

## Galvanização por Imersão a Quente em Produtos Tubulares

### Apresentação

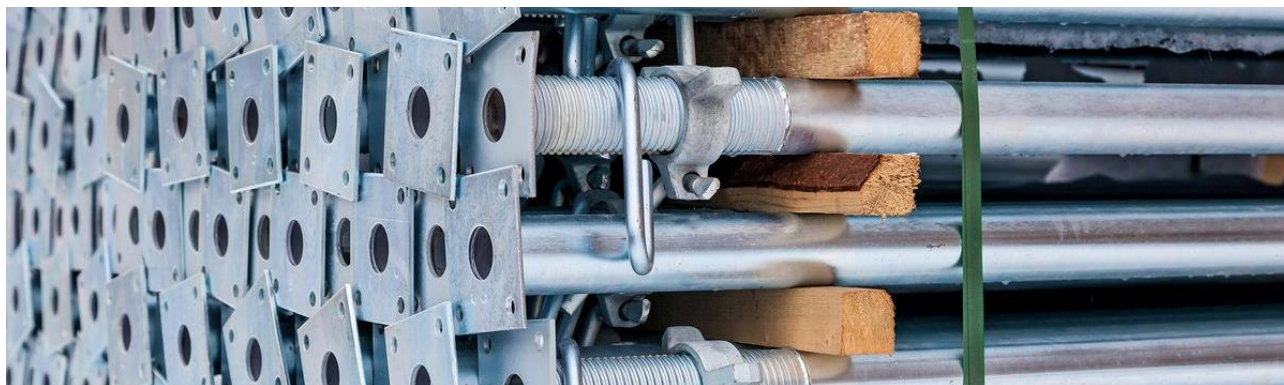
A galvanização por imersão a quente, sendo o revestimento do ferro ou aço com zinco, é possivelmente o processo mais ecológico de prevenção contra a corrosão. Estima-se que os custos com corrosão representem cerca de 4% do PIB das nações industrializadas, percentual que tende a ser maior na economia dos países emergentes.

A galvanização é o uso eficiente do zinco para proteger o aço por longos períodos, sendo o zinco o elemento natural responsável pela resistência à corrosão e indispensável para os seres humanos, animais e plantas.

No processo de galvanização, as estruturas de ferro ou aço são mergulhadas em um banho contendo zinco fundido. A galvanização permite a reutilização de todos os resíduos gerados no processo.



A resistência da galvanização à corrosão atmosférica depende de uma camada protetora formada na superfície do zinco. Quando o aço é retirado do banho de galvanização, o zinco possui uma superfície brilhante ou menos brilhante, pois isso está diretamente ligado a composição química do aço. Com o tempo, ela passa a ficar mais acinzentada, pois a superfície reage com o oxigênio, a água e o dióxido de carbono presentes na atmosfera, formando uma película protetora complexa, mas forte e estável, que adere com firmeza ao zinco.

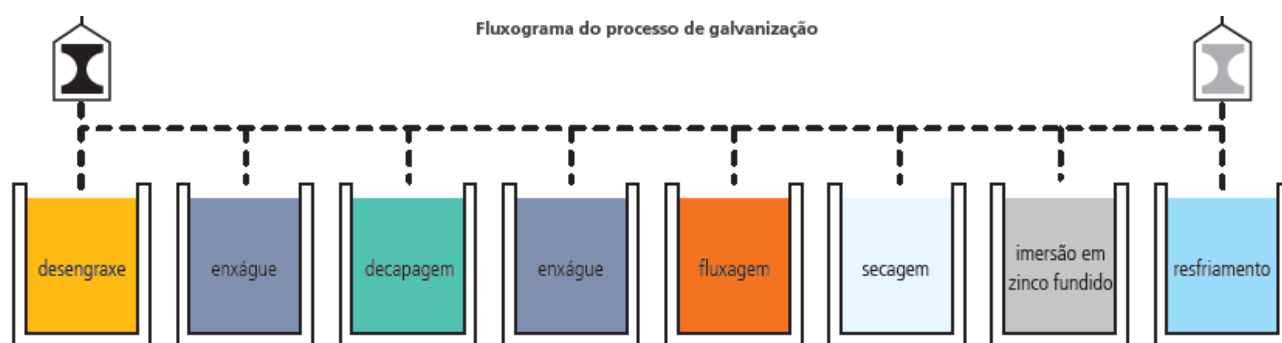


## Processo por Imersão a Quente

A galvanização só ocorrerá em uma superfície quimicamente limpa. Por isso, a maior parte do trabalho de preparação é feita tendo esse objetivo em mente. Em comum com a maioria dos processos de revestimento, o segredo em conseguir um resultado de boa qualidade está na preparação da superfície. É essencial que ela esteja livre de graxa, sujeira e incrustações antes da galvanização.

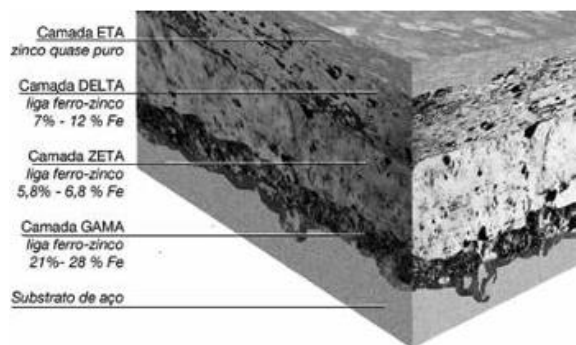
Esses tipos de contaminação são removidos através de uma variedade de processos. A prática comum é retirar a graxa utilizando uma solução desengraxante alcalina ou ácida, na qual o material será mergulhado. A peça é então lavada em água fria e imersa em ácido hidroclorídrico à temperatura ambiente (decapagem), para remover a oxidação e incrustações de usinagem. Resíduos de soldagem, tinta e graxa pesada não serão removidos nessas etapas de limpeza.

Após a etapa de enxágue, as peças passarão por imersão em uma solução de fluxo composta geralmente de 30% de cloreto de amônia e de zinco entre 65°C e 80°C. A etapa de fluxagem remove os últimos resquícios de óxido da superfície e permite uma melhor interação metalúrgica entre o zinco fundido e o aço.



## Revestimento / Espessura

Quando a reação entre o ferro e o zinco estiver praticamente encerrada e a peça for retirada da cuba de galvanização completa com seu revestimento externo de zinco puro, o processo estará finalizado.



| Material                  | Massa Mínima por unidade de área (g/m²) |                    | Espessura mínima equivalente do revestimento (µm) |                    |
|---------------------------|-----------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|--------------------|
|                           | Amostra individual                      | Média das amostras | Amostra individual                                | Média das amostras |
| Fundidos                  | 450                                     | 4500               | 63                                                | 70                 |
| Conformados mecanicamente |                                         |                    |                                                   |                    |
| Espessuras (e):           |                                         |                    |                                                   |                    |
| e < 2,0mm                 | 300                                     | 350                | 42                                                | 49                 |
| 2,0mm e < 4,0mm           | 350                                     | 400                | 49                                                | 56                 |
| 4,0mm e < 6,0mm           | 450                                     | 500                | 63                                                | 70                 |
| e ≥ 6,0mm                 | 530                                     | 600                | 74                                                | 84                 |
| Roscados:                 |                                         |                    |                                                   |                    |
| 9,5mm                     | 305                                     | 380                | 43                                                | 53                 |
| < 9,5mm                   | 260                                     | 305                | 37                                                | 42                 |

## Influência da Composição Química do Material na Galvanização

A composição química do material a ser galvanizado tem total influência no aspecto final. De acordo com os valores de cada elemento químico os aspectos podem ser observados no:

- Acabamento das peças, que podem apresentar rajados, manchas claras ou escuras, aspereza e tonalidades que vão variar entre tons brilhantes ou foscos. Ou seja, não é possível determinar exatamente como ficará o acabamento do produto galvanizado até que ele saia do tanque de galvanização.
- Nível de camada também pode sofrer variações em função da composição química, pois a ligação metálica acontece entre o elemento Ferro (Fe) e o Zinco (Zn), e isso é controlado através do processo, com: os níveis dos banhos, limpeza das peças, temperatura do tanque e tempo de exposição.

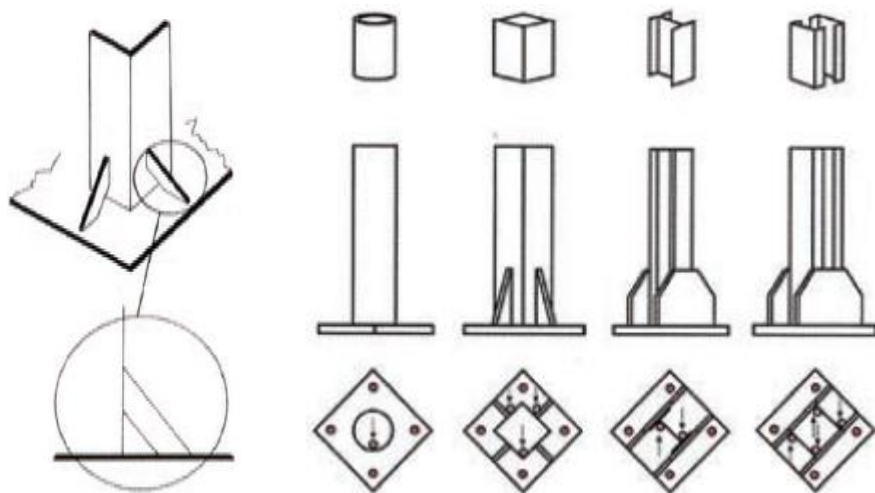
Portanto, para cada composição química dos materiais galvanizados, pode-se assumir uma qualidade de acabamento e camada diferentes.

## Influência da Geometria do Material na Galvanização

A geometria e processos de fabricação dos produtos que serão galvanizados também são variáveis extremamente importantes na qualidade final da galvanização.

Os aspectos geométricos têm muita influência, principalmente no nível da espessura da camada. Regiões com muitas dobras, quinas e cantos vivos tendem a ter menos camada, pois, a ligação química pode demorar a ocorrer nesses locais. Além disso, o posicionamento geral de dessas áreas durante a galvanização pode gerar acúmulos de borras de zinco, e consequentemente necessitará em maior tempo de acabamento após a galvanização.

As questões como: soldagem, dobraduras, furos e tubos, também tem ligação direta com o acabamento da galvanização, pois, o nível de exposição dentro do tanque de galvanização muda em função dessas partes e posições, podendo aumentar ou diminuir a espessura da camada, bem como, gerar pontos de acúmulo ou mesmo falta de galvanização.



### EXEMPLO:

- Cantos soldados (área de quinas e arestas);
- Furos e superfícies soldadas (pontos de acúmulo de zinco);

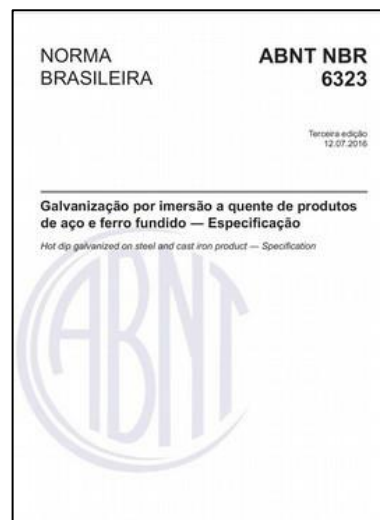
## Vantagens e Desvantagens da Galvanização a Quente

| VANTAGENS                                                           | DESVANTAGES                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alto nível de proteção do aço                                       | Falta de padronização de coloração no acabamento                                                                                                    |
| Baixo incidência ou quase nula de manutenção                        | Manutenção mais técnica do que pintura comum                                                                                                        |
| Pode-se aplicar pintura industrial por cima da galvanização         | Em reparos que necessitam de soldagem do material, a camada de galvanização impede uma boa qualidade da solda                                       |
| Camada de proteção maior do que pintura industrial                  | Em caso de necessidade de regalvanização de produtos, devem passar por processo de decapagem para receber nova camada de zinco (processo mais caro) |
| Proteção catódica                                                   |                                                                                                                                                     |
| Durabilidade e vida útil elevada de produtos metálicos galvanizados |                                                                                                                                                     |

## Padrões e Normas Técnicas

A especificação básica para revestimentos galvanizados por imersão a quente em artigos de ferro e aço foi definida através da norma **ABNT NBR 6323 “Galvanização de Produtos de Aço ou Ferro Fundido – Especificação”**.

Essa norma determina questões importantes, como: espessura de camada em função da composição química do material e suas dimensões, critérios de aceitação e reprovação, critério de avaliação da geometria e fabricação de produtos industriais para galvanização, situações de reparos e ajustes.



Com base em todas as informações apresentadas, o processo de galvanização por imersão a quente tem aplicação ampla, porém restrita, sendo extremamente viável em produtos em que a durabilidade e acabamento sólido são necessidades básicas. Além disso, a galvanização por imersão a quente apresenta custos adequados a quase todos os tipos de indústrias, em que materiais podem ser aplicados diretamente como: ambientes rurais, urbanos, marinho temperado e tropical, e claro, industrial.



**Fontes:** Norma ABNT 6323, e Guia de Galvanização por Imersão a Quente (ICZ – Instituto de Metais Ferrosos)