

## 1. Especificações e Produtos com Revestimento Metálico

GalvInfoNote

### Chapa de Aço com Revestimento de Liga de com 55% de Alumínio-Zinco

1.4

Rev 1.1 Jan 2011

### Introdução

O revestimento metálico mais amplamente utilizado para a proteção contra corrosão do aço é o zinco (galvanizado). Ele oferece uma combinação muito boa de proteção por barreira e galvânica. Seu excelente desempenho para muitas aplicações é muito bem documentado. Entretanto, na ânsia de melhorar, sempre há uma busca para encontrar produtos ainda melhores. Pesquisadores tentam continuamente desenvolver revestimentos de aço superiores que podem ser comercialmente aplicados. Com frequência, o objetivo é encontrar melhores produtos para utilização final ou ambientes específicos, como alguns produtos com resistência à corrosão superior, ou revestimento com maior conformabilidade. Estas tentativas possuem pouco sucesso na maioria das vezes, devido a um atributo de produto indesejável ou à fabricação muito cara ou difícil, mas de tempos em tempos um revestimento revolucionário é descoberto.

Um produto por processo de imersão a quente que foi desenvolvido com sucesso é a chapa de aço com revestimento de liga de 55% de alumínio-zinco. Este produto é conhecido por diversas marcas diferentes ao redor do mundo. O **Galvalume®** é o nome mais amplamente utilizado. É uma marca registrada do BIEC International Inc., e é utilizada por muitos de seus produtores licenciados, incluindo a ArcelorMittal Dofasco Inc. A Steelcase Inc. utiliza a marca ZINCALUME® para este produto, enquanto a Ternium usa **Cinalum-Galval®**. Após sua introdução em 1972, o Galvalume® foi bem recebido no mercado, em particular para a construção de telhados de metal. Hoje, a produção mundial cumulativa excede 70 milhões de toneladas, com um nível de produção anual atualmente chegando a 7 milhões de toneladas. O revestimento consiste em 55% de alumínio, 43,5% de zinco, e 1,5% de silício. A chapa de aço com este revestimento provou ser um produto excelente para revestimentos de construção de longa duração, especialmente coberturas de baixa inclinação em construções industriais. Ele tem sido amplamente aplicado como uma chapa nua (sem pintura), com o revestimento sendo diretamente exposto à atmosfera. O produto é utilizado também como um substrato para chapas pré-pintadas e esta utilização também cresceu significativamente. A especificação da ASTM para chapa de aço com revestimento de liga de 55% de Al-Zn é a A792/A792M e a versão para chapa pré-pintada está especificada em A755/A755M.

A chapa de aço com revestimento de liga Galvalume® vem apresentando um excelente desempenho por mais de 35 anos, particularmente no caso de coberturas de baixa inclinação não pintadas.

Nesta GalvInfoNote, a base para o excelente desempenho à corrosão da chapa de aço revestida com liga de 55% de alumínio-zinco é explicada. Mais informações podem ser encontradas em [www.galvalume.com/](http://www.galvalume.com/)

### Fabricação

Lembre-se que a exata composição da liga de 55% de Al-Zn é mais precisamente 55% de alumínio, 43,5% de zinco e 1,5% de silício. Ainda que o desempenho à corrosão esteja principalmente relacionado à composição e à microestrutura de um revestimento de liga de alumínio-zinco, a adição de aproximadamente 1,5% de silício é vital. O propósito do silício é controlar o crescimento de uma camada intermetálica quebradiça que, sob outras circunstâncias, se formaria durante a fabricação do produto. (*Consulte a GalvInfoNote 2.4 para uma discussão sobre uma camada intermetálica similar, porém fina, formada quando o aço é revestido com zinco utilizando o processo por imersão a quente*).

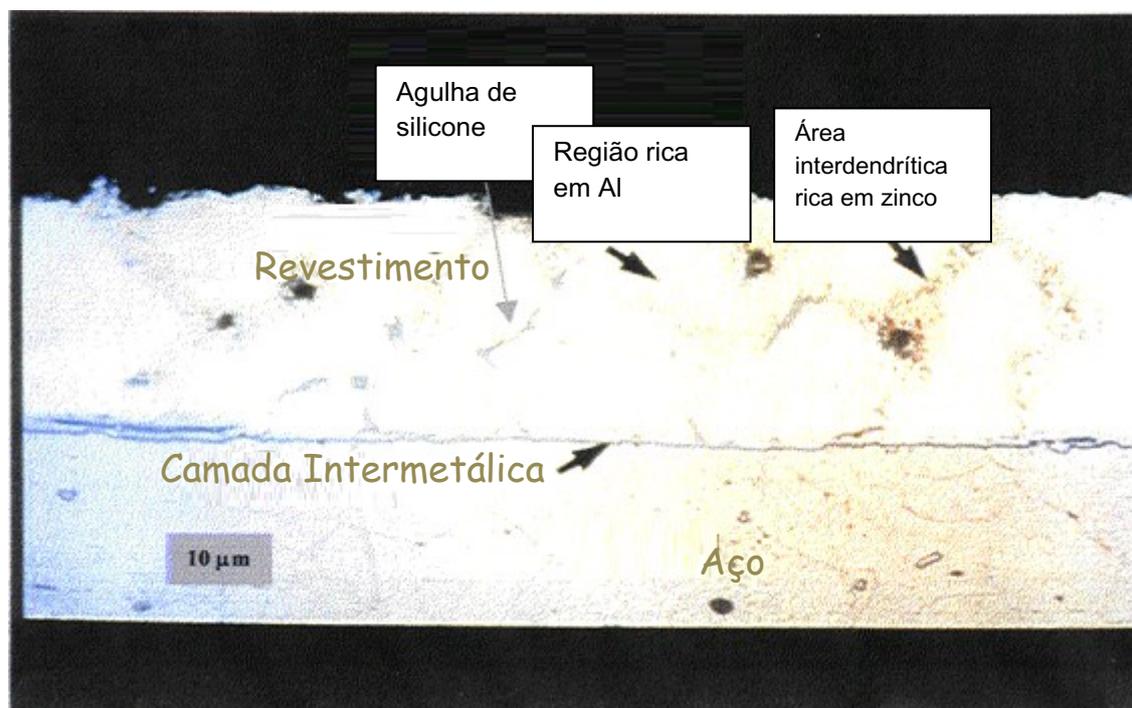
Assim como no caso de uma chapa galvanizada por processo de imersão a quente, controlar a interação entre a chapa de aço e o revestimento fundido durante o processo de fabricação é vital para atingir uma boa aderência do revestimento durante eventuais operações de conformação pelo consumidor. Todavia, a camada de liga intermetálica é dura e quebradiça e é, portanto, importante que essa camada seja mantida o mais fina possível. Este é o papel do silício no banho de 55% de Al-Zn. Ele restringe dramaticamente o crescimento da camada de liga, permitindo que o produto seja prontamente conformado após a fabricação. O silício não é adicionado para aumentar o desempenho à corrosão.

Em algumas aplicações, especialmente aquelas que envolvem estampagem profunda, a aderência do revestimento do produto recém-produzido não é tão boa quanto aquela de revestimentos galvanizados. A inibição do crescimento da camada da liga não é tão efetiva com a adição de silicone ao banho de 55% de Al-Zn como quando o alumínio é utilizado em um banho de galvanização. Por este motivo, e também devido ao comportamento de escoriação reduzido, a chapa galvanizada é comumente o produto preferido quando há estampagem profunda e deformação biaxial envolvidas. No entanto, avanços recentes na tecnologia de revestimentos, em particular a utilização de revestimentos acrílicos, permitem que a combinação de 55% de Al-Zn seja utilizada para algumas aplicações de estampagem profunda.

Chapas Galvalume® são revestidas em linhas de processamento quase idênticas às utilizadas para produzir chapas galvanizadas e que são descritas na GalvInfoNote 2.1. Em muitos casos, as linhas de produção que produzem revestimentos com 55% de Al-Zn são dedicadas a este produto, ainda que haja linhas que possam produzir dois revestimentos através da utilização de cubas duplas de galvanização intermutáveis.

## Microestrutura do Revestimento

A microestrutura do revestimento de 55% de Al-Z é mostrada na Figura 1. O revestimento tem duas fases principais em sua microestrutura. Uma fase é a fase primária dendrítica, rica em alumínio e que começa a crescer inicialmente durante a solidificação. A outra é uma região interdendrítica, rica em zinco e que se forma quando a concentração de zinco no líquido solidificante alcança um nível alto. A origem destas fases é explicada com relação ao diagrama de fase de alumínio-zinco, que não faz parte do escopo desta GalvInfoNote. Esta microestrutura, de dendritos ricos em alumínio e uma rede de áreas interdendríticas ricas em zinco, é essencial para obter a resistência à corrosão necessária. Outras fases na microestrutura do revestimento incluem pequenas agulhas discretas de silício e a camada intermetálica na interface do revestimento e do aço.



**Figura 1: Microestrutura de Revestimento de 55% de Al-Zn (observe as áreas interdendríticas ricas em zinco)**

O revestimento depende de um extenso labirinto de regiões ricas em zinco por toda a microestrutura para aperfeiçoar o desempenho anticorrosão. Este labirinto é formado durante a seção de resfriamento pós-imersão.

## Resistencia à Corrosão

A tabela 1 contém dados de desempenho de corrosão, comparando o desempenho de revestimentos de 55% de Al-Zn com revestimentos galvanizados. Os dados indicam que o desempenho de revestimentos de 55% de Al-Zn é superior quando comparado a revestimentos galvanizados em todos os 3 tipos de ambientes – marinho, industrial e rural.

**Tabela 1: Razões do Índice Médio de Corrosão de Revestimentos de 55% de Al-Zn e Galvanizados<sup>3</sup>**

Local	Razão do Índice Médio de Corrosão 55% de Al-Zn: Galvanizado*
Kure Beach, NC 25-metros (Marinho Severo)	3,8
Kure Beach, NC 250-meters (Marinho Moderado)	8,2
Bethlehem, PA (Industrial)	6,4
Saylorsburg, PA (Rural)	18,7

\*O índice aponta a melhoria relativa do revestimento com 55% de Al-Zn quando comparado ao galvanizado para revestimentos com aproximadamente a mesma espessura (G90 [Z275] galvanizado e AZ50 [AZM150] Galvalume®). Nota: visto que a densidade do revestimento de 55% de Al-Zn é muito mais baixa que a do revestimento galvanizado, revestimentos com a mesma espessura (20 µm) são muito mais leves para 55% de Al-Zn(150 g/m ) do que para galvanizado (275 g/m ).

Hoje, a estrutura dendrítica única do revestimento de liga é amplamente reconhecida como a razão principal para a melhoria de resistência à corrosão do revestimento de 55% de Al-Zn. Ao ser exposta ao ambiente, a área rica em zinco corrói primeiro. Visto que essas áreas estão localizadas em um labirinto de regiões interdendríticas no revestimento, os produtos de corrosão tendem a preencher os interstícios interdendríticos e a taxa de corrosão diminui<sup>4</sup>. Isso leva a um índice de corrosão com uma curva mais achatada e parabólica na maioria dos ambientes. Isso contrasta com o comportamento linear, típico do galvanizado.

A corrosão do revestimento de 55% de Al-Zn não é, portanto, um processo de diminuição uniforme de um revestimento galvanizado. Durante os estágios iniciais da vida do produto, os dendritos ricos em alumínio são pouco afetados na maioria dos ambientes. De certo modo, os dendritos ricos em alumínio se apresentam como um revestimento de barreira, enquanto as áreas ricas em zinco fornecem a proteção galvânica que é necessária para minimizar a tendência de manchas de ferrugem nos cantos cisalhados e outras áreas de aço exposto.

As designações de revestimento mais comuns para produtos com 55% de Al-Zn a serem utilizados em ambientes externos são AZ50 [AZM150], AZ55 [AZM165] e AZ60 [AZM180], conforme descrito na Especificação ASTM A792/A792M. O revestimento AZ50 [AZM150] é aproximadamente tão espesso quanto o revestimento galvanizado G90 [Z275]. O produto também é utilizado para canos de aço corrugados com um revestimento de AZ70 [AZM210], conforme descrito em A929/A929M. Além do mais, ele está especificado para utilização como armação de aço moldado a frio em A1003/A1003M e com uma designação de revestimento de AZ50 [AZM150].

Consulte a GalvInfoNote 1.1, páginas 6 e 7, para uma explicação completa sobre estas designações de revestimento e como elas estão relacionadas à espessura do revestimento.

Há duas exceções notáveis para a melhoria no desempenho à corrosão de chapas com revestimento de 55% de Al-Zn quando comparadas a chapas galvanizadas.

1. Talvez, a exceção mais importante seja o desempenho em construções para confinamento de suínos, gado e aves. Construções que abrigam essas atividades agrícolas intensas apresentam problemas para chapas com revestimento de liga de 55% de Al-Zn. As construções podem gerar subprodutos de decomposição de resíduos, que podem ser extremamente agressivos a este revestimento, criando problemas de corrosão significativos<sup>5</sup>. Alguns produtores<sup>5, 6</sup> não recomendam e nem garantem a utilização de chapas com revestimento de liga de 55% de Al-Zn em construções para confinamento de animais.
2. Chapas de revestimento de liga de 55% de Al-Zn sem pintura não devem ter contato direto com concreto molhado. O alto teor de alcalinidade do concreto ataca rapidamente o alumínio, fazendo com que o revestimento fique poroso e propenso à corrosão<sup>6,7</sup>. O produto pode ser utilizado sobre concreto endurecido e curado.

## Resistência à Alta Temperatura

Devido ao alto teor de alumínio contido no revestimento de 55% de Al-Zn, a chapa pode resistir a temperaturas na superfície de até 750 F [400 C] sem descoloração, e até 1200 F [650 C] sem oxidação grave e escamação.

## Resumo

Foi comprovado que a composição da liga de alumínio-zinco utilizada em revestimentos de 55% de Al-Zn dura de duas a quatro vezes mais que o aço galvanizado, dependendo do ambiente. Painéis de construção fabricados com chapas de aço revestidos com liga de 55% de Al-Zn terão muitos anos de serviços sem problemas quando devidamente projetados, instalados e mantidos.

### Referências:

1. ZAC Insider, May 2005, Issue Twenty-Four
2. A. Humayun, The Basics of 55% Al-Zn Coated Sheet's Legendary Performance, National Conference on Coil Coating and Continuous Sheet Galvanizing, New Delhi, India, Sept. 10-11, 1997.
3. H. E. Townsend and A. R. Borzillo, 55% Al-Zn Alloy Coated Sheet Steel: The Versatile, Long Lasting Building Panel Steel, 5<sup>th</sup> International Conference on Zinc Coated Sheet Steel, Birmingham, England 1997.
4. H.J. Cleary, The Microstructure and Corrosion Resistance of 55% Al-Zn Coatings on Steel Sheet, 16<sup>th</sup> Annual Technical Meeting of the International Metallographic Society, July, 1983.
5. Technical Bulletin #8, Steelscape, Inc., 1999 [www.steelscape.com/products/](http://www.steelscape.com/products/)
6. Technical Bulletin TP 2005.2, U.S. Steel, [www.uss.com/corp/construction/bulletins/](http://www.uss.com/corp/construction/bulletins/)
7. Spec Data Sheet, 1995, NAMZAC

Copyright® 2011 - IZA

---

### Isenção de Responsabilidade:

Artigos, relatórios de pesquisas e dados técnicos são fornecidos apenas para fins informativos. Embora os editores esforcem-se para fornecer informações precisas e atuais, a Associação Internacional do Zinco não abona os resultados das pesquisas e informações relatadas neste comunicado e se isenta de toda e qualquer responsabilidade por danos resultantes da confiança nos resultados relatados ou outras informações contidas neste comunicado, incluindo, mas não limitando a, danos acidentais ou consequentes.