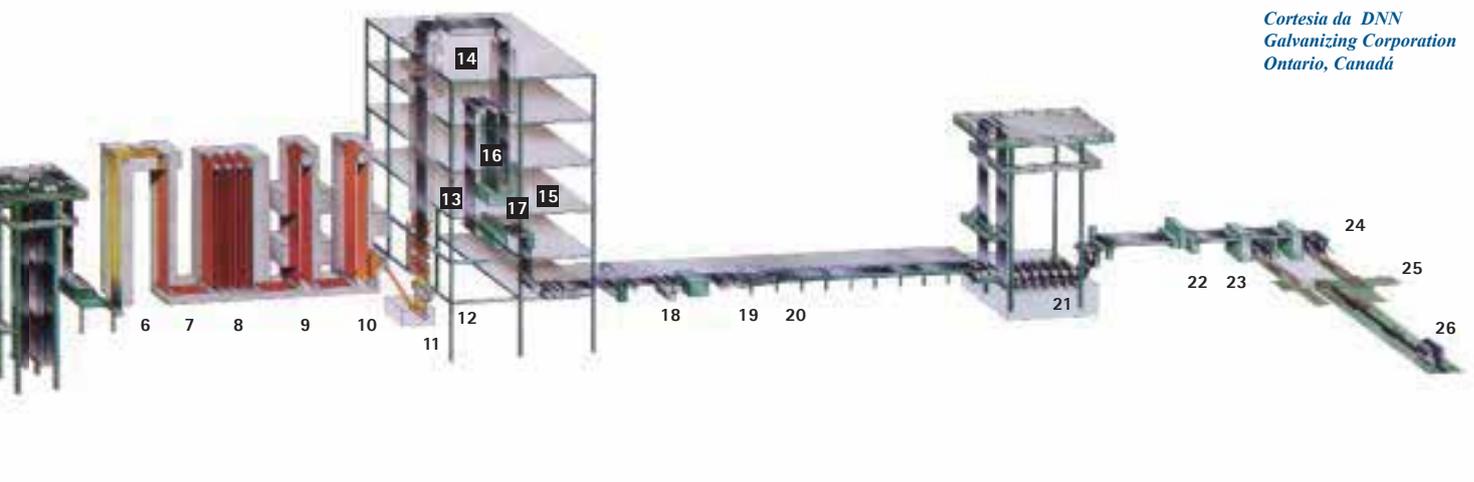
O aço galvanizado contínuo é feito em fábricas controladas, em condições precisas de processo durante o qual bobinas de aço laminado são elevadas a aço zincado de alta qualidade pelo uso de linhas contínuas de alta velocidade que controlam a qualidade do revestimento, assim como a resistência e a estampabilidade do produto de aço. O zinco é aplicado ou por imersão em zinco fundido ou por eletro galvanização.

No processo de galvanização por imersão a quente, bobinas de aço laminado são continuamente desbobinadas e alimentadas através de sessões de limpeza e recozimento antes de entrar em um banho de zinco fundido a velocidades de até 200 metros por minuto (650 pés/minuto). Assim que o aço sai do banho de zinco fundido, navalhas de ar limpam o excesso de revestimento da chapa de aço para controlar a espessura. A tira de aço é submetida, então, à uma série de tratamentos mecânicos ou químicos. Dependendo das exigências do cliente, as chapas de aço zincado podem ser passivadas, lubrificadas e rebobinadas, e cortadas no comprimento e paletizadas antes do embarque para o fabricante. Todos os revestimentos galvanizados são metalurgicamente ligados ao aço que eles protegem. Isto assegura a aderência do revestimento – crítica para o processo de fabricação que estampa, dobra ou repuxa o aço até seu formato final de produto.

Revestimentos eletro galvanizados são produzidos por eletro galvanização de zinco ou de ligas de zinco sobre aço em processo contínuo. O maior uso dos revestimentos eletro galvanizados está nos painéis externos das carroçarias de automóveis, embora outros componentes estruturais de automóveis tais como painéis internos, portas, alojamentos e eletrodomésticos sejam também produzidos a partir deste material.



Photo: Cockerill-Sambre



Linha de Galvanização Contínua de Imersão a Quente

Chave

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. Medidor de Entrada | 14. Torre de limpeza do rolo |
| 2. Tesoura de corte duplo | 15. Tanque de enxague |
| 3. Soldadora | 16. Secador de Água de Resfriamento |
| 4. Limpeza | 17. Medidor do Peso de Revestimento |
| 5. Acumulador de entrada | 18. Laminação de Encruamento |
| 6. Forno de pré-aquecimento | 19. Alívio de Tensões |
| 7. Forno de Chama Direta | 20. Laminador de Encruamento Superficial |
| 8. Forno de Tubo Irradiante | 21. Acumulador de saída |
| 9. Resfriamento por jato de gás | 22. Lubrificador Eletrostático |
| 10. Resfriamento controlado | 23. Tesoura Voadora |
| 11. Pote do zinco | 24. Rolo tensor |
| 12. Limpeza a ar/nitrogênio | 25. Carros de Bobinas |
| 13. Forno de recozimento | 26. Balança e Embarque Automático |

*Every year,
some 10 million
tonnes of steel
products are
protected by
the general
galvanizing
process*

5. Outros Revestimentos de Zinco

5.1. Galvanização Geral

A Galvanização geral, também conhecida como Galvanização de Imersão a Quente, Galvanização Pós-Fabricação ou Galvanização por Batelada, refere-se à galvanização de peças de aço fabricadas ou manufaturadas. O artigo de aço fabricado é limpo e então imerso em um banho de zinco fundido, ou em suportes para peças pequenas ou individualmente no caso de itens grandes.

Revestimentos de Zinco provenientes deste processo são de cinco a dez vezes mais espessos do que os revestimentos galvanizados continuamente e podem oferecer proteção de longa duração ao ar livre na maioria dos ambientes. Esta resistência pode variar de 20 anos em um local industrial a mais de 65 anos em um ambiente rural.

A galvanização geral provê itens fabricados em aço com excelente proteção contra a corrosão. A natureza do processo de imersão proporciona uma boa proteção de borda e cobertura completa das áreas de superfícies

externas assim como proteção interna de peças ocas. Em geral, aplica-se um revestimento de zinco de pelo menos 60-70 μm . Todos os anos, no mundo inteiro, mais de 10 milhões de toneladas de produtos siderúrgicos são protegidas contra a corrosão pelo processo geral de galvanização.

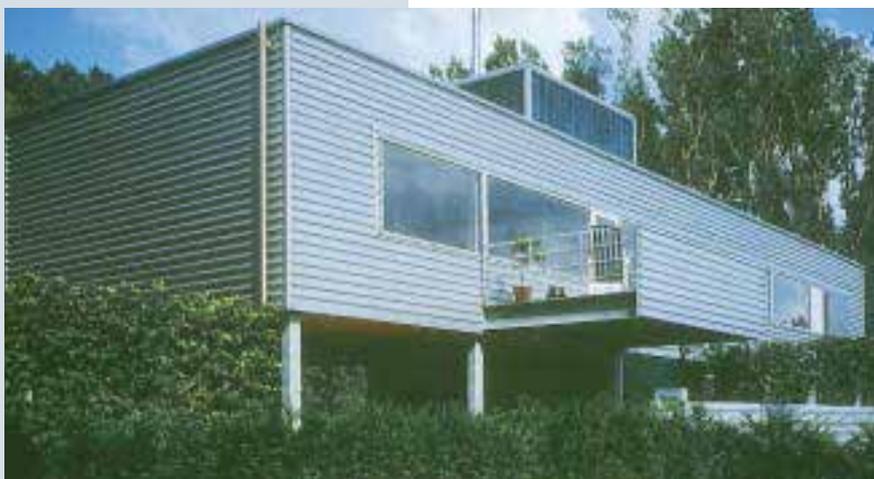


Foto: Stich Ting Doelmatig Verzinken



Foto: Galvazinc Association



Foto: Progalva

5.2. Revestimentos de Zinco Particulado Aplicado

O zinco também pode ser aplicado ao aço pela metalização de zinco, ou pela adição de pó de zinco a sistemas de pintura.

5.2.1. Metalização

A metalização com zinco, ou pulverização térmica, é um processo pelo qual um arame de zinco, ou pó, é alimentado em um revolver pulverizador, fundido e pulverizado sobre uma peça sendo trabalhada. A fusão é obtida ou por combustão sob uma chama de gás de oxigênio, ou por arco elétrico criado entre dois arames de zinco. O recobrimento metálico obtido é levemente poroso com uma lamela ou estrutura em camadas. Revestimentos metalizados podem ser aplicados em grandes espessuras (100–200 μm) o que os torna ideais para proteção de longa duração contra a corrosão.

5.2.2. Deposição Mecânica

Este processo é usado principalmente em peça pequenas (<0.5kg) roscadas ou outras peças de tolerância fechada. As peças a serem revestidas são tamboreadas em conjunto com o pó de zinco e com esferas de vidro em água. O tamboreamento faz com que as esferas de vidro batam o zinco contra a peça. Este processo elimina a possibilidade da fragilização por hidrogênio dos fixadores de alta resistência. A espessura do revestimento é controlada por tempo e quantidade de pó de zinco adicionada.

5.2.3. Sherardização

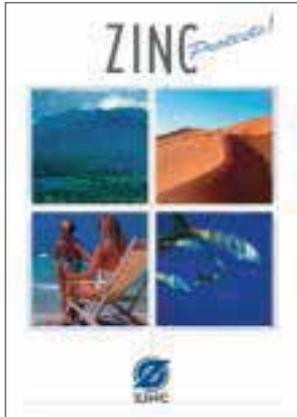
Sherardização é um processo de difusão controlada que produz um revestimento de liga de zinco e ferro. Pequenos artigos fabricados são carregados em um tambor com pó de zinco e areia. O tambor é girado a uma temperatura abaixo do ponto de fusão do zinco, tipicamente 380°C, por até 3 horas. Revestimentos uniformes, duros, resistentes à abrasão podem ser feitos sobre peças complexas.

5.2.4. Pintura Rica em Zinco

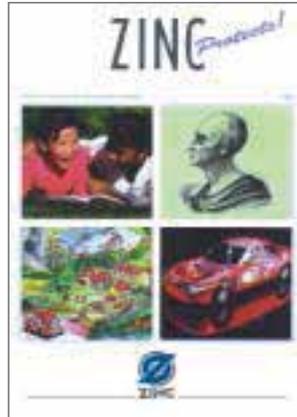
Pintura rica em zinco contém tipicamente acima de 77% de zinco na película seca e obtém vantagem da barreira de proteção assim como da proteção catódica proporcionada pelo zinco. Pinturas ricas em zinco são classificadas como orgânicas, ou inorgânicas, dependendo do aglutinante usado. Elas podem ser aplicadas com pincel ou pulverizadas e devem ser sempre aplicadas sobre substrato de aço adequadamente preparado.

Publicações da IZA sobre Zinco

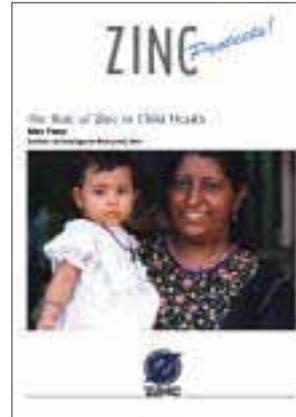
Para maiores informações sobre zinco e revestimentos de zinco, visite:
www.zinc.org



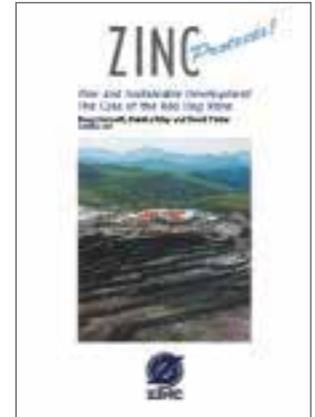
Zinco – A Revista Anual da IZA 1997



Zinco – A Revista Anual da IZA 1998



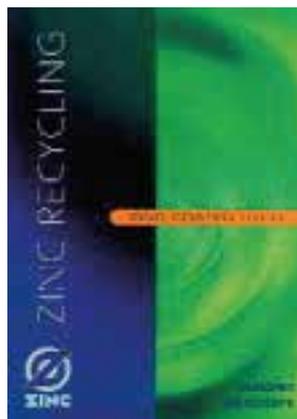
O Papel do Zinco na Saúde das Crianças



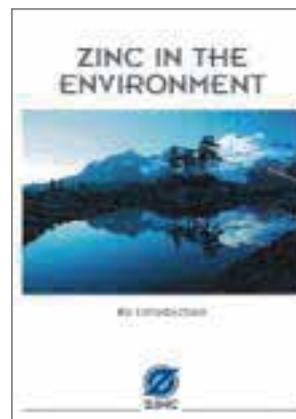
Zinco e o Desenvolvimento Sustentável – A Mina Red Dog



Reciclagem do Zinco – Um quadro Geral
(Inglês, Francês, Alemão, Espanhol)



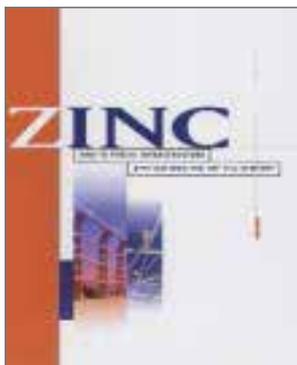
Reciclagem do Zinco – Aço Zincado
(Inglês, Francês, Alemão, Espanhol, Italiano)



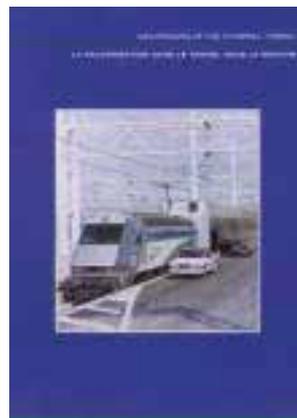
O Zinco no Ambiente – Uma introdução
(Disponível também em Francês, Alemão, e Espanhol)



Zinco e o Desenvolvimento Sustentável



O Zinco na Infraestrutura Pública – Aplicações para o Século XXI
(Disponível também em Espanhol)



Galvanização no Túnel do Canal
(Inglês - Francês)



Guia de Bolso ao Mundo do Zinco
(Nova Edição de 2000)

Associação Internacional do Zinco (IZA)

MEMBROS

ALUMINIO Y ZINC INDUSTRIAL S.A. DE C.V., Mexico
ANGLO AMERICAN PLC, South Africa
ASER S.A., Spain
ASTURIANA DE ZINC S.A., Spain
B.U.S. BERZELIUS UMWELT-SERVICE AG, Germany
BHP CANNINGTON, Australia
BIG RIVER ZINC CORPORATION, U.S.A.
BILLITON MARKETING & TRADING B.V., The Netherlands
BINANI ZINC, A DIVISION OF BINANI INDUSTRIES LTD, India
BOLIDEN AB, Sweden
BREAKWATER RESOURCES LTD, Canada
CHELYABINSK ELECTROLYTIC ZINC PLANT, Russia
CIA. MINEIRA DE METAIS, Brazil
COMINCO LTD, Canada
COMPAÑIA MINERA MILPO S.A., Peru
COMPAÑIA MINERA SAN IGNACIO DE MOROCOCHA S.A., Peru
EMPRESA ADMINISTRADORA CHUNGAR S.A., Peru
ESPAÑOLA DEL ZINC S.A., Spain
FALCONBRIDGE LIMITED, Canada
GLENORE INTERNATIONAL A.G., Switzerland
GRILLO-WERKE A.G., Germany
GRUPO PARANAPANEMA / CIA PARAIBUNA DE METAIS, Brazil
HINDUSTAN ZINC LIMITED, India
INDUSTRIAL MINERA MEXICO S.A. de C.V./GRUPO MEXICO S.A. de C.V., Mexico
INDUSTRIAS PENOLES S.A. DE C.V., Mexico
ISCOR LIMITED, South Africa
KAZZINC, Republic of Kazakhstan
KCM-S.A., Bulgaria
KOREA ZINC CO LTD, Korea
LEAD & ZINC COMPLEX PLC, Bulgaria
METALEUROP S.A., France
M.I.M HOLDINGS LTD, Australia
MITSUI MINING & SMELTING Co LTD, Japan
NORANDA INC., Canada
NORMANDY MINING LIMITED, Australia
NORZINK AS, Norway
OUTOKUMPU ZINC OY, Finland
PADAENG INDUSTRY PUBLIC COMPANY LTD, Thailand
PASMINGO LIMITED, Australia
UNION MINIERE, Belgium
U.S. ZINC, U.S.A.
Votorantim Metais, Brasil
WESTERN METALS LIMITED, Australia

MEMBROS AFILIADOS

ADZ TECHNOLOGIA, Spain
BILLITON METALS CANADA INC./LES MINES SELBAIE, Canada
BILLITON PLC, South Africa
BOLIDEN APIRSA S.L., Spain
BOLIDEN MINERAL AB, Boliden, Sweden
BOLIDEN MINERAL AB, Gällivare, Sweden
BOLIDEN MINERAL AB, Garpenberg, Sweden
BOLIDEN WESTMIN (CANADA) LTD., Canada
BRITANNIA ZINC, United Kingdom
B.U.S. COMMERCIAL SERVICES GmbH, Germany
B.U.S. METALL GmbH, Germany
B.U.S. ZINKRECYCLING GmbH, Germany
CANADIAN ELECTROLYTIC ZINC LIMITED, Canada
CHANDERIYA LEAD-ZINC SMELTER, India
COMMERCIAL MINERALS LIMITED, Australia
COMPANIA MINERA SANTA LUISA S.A., Peru
DEBARI ZINC SMELTER, India
EMPRESA MINERA ISCAYCRUZ S.A., Peru
HACHINOHE SMELTING CO, LTD, Japan
HIKOSHIMA SMELTING CO, Ltd, Japan
HURON VALLEY STEEL CORPORATION E.U.A.

KAMIOKA MINING & SMELTING CO, LTD, Japan
McARTHUR RIVER MINE, Australia
METALCHEM, U.S.A.
METALCHEM CANADA, Inc., Canada
METALCHEM HANDEL GMBH, Germany
METALEUROP NORD S.A.S., France
METALEUROP WESER ZINK GmbH, Germany
M.I.M. HÜTTENWERKE DUISBURG, Germany
MOUNT ISA HOLDINGS (UK) LIMITED, United Kingdom
MOUNT ISA MINES, Australia
NORANDA INC. (Brunswick Mining Division), Canada
NORANDA INC. (Heath Steele Division), Canada
NORANDA INC. (Matagami Division), Canada
NORMANDY GOLDEN GROVE OPERATIONS PTY LTD, Australia
NOVICOURT INC., Canada
OUTOKUMPU MINING OY, Finland
PERUBAR S.A., Peru
RAJPURA DARIBA LEAD ZINC MINE, India
RAMPURA AGUCHA LEAD ZINC MINE, India
RECYTECH S.A., France
REFINERA DE CAJAMARQUILA, Peru
REOCIN MINE, Spain
RHEINZINK GmbH, Germany
TARA MINES LIMITED, Ireland
VIZAG LEAD ZINC-SMELTER, India
WESTERN ZINC, U.S.A.
ZAWAR LEAD ZINC MINE, India
ZINC REFINERY/SAN JUAN DE NIEVA SMELTER, Spain

ASSOCIADOS

AMERICAN GALVANIZERS ASSOCIATION INC., U.S.A.
AMERICAN ZINC ASSOCIATION, U.S.A.
ASOCIACE CESKYCH ZINKOVEN, Czech Republic
ASOCIACION MEXICANA DE GALVANIZADORES A.C., Mexico
ASOCIACION TECNICA ESPANOLA DE GALVANIZACION (ATEG), Spain
ASSOCIAZIONE ITALIANA ZINCATURA, Italy
EUROPEAN GENERAL GALVANIZERS ASSOCIATION (EGGA), U.K.
GALVANIZERS ASSOCIATION (U.K. & EIRE), U.K.
GALVANIZERS ASSOCIATION OF AUSTRALIA, Australia
GALVANIZERS ASSOCIATION OF INDONESIA, Indonesia
GALVANIZERS ASSOCIATION OF HONG KONG, China
GALVANIZERS ASSOCIATION OF MALAYSIA, Malaysia
GALVANIZING ASSOCIATION OF NEW ZEALAND, New Zealand
GALVAZINC ASSOCIATION, France
HOT-DIP GALVANIZERS ASSOCIATION OF SOUTHERN AFRICA, South Africa
HUNGARIAN HOT-DIP GALVANISING ASSOCIATION, Hungary
INDIA LEAD ZINC DEVELOPMENT ASSOCIATION, India
INDUSTRIEVERBAND FEUERVERZINKEN e.V., Germany
INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS, Peru
INTERNATIONAL ZINC ASSOCIATION-ASIA/PACIFIC
INTERNATIONAL ZINC ASSOCIATION-EUROPE, France
INTERNATIONAL ZINC ASSOCIATION-LATIN AMERICA
INTERZINC, Canada & U.S.A.
NCP-ZINC, Russia
NORDISK FORZINKNINGFORENING, Sweden
PROGALVA, Belgium
SHANGHAI HOT-DIP GALVANIZERS ENGINEERING ASSOCIATION, P.R. China
SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA Y PETROLEO, Peru
STICHTING DOELMATIG VERZINKEN, The Netherlands
VEREINIGUNG SCHWEIZERISCHER VERZINKEREIEN, Switzerland
ZINC DEVELOPMENT ASSOCIATION, United Kingdom
ZINC FONDERIE, France
ZINKBERATUNG INGENIEURDIENSTE GmbH, Germany

OBSERVADORES

ZHUZHOU SMELTER, China

Observações

Publicado por
Associação Internacional do Zinco (IZA)
168 Avenue de Tervueren
1150 Bruxelas - Bélgica
Tel.: +32.2.7760070
Fax: +32.2.7760089
Email: email@iza.com
Internet: <http://www.iza.com>

A International Zinc Association (IZA) é uma organização internacional que representa o mundo da indústria do zinco. A missão da associação é de empreender boas iniciativas para o zinco, que incluem:

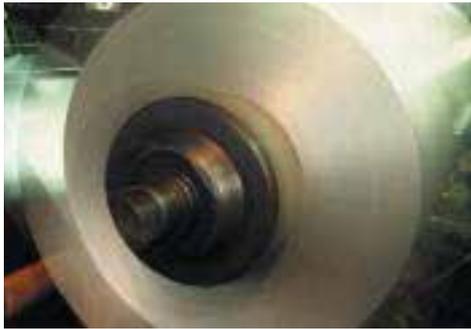
- . comunicação do valor do zinco à sociedade
- . promoção do uso do zinco
- . desenvolvimento, através da pesquisa e da comunicação, uma compreensão mais plena do papel do zinco no ambiente.

Para maiores informações sobre o zinco, a proteção contra a corrosão e a galvanização contínua, visite

www.zinc.org

Este opúsculo destina-se somente a fins de informação. A editora, International Zinc Association, tomou todos os cuidados razoáveis para assegurar a precisão das informações contidas dentro deste opúsculo, mas não assume qualquer responsabilidade por perdas ou danos surgidos de seu uso a qualquer parte, seja qual for a causa;. Esta brochura não pode ser reproduzido, no todo ou em parte, ou de qualquer maneira, seja a qual for, sem o prévio consentimento por escrito da editora.





www.zinc.org

