

**GALVANIZAÇÃO POR IMERSÃO A QUENTE PARA**  
**DESIGNS**  
**SUSTENTÁVEIS**

# Sumário

<b>Introdução</b> .....	1
<b>O que é desenvolvimento sustentável?</b> .....	2
Inventário do Ciclo de Vida (LCI) e Avaliação do Ciclo de Vida (LCA).....	3
Liderança em Energia e Design Ambiental (LEED®).....	4
Galvanização por imersão a quente (HDG) e LEED®.....	5
<b>O que é o zinco?</b> .....	6
<b>O que é galvanização por imersão a quente?</b> .....	7
<b>Desempenho ambiental</b> .....	8
Visão geral do LCI e da LCA.....	9
Estudo de LCI.....	10
Aço.....	10
Zinco.....	11
HDG.....	12
Fase de Produção da LCA.....	13
Fase de Uso da LCA.....	13
Fase de Fim de vida útil da LCA.....	14
LCA Completo.....	14
Galvanização vs. Pintura na LCA.....	15
Estudo de Caso: Varanda.....	16
Estudo de Caso: Estacionamento.....	18
<b>Desempenho econômico</b> .....	19
Custo inicial.....	20
Custo do Ciclo de vida(LCC).....	19
Galvanização vs. Pintura no LCC.....	19
Estudo de Caso: Varanda.....	20
Estudo de Caso: Estacionamento.....	22
<b>Desempenho social</b> .....	23
<b>Resumo</b> .....	24





Galvanização por imersão a quente para

# Designs

# Sustentáveis

A Revolução Industrial dominou os séculos XVIII e muitos alegam que no século XX nasceu a revolução tecnológica. Considerando todos os avanços mundiais dos últimos 300 anos, é possível se perguntar que tipo de progresso nascerá no século XXI. Se a primeira década serve de indicação, a próxima revolução será o desenvolvimento sustentável.

Desenvolvimento sustentável, LEED®, e verde/ecológico não são apenas palavras da moda para arquitetos, engenheiros, construtores e especificadores. Sejam os efeitos de regras e regulamentações mais rígidas, o lento esgotamento de materiais, ou decisões éticas conscientes, a construção e o design sustentável se tornaram prioridades muito importantes. A utilização do aço, que vem sendo um componente essencial de construções modernas desde a Revolução Industrial, em estruturas ao redor do mundo pode contribuir positivamente com o desenvolvimento sustentável. No entanto, quando o aço fica desprotegido, ele pode sofrer corrosão; portanto, para uma sustentabilidade real, o aço deve ser revestido para aumentar sua durabilidade. A galvanização por imersão a quente, o processo de ligação metalúrgica entre o zinco e o aço, vem sendo utilizado para proteger o aço por mais de 150 anos, proporcionando proteção contra corrosão, sem trabalhos de manutenção, por décadas. Após 300 anos de crescimento e desenvolvimento,

uma revolução em desenvolvimento sustentável que faça uso de aço galvanizado por imersão a quente garantirá que o planeta tenha muito mais séculos de crescimento e desenvolvimento seguros e saudáveis.

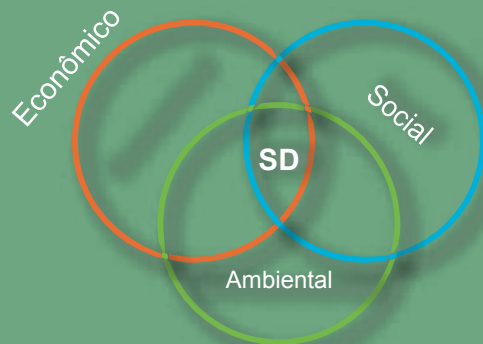
À medida que a consciência ambiental aumenta, também cresce o número de abordagens falsas ou enganosas de marketing verde, conhecidas como "lavagem verde", criando-se a necessidade de educar especificadores e consumidores sobre como diferenciar o verdadeiro desenvolvimento sustentável de abordagens falsas. "Lavagem verde" é o ato de ludibriar consumidores sobre as práticas ambientais de uma empresa ou sobre os benefícios ambientais de um produto ou serviço<sup>1</sup>. A finalidade desta publicação é quantificar e estabelecer como o aço galvanizado por imersão a quente pode contribuir positivamente com o desenvolvimento sustentável.



## O que é desenvolvimento sustentável?

Desenvolvimento sustentável (SD) é o compromisso social, econômico e ambiental com crescimento e desenvolvimento que atendam às necessidades atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações para atender às suas necessidades. A criação de comunidades, países e de um planeta mais sustentável é algo pertinente, e os desenvolvedores dos ambientes de construção (arquitetos, engenheiros, fornecedores de materiais etc.) compartilham uma parte substancial da responsabilidade pela proteção dos interesses da geração atual e das futuras.

Especificadores utilizam uma série de métodos de avaliação de impacto ambiental para medir o nível de sustentabilidade de determinado processo ou produto; no entanto, muitos métodos são altamente subjetivos. Fatores considerados nas avaliações podem variar, desde itens concretos, como emissões de carbono e uso de energia, até itens mais abstratos, como cursos de treinamento e iniciativas de reciclagem. Dois métodos para medir sustentabilidade bastante conhecidos e aceitos são a combinação do inventário do ciclo de vida (LCI)/avaliação do ciclo de vida (LCA) e a Liderança em Energia e Design Ambiental do Conselho Americano de Construção Verde (LEED®).



“...os desenvolvedores dos ambientes de construção compartilham uma parte substancial da responsabilidade pela proteção dos interesses da geração atual e das futuras.”



## INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (LCI) E AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (LCA)

Um método de medição de impacto ambiental conhecido e utilizado no mercado é a combinação do inventário do ciclo de vida (LCI) e da avaliação do ciclo de vida (LCA). O LCI e a LCA trabalham em conjunto para quantificar fluxos de materiais, fluxos de energia e impactos ambientais de um determinado produto. Um estudo de inventário do ciclo de vida (LCI) possibilita a medição dos fluxos de materiais, fluxos de energia e liberação de resíduos no ambiente da produção de uma quantidade definida de um determinado produto. O LCI também é conhecido como estudo do "berço ao portão" ou "portão ao portão" e é

a base para a elaboração da LCA. A avaliação do ciclo de vida (LCA) é um método científico padronizado para a análise sistemática de todos os fluxos de materiais e energia, assim como dos impactos ambientais atribuídos a um produto, desde a aquisição das matérias-primas até processos relacionados ao fim de vida útil do produto. A LCA é considerada uma análise completa (do berço ao caixão) do verdadeiro impacto ambiental de um determinado produto.

A LCA possui quatro fases: objetivo e escopo, inventário de ciclo de vida, avaliação do impacto do ciclo de vida e interpretação. Esta publicação analisará cada uma delas em detalhes no tocante ao aço galvanizado por imersão a quente.

**Desenvolvimento sustentável (SD)** é o compromisso social, econômico e ambiental com crescimento e desenvolvimento que atendam às necessidades atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações para atender às suas necessidades.

**O inventário do ciclo de vida (LCI)** é um estudo e medição dos fluxos de materiais, fluxos de energia e liberação de resíduos no ambiente da produção de uma quantidade definida de um determinado produto.

**A avaliação do ciclo de vida (LCA)** é um método científico padronizado para a análise sistemática de TODOS os fluxos de materiais e energia, assim como dos impactos ambientais atribuídos a um produto, desde a aquisição das matérias-primas até processos relacionados ao fim de vida útil do produto.

**Liderança em Energia e Design Ambiental (LEED®)** é um programa de certificação independente e referência aceita nacionalmente para o design, construção e funcionamento de edifícios ecológicos de alto desempenho.



## Liderança em Energia e Design Ambiental (LEED®)

LEED® é a referência aceita nacionalmente para o design, construção e funcionamento de edifícios ecológicos de alto desempenho. LEED® promove uma abordagem do edifício por completo no tocante à sustentabilidade, avaliando seu desempenho em cinco áreas principais de saúde humana e impactos ambientais: (1)desenvolvimento sustentável do local; (2)eficiência no uso de água; (3)energia e atmosfera; (4)materiais e recursos; e (5)qualidade ambiental interna.

A seleção de materiais de construção é somente um pequeno aspecto da LEED®, mas a LEED® ainda é o sistema mais conhecido de medição de sustentabilidade da área. Porém, críticos frequentemente apontam que a LEED® utiliza um formato relativamente simplista para medir o caráter verde/ecológico de determinado produto e que ela possui uma brecha para que edifícios não ecológicos consigam uma classificação alta. O ponto referente ao formato simplista gira em torno do fato de que a

LEED® oferece créditos para materiais reciclados utilizados, consumo de energia e impacto na qualidade do ar da vida útil de um produto, mas características relacionadas ao fim de vida útil, como potencial para reciclagem, não são considerados. Embora o consumo de energia e o impacto ambiental de um edifício durante sua produção/construção e uso sejam importantes, o que acontece com um edifício ao fim de sua vida útil também pode causar impactos significativos.

Provavelmente, o mais frustrante seja a brecha no sistema de créditos. Profissionais da indústria que possuem uma certificação LEED® não significa necessariamente que eles propaguem um desenvolvimento sustentável. Devido ao fato de que cada crédito LEED® tenha o mesmo peso (1 ponto), é possível conseguir créditos suficientes para obter uma classificação LEED® alta sem ter obtido nenhum ponto referente à eficiência em energia. Críticos alegam que esta brecha permite que alguns burlam o sistema de classificação, recebendo prêmios por serem "ecológicos", quando, na verdade, o desempenho ambiental do edifício é deficiente. Independentemente destas alegações, a LEED® ainda é um sistema de classificação útil, que proporciona uma contribuição positiva para o avanço do desenvolvimento sustentável.



## Galvanização por imersão a quente e LEED<sup>®</sup>

Já que a LEED<sup>®</sup> é o método mais comum para medir o nível de sustentabilidade, especificadores frequentemente se perguntam se o aço galvanizado por imersão a quente pode contribuir com créditos. A categoria de *Materiais e Recursos de crédito 4: Conteúdo Reciclado* concentra especificamente no aumento do uso de produtos de construção com alto nível de conteúdos reciclados, reduzindo os impactos causados pela extração e processamento de metais brutos e minérios. As duas principais substâncias do aço galvanizado por imersão a quente (aço e zinco) possuem altos índices de reciclagem e reaproveitamento. O índice de reciclagem, que é fatorado na classificação LEED<sup>®</sup>, considera qual a porcentagem de determinado produto gerada a partir de fontes recicladas. O índice de aproveitamento, que mede a periodicidade de reciclagem que de fato acontece ao fim da vida útil de determinado produto, atualmente não é utilizado na classificação LEED<sup>®</sup>, mas é um indicador ambiental importante a ser considerado (*Figura 1*).

Devido a seus altos índices de reciclagem, o aço galvanizado por imersão a quente contribui com pontos de acordo com os itens 4.1 e 4.2 da categoria de *Materiais e Recursos de crédito 4: Conteúdo Reciclado*. A LEED<sup>®</sup> exige os seguintes itens para a concessão de pontos nestas categorias<sup>2</sup>:

- Crédito 4.1 (1 ponto) "Utilizar materiais com conteúdos reciclados, de tal forma que a soma do conteúdo reciclado pós-consumo mais metade do conteúdo pré-consumo constitua ao menos 10% do valor total dos materiais utilizados no projeto".
- Crédito 4.2 (1 ponto) "Utilizar materiais com conteúdos reciclados, de tal forma que a soma do conteúdo reciclado pós-consumo mais metade do conteúdo pré-consumo constitua ao menos 10% a mais que no caso do Crédito 4.1 (total de, pelo menos, 20%) do valor total dos materiais utilizados no projeto".

	Zinco <sup>a</sup>	Aço <sup>b</sup>
Índice de Reciclagem	30%	70%
Índice pré-consumo	14.6%	56.9%
Índice pós-consumo	15.6%	31.4%
Índice de Reaproveitamento	80%	100%

<sup>a</sup> Associação Internacional do Zinco (IZA), Zinc Recycling, 2004.  
<sup>b</sup> Steel Recycling Institute, Steel Takes LEED<sup>®</sup> with Recycled Content, March 2009.

Figura 1

O conteúdo reciclado de um conjunto de materiais é determinado pelo peso, e a parte reciclada é depois multiplicada pelo custo do conjunto de materiais para determinar o valor do conteúdo reciclado. O aço galvanizado por imersão a quente é o material e o produto de construção (o zinco reage metalurgicamente com o ferro do aço, tornando - se um único produto); portanto, o valor do aço enquanto produto de construção é diretamente multiplicado pelo conteúdo reciclado de aço galvanizado por imersão a quente.

Com mais de 70% de conteúdo reciclado combinado, o aço galvanizado por imersão a quente facilmente atende às exigências dos Créditos 4.1 e 4.2 da categoria de *Materiais e Recursos de crédito 4: Conteúdo Reciclado*, contribuindo com pontos para os dois créditos.



## O que é o zinco?

Antes de examinarmos o impacto do aço galvanizado por imersão a quente no ambiente, é importante conhecer o componente principal do revestimento galvanizado por imersão a quente - o zinco. O zinco é um metal de propriedades positivas, que pode ser infinitamente reciclado sem qualquer atributo físico ou químico. Natural, essencial e em abundância, cerca de 30% do fornecimento anual de zinco advém de fontes recicladas, e 80% do zinco que pode ser reciclado é reaproveitado.

O zinco é o 27º elemento mais abundante na crosta terrestre e existe naturalmente no ar, na água e no solo. A maioria das rochas e diversos minerais contêm zinco, em quantidades variadas. Aproximadamente 5,8 toneladas de zinco são transportadas naturalmente no meio ambiente por ano, por plantas e animais, chuvas, fenômenos naturais e outras atividades. Durante o curso da evolução, todos os organismos vivos se adaptaram à presença de zinco no ambiente, passando a utilizá-lo em processos metabólicos específicos. A quantidade de zinco presente na natureza varia de acordo com o local e as estações do ano.

O zinco também é essencial para a vida dos seres humanos, e até mesmo para a vida dos menores micro-organismos. O zinco ajuda na digestão, reprodução, funcionamento dos

rins, respiração, controle de diabetes, paladar, olfato e muitas outras funções. Embora o excesso de zinco possa ser prejudicial, a deficiência de zinco é uma preocupação muito maior. A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 800.000 pessoas em países em desenvolvimento morram a cada ano devido à falta de zinco em suas dietas.

O zinco é comum no cotidiano; na verdade, óxidos de zinco e outros compostos são utilizados em diversos produtos para nossos lares. O óxido de zinco bloqueia mais raios UV que qualquer outro elemento, sendo muito comum em protetores solares. O zinco também é utilizado em cosméticos, pneus, tratamento de queimaduras de sol, assaduras, acne, resfriados, aftas, caspa, resfriados comuns, queimaduras, entre outros tipos de afecções. Além disso, um dos usos mais antigos e comuns do zinco é na construção civil.

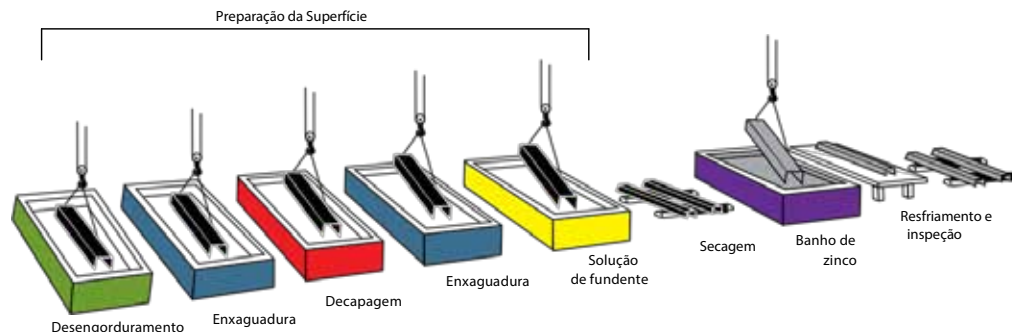
O zinco vem sendo utilizado em construções por mais de 150 anos para proteger o aço contra corrosão. O zinco é mais utilizado em construções como um revestimento de proteção no processo de galvanização por imersão a quente, ou em outras formas de revestimento de zinco. No entanto, na Europa, e mais recentemente nos EUA, lâminas de zinco puro vem sendo utilizadas em sistemas de cobertura e de painéis.





## O que é galvanização por imersão a quente?

A galvanização por imersão a quente (HDG) é o processo de revestimento de aço manufaturado por meio de sua imersão em um banho de zinco fundido. Existem três etapas fundamentais no processo de galvanização por imersão a quente: preparação da superfície, galvanização e inspeção (*Figura 2*).



*Figura 2*

### Preparação da Superfície

Quando o aço manufaturado chega às instalações de galvanização, ele é pendurado por fios ou colocado em um sistema de bandejas/prateleiras que podem ser levantadas e movidas através do processo por guindastes suspensos. Em seguida, o aço passa por uma série de etapas de limpeza: desengorduramento, decapagem e fluxagem. O desengorduramento remove sujeira, óleo e resíduos orgânicos, enquanto que o banho ácido de decapagem remove carepas de laminação e óxido de ferro. A última etapa de preparação da superfície, a fluxagem, remove óxidos remanescentes, revestindo o aço com uma camada protetora para evitar formações de óxidos antes do processo de galvanização. Uma preparação adequada da superfície é essencial, já que o zinco não reage com aço impuro.

### Galvanização

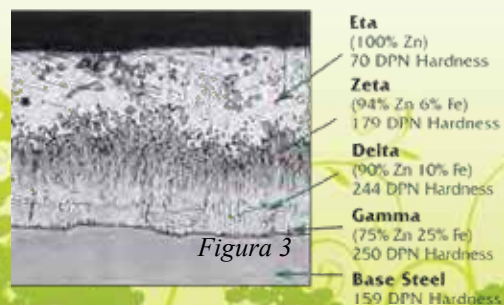
Após a preparação da superfície, o aço é mergulhado num banho de, ao menos, 98% de zinco fundido (a uma temperatura de 450°C). O aço descende na cuba, num ângulo que permita que o ar escape pelos corpos tubulares ou outros bolsões e que o zinco circule por todos os lados da peça. Enquanto em imersão na caldeira, o ferro do aço reage metalurgicamente com o zinco, formando uma série de camadas intermetálicas de zinco-ferro e uma camada externa de zinco puro.

### Inspeção

A etapa final é a inspeção do revestimento. É possível alcançar uma confirmação bastante precisa da qualidade do revestimento por meio de uma

inspeção visual, já que o zinco não reage com aço impuro, o que deixaria uma área sem revestimento. Além disso, a medição de magnética de espessura pode ser utilizada para verificar se a espessura do revestimento está em conformidade com as exigências especificadas.

A galvanização por imersão a quente proporciona uma série de benefícios ao aço protegido. As camadas de liga zinco-ferro ligadas metalurgicamente não só geram uma barreira entre o aço e o ambiente, mas também protegem o aço de maneira catódica. A proteção catódica proporcionada pelo zinco significa que o revestimento galvanizado se sacrifica para proteger o aço abaixo contra corrosão. O revestimento é bastante aderente, com uma capacidade de aderência de 3.600psi, além de ser extremamente resistente a esmerilhamentos, devido ao fato de que as camadas intermetálicas são mais rígidas que o aço de base (*Figura 3*). Entretanto, mesmo se o revestimento fosse danificado, a ação de sacrifício do zinco protegeria o aço exposto com até ¼ de polegada de distância.



*Figura 3*

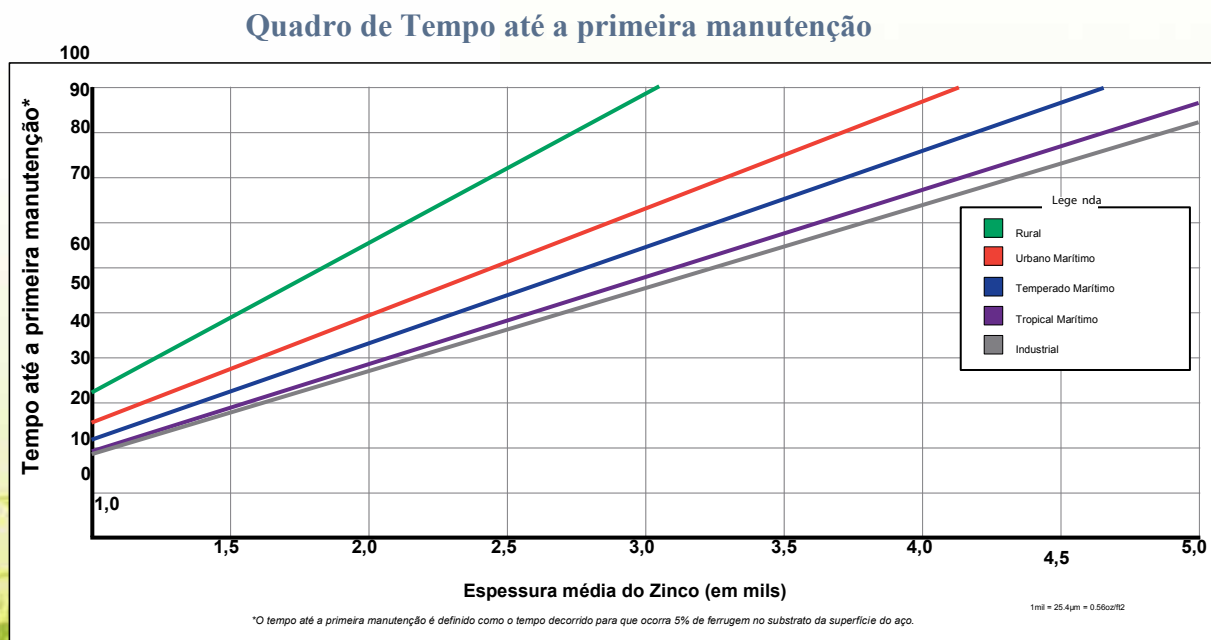
Além da proteção catódica proporcionada pela galvanização por imersão a quente, existem outras características do revestimento que proporcionam longevidade. Primeiramente, a reação que ocorre na cuba de galvanização é um processo de difusão, o que significa que o revestimento cresce perpendicularmente à superfície, assegurando que todos os cantos e arestas possuam a mesma espessura de revestimento que as áreas planas. Além disso, a imersão completa no banho de zinco proporciona cobertura total do aço, incluindo o interior de estruturas ocas. Finalmente, o revestimento de zinco naturalmente desenvolve uma camada impermeável de produtos anticorrosão na superfície, o que é conhecido como pátina de zinco. O revestimento completo, com proteção catódica e pátina de zinco, além de todos os outros benefícios, proporciona ao aço galvanizado por imersão a quente um tempo de serviço maior e livre de manutenção. O tempo para execução de uma primeira manutenção no aço galvanizado por imersão a quente pode ser visto na *Figura 4*.

## Desempenho Ambiental do Aço Galvanizado por Imersão a Quente

Em 2008, a Associação Internacional do Zinco (IZA) patrocinou um estudo do inventário do ciclo de vida (LCI) e da avaliação do ciclo de vida (LCA) do aço

galvanizado por imersão a quente. A IZA contratou a Five Winds International e a PE International, duas empresas do ramo ambiental renomadas internacionalmente, para executar o estudo. A Five Winds e a PE International coletaram dados mundiais sobre galvanização da Associação Americana de Galvanizadores (AGA), Associação Geral de Galvanizadores Europeus (EGGA), Associação Australiana de Galvanizadores (GAA) e da Associação de Galvanizadores por Imersão a Quente da África do Sul (HDGASA) para executar o estudo.

O objetivo deste estudo era gerar um inventário de ciclo de vida (LCI) de 1kg de produto de aço galvanizado por imersão a quente e, utilizando as informações desse LCI, executar uma avaliação do ciclo de vida (LCA), para compreender o impacto ambiental total do aço galvanizado, desde a produção até sua utilização e fim de vida útil. O objetivo da LCA é fornecer um panorama preciso sobre a posição atual do processo de galvanização, além de destacar oportunidades para minimizar os impactos ambientais no futuro.



*Figura 4*

Tanto no LCI quanto na LCA, diversos critérios ambientais foram medidos. Antes de revelar os dados do estudo, é importante definir os critérios utilizados

**Demanda de Energia Primária (PED)** medida em mega Joules (MJ), é a soma do total de energia primária consumida na fabricação e fornecimento de produtos.

**Joule (J)** é a unidade do SI para trabalho e energia, equivalente ao trabalho realizado por uma força de 1 Newton quando seu ponto de aplicação se move a uma distância de um metro na direção da força. Um mega Joule (MJ) equivale a um milhão de Joules.

**Potencial de aquecimento global (GWP)** medido em quilogramas de equivalentes de CO<sub>2</sub> (100 anos), é o potencial de aumento gradual da temperatura da atmosfera e oceanos do planeta, que induz mudanças no clima mundial;

**Potencial de Acidificação (AP)** medido em quilogramas de equivalentes de SO<sub>2</sub>, é a quantidade de íons de hidrogênio criados quando uma substância é convertida em ácido, num processo conhecido como chuva ácida.

**Potencial de Criação Fotoquímica de Ozônio (POCP)** medido em quilogramas de equivalentes de eteno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), é a criação de um smog estival (de verão), ou índices elevados de ozônio no nível do solo.

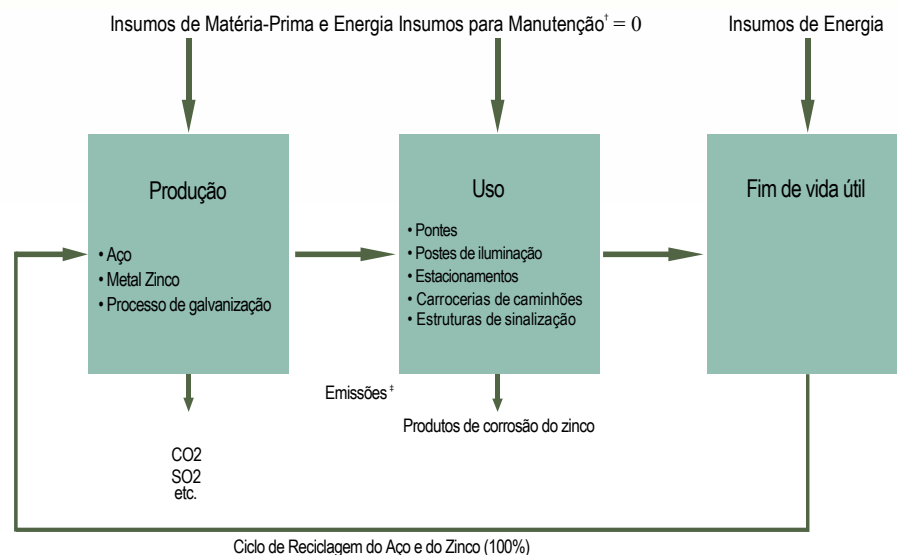
## Visão geral do LCI e da LCA

O LCI examina o impacto ambiental da produção de 1kg de aço galvanizado por imersão a quente. O LCI do processo de galvanização por imersão a quente é um estudo de "portão a portão", o que significa que ele somente examina o impacto ambiental gerado a partir do momento em que o produto chega nas instalações de galvanização até o momento em que ele está pronto para ser transportado ao local de utilização. No entanto, para realmente medir o impacto da produção de 1kg de aço galvanizado por imersão a quente, o impacto da produção de aço e zinco também devem ser analisados.

O LCI examina o impacto da produção de aço, do zinco e do processo de galvanização. Combinando os três LCIs, ou seja, um estudo do "berço ao portão", revela o verdadeiro impacto da produção de 1kg de aço galvanizado por imersão a quente, o que é equivalente à fase de produção da LCA.

A LCA examina a totalidade dos impactos ambientais do aço galvanizado por imersão a quente, desde a produção até o fim de vida útil. A LCA é considerada um estudo do "berço ao caixão", já que considera impactos iniciais de produção, impactos durante utilização devido a manutenções e/ou emissões geradas, e o crédito ou impacto ao fim da vida útil. No caso do aço galvanizado por imersão a quente, o termo mais correto seria do "berço ao berço", já que o zinco e o aço são 100 recicláveis ao fim de suas vidas úteis. A LCA, executada pela Five Winds e pela PE International examinou uma viga para construção galvanizada por imersão a quente (16 m, 940 kg) e um poste para usos diversos (10,7 m, 184 kg). Cada produto galvanizado por imersão a quente gerará resultados levemente distintos, mas os números apresentados aqui podem ser utilizados como guias de orientação. *Figura 5* é uma representação visual da LCA para aço galvanizado por imersão a quente.

### LCA do Aço Galvanizado



\* Exceto nas condições ambientais mais agressivas e corrosivas, não há insumos de energia ou matérias-primas durante a utilização (mais de 75 anos).

\* Para o aço galvanizado, com ocorrência natural de óxido de zinco, hidróxido de zinco e carbonato de zinco.

Figura 5



# Estudo do LCI

## Aço

Para compreender e reconhecer os impactos ambientais da produção de aço galvanizado por imersão a quente, é necessário começar pela produção do aço. O LCI do aço inclui a extração de materiais virgens, assim como a reutilização de sucata reciclada. O aço é o material mais reciclado no mundo, com 70% da produção de aço advinda de materiais reciclados. Além da matéria prima, o LCI também examina a energia consumida e emissões geradas pela fundição do material, moldagem das peças em placas, vigas, entre outros, e o impacto da fabricação do aço para sua utilização final. Após a fabricação, o aço é transportado às instalações de galvanização para ser revestido. Conforme ilustrado na *Figura 6*, muito pouco resíduo sólido é gerado durante o processo.

### PRODUÇÃO DO AÇO

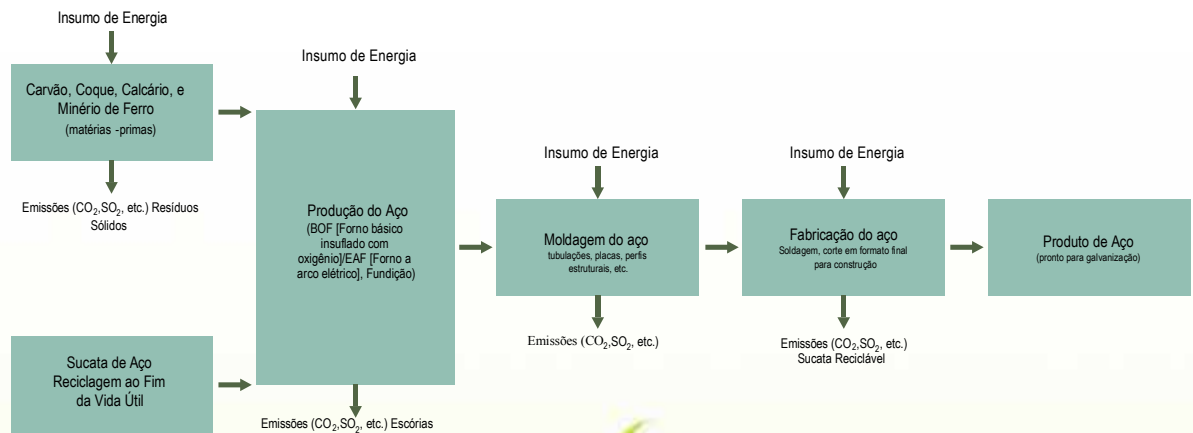


Figura 6

Utilizando informações da indústria obtidas através do banco de dados GaBi (um conjunto de declarações ambientais de produto - EPDs), um LCI foi executado para determinar a quantidade de energia e emissões necessárias para produzir 1kg de aço. A massa do aço corresponderá à maior parte do peso (1kg) do aço galvanizado por imersão a quente, mas os números também levam em consideração o peso do zinco. Portanto, os valores apresentados aqui representam a demanda de energia primária (PED), o potencial de aquecimento global (GWP), o potencial de acidificação (AP) e o potencial de criação fotoquímica de ozônio (POCP) para a quantidade de aço contida em 1kg de produto de aço galvanizado por imersão a quente (*Figura 7*).

LCI do Aço (Berço ao Portão)	Demanda de Energia Primária	Potencial de Aquecimento Global (GWP) (equivalentes de CO <sub>2</sub> )	Potencial de Acidificação(AP) (equivalentes de SO <sub>2</sub> )	Potencial de Criação Fotoquímica de Ozônio (POCP) (equivalentes de C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )
1 kg de Aço HDG	21.64 MJ	1.55 kg	0.00459 kg	0.000763 kg

Figura 7

### Zinco

Além do aço, o zinco é um componente importante da galvanização por imersão a quente. Similar ao aço, a produção de zinco advém da extração de minério de zinco e de fontes recicladas. Na verdade, 30% do zinco produzido anualmente advém de materiais reciclados. O LCI do zinco analisa a energia consumida e as emissões geradas a partir dos processos de extração, concentração e refino. O zinco refinado é transportado às instalações de galvanização em grandes blocos ou lingotes, que serão fundidos na caldeira. *Figura 8* ilustra uma visão simplificada da produção do zinco. O processo de refino do zinco também gera poucos resíduos; na verdade, durante o processo, outros elementos como cobre, cádmio e chumbo são separados do zinco para utilização própria.



*Figura 8*

Utilizando informações de todo o mundo obtidas através da indústria do zinco, um LCI foi executado para determinar o impacto ambiental da produção de 1kg de zinco SHG. Conforme explicado anteriormente, a maior parte da massa dos produtos de aço galvanizados por imersão a quente é composta por aço. Portanto, os valores representados aqui para o zinco têm como base apenas o zinco presente em 1kg de aço galvanizado por imersão a quente (*Figura 9*).

LCI do Aço (Berço ao Portão)	Demanda de Energia Primária	Potencial de Aquecimento Global (GWP) (equivalentes de CO <sub>2</sub> )	Potencial de Acidificação(AP) (equivalentes de SO <sub>2</sub> )	Potencial de Criação Fotoquímica de Ozônio (POCP) (equivalentes de C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )
1kg de Aço HDG	2,46 MJ	0,160 kg	0,00115 kg	0,000614 kg

*Figura 9*

### Galvanização por Imersão a Quente

A etapa final para a determinação da fase de produção da LCA para o processo de galvanização por imersão a quente é a avaliação das demandas de energia e emissões geradas pelo processo. O estudo de "portão a portão" leva em consideração energia e emissões adicionais do processo, para além dos insumos de aço e zinco. *Figura 10* abaixo ilustra os produtos e energia adicionais necessários para o revestimento do aço pelo zinco.

### GALVANIZAÇÃO POR IMERSÃO A QUENTE

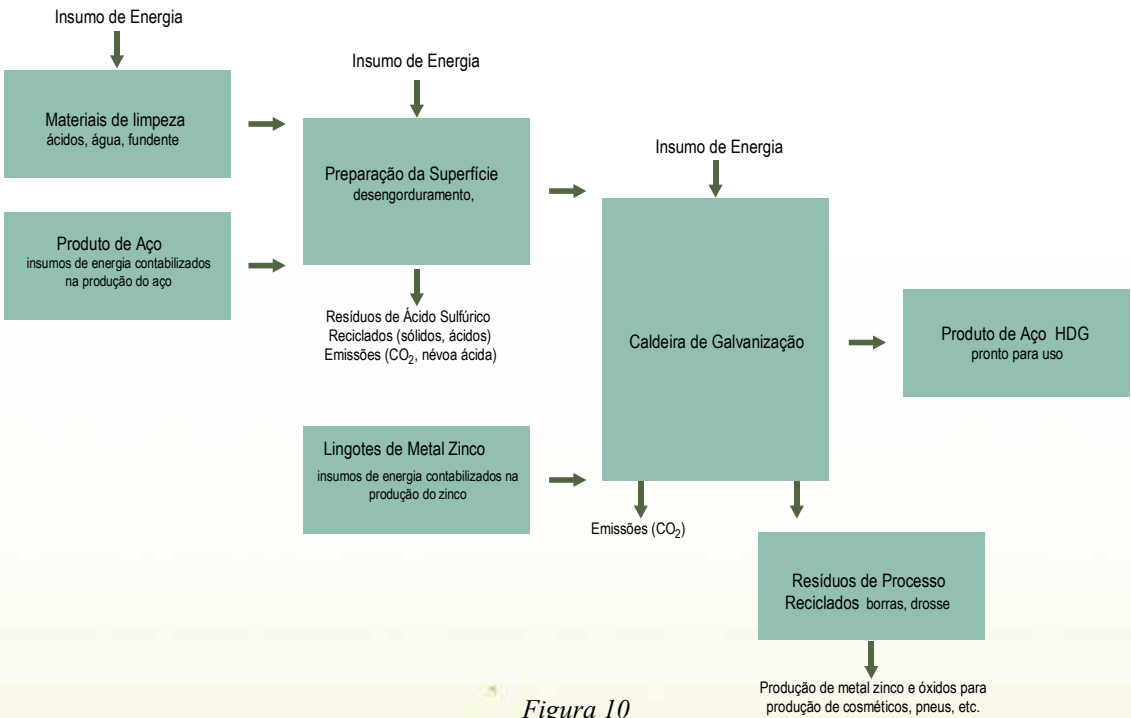


Figura 10

Utilizando informações de todo o mundo obtidas através da indústria de galvanização, um LCI foi executado para determinar o impacto ambiental do revestimento do aço com zinco durante o processo de galvanização por imersão a quente. Os dados de demanda de energia e emissões para o processo de galvanização apresentavam leves variações, principalmente devido às diferenças em energia (eletricidade vs. gás natural), eficiências nos processos, e as diferenças nas redes elétricas em diferentes locais. Mais uma vez, estes valores médios representam apenas o impacto do tipo "portão a portão" do processo de galvanização, não incluindo os impactos da produção de aço e zinco (*Figura 11*).

Somente Processo de Galvanização por Imersão a Quente Portão a Portão	Demanda de Energia Primária	Potencial de Aquecimento Global (GWP) (equivalentes de CO <sub>2</sub> )	Potencial de Acidificação(AP) (equivalentes de SO <sub>2</sub> )	Potencial de Criação Fotoquímica de Ozônio (POCP) (equivalentes de C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )
1kg de Aço HDG	1,80 MJ	0,0991 kg	0,000407 kg	0,0000265 kg

Figura 11



Fase de Produção da LCA

A fase produção da LCA para a galvanização por imersão a quente (do "berço ao portão") combina PED, GWP, AP e POCP de três LCIs: aço, zinco e galvanização. Portanto, chega-se ao impacto de 1kg de aço galvanizado por imersão a quente no momento em que o produto deixa as instalações de galvanização, conforme ilustrado na Figura 12.

Fase de Produção (Berço ao Portão)	Demanda de Energia Primária (DEP)	Potencial de Aquecimento Global (GWP)	Potencial de Acidificação (AP) (SO <sub>2</sub> equiv.)	Potencial de Criação de Ozônio Fotoquímico (POCP) (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> equiv.)
1 kg de aço HDG	25.9 MJ	1.80 kg	0.00615 kg	0.000824 kg

Figure 12

Fase de Uso da LCA

A segunda fase de um LCA examina insumos adicionais de energia e materiais e emissões adicionais geradas enquanto o produto estiver em funcionamento. Conforme mencionado anteriormente, o aço galvanizado por imersão a quente não necessita de manutenção por 75 anos ou até mais. Consequentemente, a galvanização por emissão a quente não oferece aumento de nenhum tipo de impacto ambiental durante seu tempo de serviço. Embora o impacto ambiental da galvanização por imersão a quente esteja restrito à fase de produção, o impacto ambiental de outros sistemas de revestimento, como pintura, aumenta com o uso (Figura 13). A pintura, que precisa de manutenção constante durante o uso, gera um impacto ambiental adicional em cada ciclo de manutenção.

Revestimentos com pintura necessitam de manutenções periódicas a cada ciclo pré-determinado de 12-20 anos. P1, P2, P3, e P4 (Figura 14) representam os custos ambientais adicionais relacionado à manutenção de aço com pintura. Portanto, um projeto cujo objetivo em termos de vida útil seja 60 anos precisará de pelo menos de duas a quatro pinturas de manutenção. Cada ciclo de manutenção (seja de retoque, manutenção ou repintura completa) precisará de insumos adicionais de energia e materiais, e gerará emissões e resíduos. Além disso, existem custos ambientais indiretos associados à manutenção, como aumento de emissões de gases poluentes devido a atrasos/desvios do trânsito durante a manutenção de uma ponte de aço pintada

FASE DE USO DA LCA: HDG VS. PINTURA

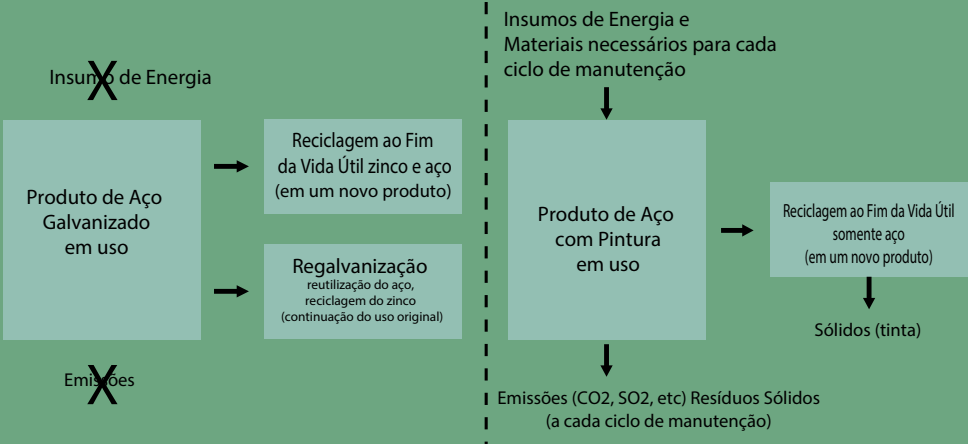


Figura 13

Fase de Uso	Demanda Primária (equivalentes de CO <sub>2</sub> )	Potencial de Aquecimento Global (GWP)	Potencial de Acidificação (AP) (equivalentes de SO <sub>2</sub> )	Ozônio Fotoquímica de (POCP) Potencial de Criação
1 kg of HDG Steel	0 MJ	0 kg	0 kg	0 kg
Painted Steel	P <sub>1</sub> kg	P <sub>2</sub> kg	P <sub>3</sub> kg	P <sub>4</sub> kg

Figura14

### Fase de Fim de vida útil da LCA

A fase final da LCA é a fase de fim de vida útil. Conforme destacado anteriormente, tanto o aço quanto o zinco são 100% recicláveis, sem qualquer perda de suas propriedades. Produtos/materiais reciclados ao fim da vida útil recebem créditos de energia na LCA, já que a reciclagem reduz ou elimina a produção de resíduos, conservando energia e recursos naturais (materiais virgens) por meio de processos de reutilização. Quando uma estrutura construída com aço galvanizado por imersão a quente é demolida, o material galvanizado é recolhido e transportado a uma fábrica de aço para reciclagem. Enquanto ele se encontra dentro do forno a arco elétrico (EAF), o zinco é capturado na forma de pó rico em zinco, que pode ser reutilizada no processo de produção do zinco. A sucata de aço fundida está então preparada para ser moldada em novos perfilados de aço (Figura 15).

### FASE DE FIM DE VIDA ÚTIL DA LCA



Figura 15

O componente principal do produto galvanizado por imersão a quente, o aço, contribui com a maior parte dos créditos referentes ao fim de vida útil (Figura 16). Os mesmos créditos referentes ao aço dependem do seu método de revestimento - pintura ou galvanização. No entanto, o zinco do revestimento HDG também é 100% reciclável, enquanto o revestimento por pintura se torna parte permanente do fluxo de resíduos, ou é desperdiçado como parte das emissões ao ambiente.

Fim de vida útil	Demanda de Energia Primária (PED)
1kg de Aço HDG	-8,61 MJ

Figura 16

### LCA Completa

A avaliação completa do ciclo de vida (LCA) para galvanização por imersão a quente combina PED, GWP, AP e POCP das fases de produção, uso e fim de vida útil. Visto que a galvanização por imersão a quente não necessita de manutenção durante uso, os valores da LCA completa refletem os valores de produção, com exceção da demanda de energia, que diminuiu devido aos créditos de reciclagem ao fim da útil (Figura 17).

LCA Completa (do Berço ao Caixão)	Demanda de Energia Primária	Potencial de Aquecimento Global (GWP) (equivalentes de CO <sub>2</sub> )	Potencial de Acidificação(AP) (equivalentes de SO <sub>2</sub> )	Potencial de Criação Fotoquímica de Ozônio (POCP) (equivalentes de C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )
1kg de Aço HDG	17,3 MJ	1,80 kg	0,00615 kg	0,000824 kg

Figura 17



## Galvanização vs. Pintura na Avaliação do Ciclo de Vida (LCA). Estudos de Caso

Embora o LCI e a LCA executados pela IZA, Five Winds e PE International se concentrem na galvanização por imersão a quente, e aplicando conhecimentos gerais sobre sistemas de pintura, as seguintes informações podem ser verificadas:

- O aço, com seu alto nível de reciclagem e baixo impacto ambiental, é o componente principal na LCA do aço galvanizado e do aço com pintura.
- A galvanização por imersão a quente possui um impacto ambiental menor que a tinta durante sua fase de uso, visto que HDG não necessita de manutenção.
- Ao final da vida útil, o zinco do revestimento galvanizado é reciclado, fazendo do HDG 100% reciclável, enquanto revestimentos com pintura se tornam parte do fluxo permanente de resíduos ou geram emissões.

Embora a massa do revestimento, seja galvanizado ou pintura, possa parecer irrelevante quando comparada à massa do aço, ao considerar estruturas inteiras que utilizam milhares ou até mesmo milhões de quilos de aço, a importância do impacto ambiental adicional produzido pelo revestimento em questão torna-se mais evidente. Para destacar a diferença que o revestimento causa no impacto ambiental total, considere os seguintes estudos de caso que utilizam informações ambientais públicas.





## Estudo de caso Número 1: Estruturas Destinadas a Varandas

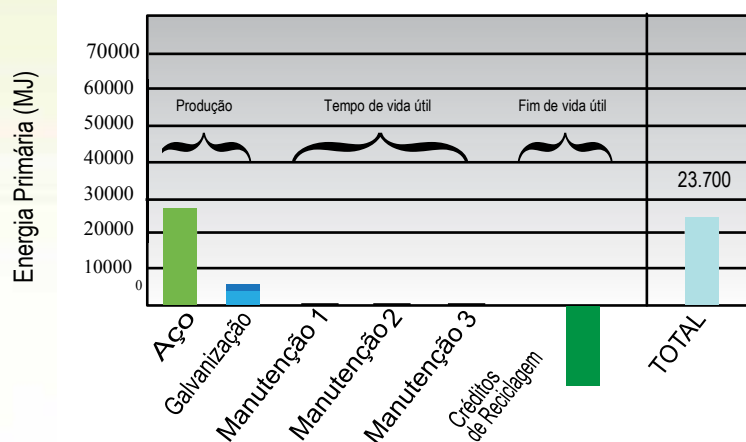
A VTT Technical Research, conhecida por elaborar declarações ambientais de produto (EPDs) para produtos utilizados em construções, executou avaliações de ciclo de vida (LCAs) comparando uma varanda galvanizada e uma pintada com o mesmo design<sup>3</sup>. O objetivo deste estudo não era estabelecer uma base para melhorias futuras. O estudo demonstrou que, embora o aço seja o elemento principal das duas estruturas, o revestimento é uma parte significativa do perfil LCA.

As avaliações ambientais das varandas foram baseadas nos seguintes parâmetros:

- 60 anos de tempo de vida útil
- 1,715 lbs (778 kg) de aço galvanizado; 420 ft<sup>2</sup> (39 m<sup>2</sup>) de aço com pintura
- Índice de corrosão do revestimento galvanizado: 0,5- 1,0 microns por ano (ISO 14713)
- Pintura: primer de epóxi rico em zinco (40 microns ), camada intermediária de epóxi (160 microns), e revestimento superficial de poliuretano (40 microns)
- Manutenção da Pintura: a cada 15, 30, e 45 anos (ISO 12944)

Os critérios de impacto ambiental examinados foram os mesmos utilizados no LCI e na LCA: demanda de energia primária (PED), potencial de aquecimento global (GWP), potencial de acidificação (AP) e potencial de criação fotoquímica de ozônio (POCP). Os resultados mostram que a durabilidade do revestimento possui um papel muito importante no impacto ambiental total. Os três ciclos de manutenção necessários para a varanda pintada representam quase a metade das necessidades em energia da estrutura pintada, enquanto a varanda galvanizada necessita de insumos adicionais de materiais ou de energia. Os gráficos a seguir ilustram a PED total de cada fase da LCA, a porcentagem de PED consumida por cada revestimento e os valores de GWP, AP e POCP.

### GALVANIZAÇÃO POR IMERSÃO A QUENTE



### PINTURA

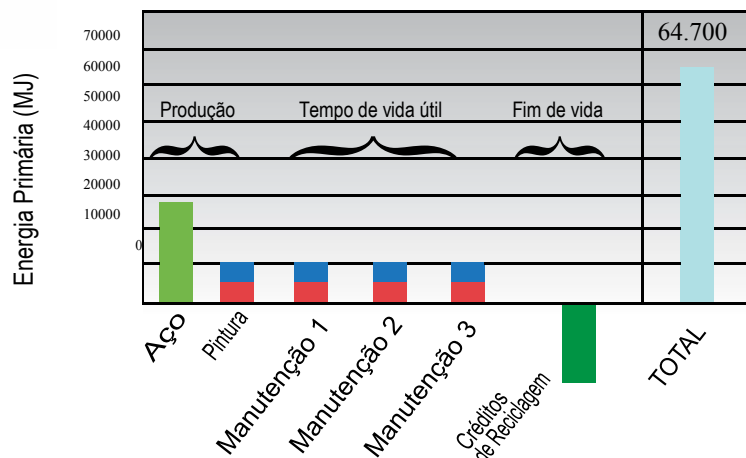


Figura 18: Energia do Ciclo de Vida: HDG vs. Pintura

Figura 18 mostra que a demanda de energia primária (PED) total para a varanda com revestimento galvanizado por imersão a quente é de 23,700 MJ (30,5 MJ/kg), ou apenas 37% dos 64,700 MJ (83,2 MJ/kg) necessários para a varanda com pintura. Lembre-se que, se a varanda com pintura for utilizada por um ano a mais sem manutenção, um ciclo de manutenção extra seria necessário e mais demandas de energia e emissões seriam acrescentadas aos valores indicados, enquanto a varanda galvanizada permaneceria intacta.

A diferença de demanda de energia para cada estrutura de varanda é ainda mais marcante quando se considera a porcentagem do total de energia atribuído ao revestimento. A galvanização contribui com somente 16% do total de demanda de energia, enquanto a pintura contribui com 69% até o fim de sua vida útil de 60 anos (Figura 19). De acordo com o estudo, cada ciclo de manutenção de pintura consome energia equivalente à utilizada na produção original, enquanto que a galvanização protege o aço durante toda a sua vida útil de 60 anos, sem manutenções.

Além das economias em energia, há diferenças significativas nos valores de GWP, AP e POCP. Em cada um desses indicadores, a galvanização representa apenas uma pequena porção do impacto causado pelo revestimento por pintura (Figura 20).



Figura 19: Consumo de energia pelo revestimento: HDG vs. Pintura

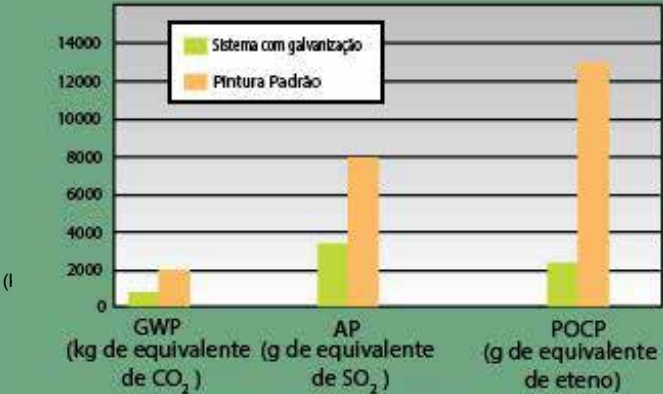


Figura 20 Emissões: HDG vs. Pintur



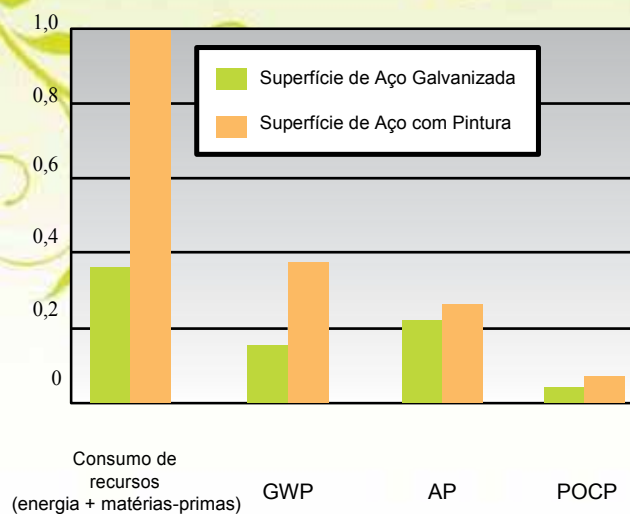
## Estudo de caso Número 2: Estacionamento

O Instituto de Tecnologias de Proteção ao Meio Ambiente da Universidade Técnica de Berlim executou avaliações de ciclo de vida (LCAs) e comparou uma estrutura para estacionamentos com revestimento galvanizado por imersão a quente e uma com revestimento pintado<sup>4</sup>. De maneira similar ao estudo da VTT Technical Research, a Universidade Técnica de Berlim se empenhou para determinar o impacto de revestimentos galvanizados por imersão a quente, assim como estabelecer uma referência para melhorias futuras. Os resultados do estudo demonstram mais uma vez o impacto significativo que o revestimento exerce sobre o impacto ambiental total do estacionamento.

Os seguintes parâmetros foram utilizados no estudo com a estrutura para estacionamento:

- 60 anos de tempo de vida útil
- 1 m<sup>2</sup> de peça de aço (20m<sup>2</sup>/tonelada métrica)
- Índice de corrosão do revestimento galvanizado: 1 micrón por ano (ambiente de classificação C3 segundo a norma ISO 1461)
- Sistema com pintura: sistema com três camadas de revestimento, com 240 microns de espessura
- Manutenção da Pintura: a cada 20 e 40 anos (ISO 12944)

Este estudo também examinou os valores de PED, GWP, AP e POCP de cada sistema de revestimento. Os resultados de cada área de impacto são muito menores no estacionamento com revestimento por galvanização por imersão a quente que no estacionamento com revestimento por pintura. De maneira similar à varanda com pintura, os dois ciclos de manutenção necessários para o estacionamento com pintura aumentam significativamente o consumo de recursos e energia do estacionamento com pintura. Visto que a galvanização não necessita de manutenção durante seus 60 anos de vida útil, o consumo total de recursos e energia da estrutura galvanizada é somente 32% do que é necessário para a garagem pintada, e o GWP é equivalente a 38% do valor registrado para a estrutura pintada. Além disso, o AP é 15% menos do que para a pintura e o POCP é 33% menor (*Figura 21*).



*Figura 21*





## DESEMPENHO ECONÔMICO DO AÇO GALVANIZADO POR IMERSÃO A QUENTE

Além do impacto ambiental, um verdadeiro desenvolvimento sustentável deve considerar também os impactos econômicos. De maneira similar às análises ambientais, para entender os custos completos de um sistema de proteção contra corrosão, é necessário enxergar para além dos custos iniciais referentes ao custo do ciclo de vida (LCC). O custo do ciclo de vida (LCC) é a análise do custo real de um sistema de revestimento considerando todo o seu tempo de vida útil. O LCC considera custos iniciais, custos com retoques, custos de manutenção, custos com revestimento, inflação e custos de oportunidades. Com bastante frequência, especificadores baseiam suas decisões somente nos custos iniciais - um erro potencialmente fatal para as futuras gerações.

Ao escolher um sistema de proteção contra corrosão baseado apenas nos custos iniciais, os especificadores erram ao não considerar os custos com manutenções futuras, o que muitas vezes significa uma incapacidade de economizar reservas em orçamentos futuros para manutenções. Este tipo de descuido, muito comum, contribui para o aumento dos problemas de corrosão em toda a América do Norte.

As estimativas mais recentes, conforme relatado em um estudo de 2001 executado pela NACE, FHWA e CC Technologies, indicam que os custos com corrosão metálica custam 297 bilhões de dólares aos EUA todos os anos, ou seja, 3% do seu PIB. Todavia, estes 297 bilhões somente refletem os custos diretos da corrosão. Há também custos indiretos (atrasos com o trânsito, oportunidades comerciais perdidas, segurança etc.) a serem considerados, que podem ser de 5 a 11 vezes maiores que os custos diretos. Embora a corrosão seja um fenômeno natural - que não pode nunca ser completamente eliminado é um erro acreditar que nada pode ser feito. Uma das maneiras mais rápidas e eficientes de cortar os custos de corrosão é especificar e elaborar um orçamento para sistemas de proteção contra corrosão com base no custo do ciclo de vida.



“ O custo do ciclo de vida (LCC) é a análise do custo real de um sistema de revestimento comparado ao seu tempo total de vida útil. O LCC considera custos iniciais, custos com retoques, custos de manutenção, custos com revestimento, inflação e custos de oportunidades. ”

## Custo Inicial

Ao escolher um sistema de proteção contra corrosão, o custo inicial terá que ser sempre considerado. O custo inicial leva em consideração todos os custos materiais e de mão de obra para a produção do produto revestido. Muitos especificadores acreditam erroneamente que a galvanização por imersão a quente não é econômica do ponto de vista dos custos iniciais. Entretanto, ao considerar sistemas comuns de revestimento por pintura com 2 ou 3 camadas para proteção contra corrosão, a galvanização por imersão a quente se mostra muito competitiva do ponto de vista dos custos.

## Custo do Ciclo de Vida

Para atender aos parâmetros econômicos de um desenvolvimento sustentável, o custo do ciclo de vida (LCC), que pode ser bastante complicado de calcular, também deve ser considerado.

Visto que a galvanização por imersão a quente proporciona um desempenho livre de manutenções por 75 anos ou mais na maior parte dos ambientes, o seu custo do ciclo de vida é quase sempre o mesmo que seu custo inicial. Por outro lado, sistemas com pintura necessitam de manutenções periódicas, com um cronograma definido, o que aumenta o custo do sistema durante a vida útil do projeto. Consequentemente, ao analisar o LCC, a galvanização por imersão a quente possui uma vantagem inquestionável sobre sistemas de pintura.

## Custo do Ciclo de Vida (LCC) da Galvanização vs. Custo do Ciclo de Vida (LCC) de Pintura: Estudos de Caso

Para facilitar os cálculos do LCC, a Associação Americana de Galvanizadores (AGA) desenvolveu uma calculadora online automatizada, disponível em [www.galvanizingcost.com](http://www.galvanizingcost.com). A calculadora de LCC utiliza dados referentes a pinturas coletados de uma pesquisa mundial executada pela KTA Tator, Inc. e publicada num documento apresentado na Conferência da Associação Nacional de de Engenheiros de Corrosão (NACE) em 2006<sup>5</sup>.

As informações referentes a galvanização foram coletadas de uma pesquisa nacional executada em 2006 pela AGA, excluindo qualquer tipo de majoração por parte de fabricantes.

Para demonstrar as vantagens econômicas da utilização do aço galvanizado por imersão a quente, os seguintes estudos de caso foram analisados pela calculadora automatizada ([www.galvanizingcost.com](http://www.galvanizingcost.com)). Para estabelecer uma relação entre o impacto econômico e o impacto ambiental, as análises LCC foram feitas em estruturas para estacionamento, de maneira similar ao que foi feito nos estudos de caso ambientais. Algumas pressuposições lógicas referentes aos produtos de aço, sistemas de pintura e aplicações utilizados foram feitas nos casos em que não havia informações disponíveis. De maneira similar aos impactos ambientais, o sistema de revestimento possui um grande papel no LCC.



## Estudo de caso Número 1: Estruturas Destinadas a Varandas

Os seguintes parâmetros foram utilizados na comparação de LCCs para estruturas para varandas:

- 60 anos de tempo de vida útil
- Ambiente com Corrosão de Nível Médio de Tipo C3
- Peças estruturais leves: 1,05 toneladas (420 ft)
- Primer de zinco inorgânico: Preparação automática de superfície SP-10, aplicação por spray na oficina
- Camada intermediária de epóxi: produto bicomponente, aplicação por spray na oficina
- Revestimento superficial de poliuretano: produto bicomponente, aplicação por spray na oficina
- 2% de inflação, 4% de juros

Os custos iniciais do ciclo de vida para pintura e galvanização estão ilustrados na *Figura 23*:

Sistema de Revestimento	Custo Inicial		Custo do Ciclo de Vida		AEAC <sup>a</sup>
	Por ft <sup>2</sup>	Total	Por ft <sup>2</sup>	Total	Por ft <sup>2</sup>
Galvanização por imersão a quente	\$1,10	\$ 462	\$1,10	\$ 462	\$0,05
IOZ/Epóxi/Poliuretano	\$3,10	\$1.289	\$9,69	\$4.070	\$0,43

<sup>a</sup>Custo Anual Equivalente Médio por ft<sup>2</sup>

*Figura 23*

Mesmo com a quantidade reduzida de aço utilizada na varanda, a galvanização por imersão a quente reduz o custo total, quando se considera a vida útil da estrutura, em até 88%. Os custos aqui representados podem não parecer muito, mas a diferença entre os custos dos revestimentos é clara. Imagine que você tenha um projeto de desenvolvimento de um edifício residencial para família, planejando instalar 100 varandas idênticas. Que tipo de revestimento você escolheria?







## Estudo de caso Número 2: Estacionamento

A comparação do LCC em estacionamentos foi baseada nos seguintes parâmetros:

- 60 anos de tempo de vida útil
- Ambiente com Corrosão de Nível Médio de Tipo C3
- Variedade de tamanhos e formatos: 3.000 toneladas de aço (750.000 ft<sup>2</sup>)
- Primer de zinco inorgânico: Preparação automática de superfície SP-10, aplicação por spray na oficina
- Camada intermediária de epóxi: produto bicomponente, aplicação por spray na oficina
- Revestimento superficial de poliuretano: produto bicomponente, aplicação por spray na oficina
- 2% de inflação, 4% de juros

Os custos iniciais do ciclo de vida para pintura e galvanização estão ilustrados na *Figura 24*:

Sistema de Revestimento	Custo Inicial		Custo do Ciclo de Vida		AEAC <sup>a</sup>
	Por ft <sup>2</sup>	Total	Por ft <sup>2</sup>	Total	Por ft <sup>2</sup>
Galvanização por imersão a quente	\$1,76	\$1.320.000	\$1,76	\$1.320.000	\$0,08
IOZ/Epóxi/Poliuretano	\$2,30	\$1.725.000	\$7,27	\$5.451.272	\$0,32

<sup>a</sup>Custo Anual Equivalente Médio por ft<sup>2</sup>

*Figura 24*

Embora o mesmo sistema de pintura aplicado ao estacionamento custe um pouco menos do que o valor indicado para a varanda, ele ainda é inicialmente mais caro que a estrutura galvanizada por imersão a quente. Inicialmente, a estrutura para estacionamento proporciona uma economia de 25% sobre o valor da pintura. Todavia, quando os custos do ciclo de vida são considerados, a galvanização por imersão a quente proporciona uma economia de 76% sobre o valor da garagem pintada.

## DESEMPENHO SOCIAL DO AÇO GALVANIZADO POR IMERSÃO A QUENTE

O terceiro aspecto de um desenvolvimento sustentável, ou seja, suas ramificações sociais, são um pouco mais difíceis de medir. Porém, existem alguns impactos inerentes positivos resultantes da utilização da galvanização por imersão a quente. O aspecto social de um desenvolvimento sustentável está interligado aos impactos ambientais e econômicos, e ele pode ser medido mais facilmente por meio de melhorias na qualidade de vida e progresso social. Além das características já discutidas, como durabilidade, desobrigação de manutenção e longevidade, a galvanização por imersão a quente também proporciona impactos sociais positivos na área de segurança. A finalidade da utilização da galvanização por imersão a quente é minimizar a corrosão. Quanto menor for a corrosão de infraestruturas, edifícios, redes elétricas, entre outros, maior será o nível de prosperidade e segurança no mundo. À medida que as infraestruturas na América do Norte continuam a envelhecer e se deteriorar num ritmo mais rápido que os ciclos de manutenção, a possibilidade de desastres potencialmente fatais aumenta.

Além disso, a galvanização por imersão a quente pode ajudar a minimizar os danos causados por desastres naturais. A galvanização por imersão a quente atende aos novos padrões sísmicos, que estão mais rígidos, elaborados para tornar as estruturas mais resistentes a terremotos. A história também demonstra que âncoras galvanizadas por imersão a quente, fixadas ao solo, minimizam os estragos causados por furacões a habitações móveis, e postes galvanizados de transmissão e distribuição mantêm o funcionamento de seus serviços durante desastres naturais como furacões.

Além dos muitos benefícios sociais que a galvanização por imersão a quente agrega às construções, a indústria de galvanização por imersão a quente se esforça para melhorar nossa posição social, econômica e ambiental atuais. A indústria adotou um **Estatuto de Desenvolvimento Sustentável** em 2005, com o compromisso de gerir, de maneira responsável, todos os riscos relacionados ao meio ambiente e à saúde humana, mantendo nossos funcionários, cidadãos e comunidades mais seguros. Além disso, em vez de nos acomodarmos confortavelmente em nossa posição atual, a indústria participa ativamente de pesquisas voltadas para a melhoria da sustentabilidade e eficiência do processo de galvanização e dos produtos galvanizados por imersão a quente.



## RESUMO

O desenvolvimento sustentável é um aspecto essencial do presente e do futuro das construções civis. Embora haja vários métodos distintos para medir o nível de sustentabilidade, todos eles, no final das contas, possuem o mesmo objetivo - construir o que for necessário para o presente sem comprometer o futuro. O aço galvanizado por imersão a quente ocupa uma posição única, podendo contribuir amplamente para a construção de um futuro sustentável. O aço por si só é um componente essencial das construções modernas,

mas sua susceptibilidade à corrosão quando exposto é um ponto negativo à causa do desenvolvimento sustentável. O revestimento de aço com zinco por meio do processo de galvanização por imersão a quente protege o aço contra corrosão com impactos mínimos nas esferas ambiental, econômica e social. Portanto, a utilização do aço galvanizado por imersão a quente pode servir como a base da revolução sustentável, alcançando os objetivos do desenvolvimento sustentável sem comprometer a capacidade das gerações futuras de fazer o mesmo.





## NOTAS

<sup>1</sup> *Six Signs of Greenwashing*, TerraChoice Environmental Marketing Inc., 2007

<sup>2</sup> LEED®-NC Versões 2.2 e 2009

<sup>3</sup> Vares, S., Tattari, K., Hakkinen, T. 2004. *Life-Cycle Assessment study for hot-dip galvanized balcony system compared with painted balcony system*. Resultados. Relatório de pesquisa No. RTE1324/4 (confidencial), VTT, 57 páginas

<sup>4</sup> Woolley, Tom B. Arch. PhD, *Galvanizing and Sustainable Construction: A Specifiers' Guide*, 2008

<sup>5</sup> Documento NACE #6318 Expected Service Life and Cost Considerations for Maintenance and New Construction *Protective Coating Work* (Helsel, Melampy, Wissmar)



International Zinc Association  
Avenida Angélica, 1814 - cj. 507/508  
cep:01228-200 - São Paulo - Brasil  
Tel: + 55 11 3214-1311  
Cel: +55 11 99751-3088  
Email: [contact@zinc.org](mailto:contact@zinc.org)  
Web: [www.zinc.org](http://www.zinc.org)



Associação Americana de Galvanizadores  
6881 South Holly Circle, Suite 108  
Centennial, Colorado 80112  
Telephone: 720 -554- 0900  
Fax: 720 -554-0909  
[www.galvanizeit.org](http://www.galvanizeit.org)  
[aga@galvanizeit.org](mailto:aga@galvanizeit.org)