

# GALVANIZAÇÃO E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

GUIA PARA ESPECIFICADORES



## TOM WOOLLEY

Tom Woolley (B.Arch, PhD) é um arquiteto e pesquisador ambiental, que vive em County Down, Irlanda do Norte.

Ele é professor de arquitetura na Queens University, em Belfast, desde 1991, mas trabalha atualmente também para a Rachel Bevan Architects, se concentrando na área de designs sustentáveis e consultoria. Ele também é professor da Escola de Pós-Graduação em Meio Ambiente no Centro de Tecnologias Alternativas, no País de Gales, além de professor convidado da University of Central Lancashire e da UITM Malaysia.

Ele já trabalhou para a Architectural Association, Strathclyde University e Hull School of Architecture. Trabalhou com o editor do Green Building Handbook e é autor de Natural Building. Contribuiu com muitos outros livros e conferências internacionais, e é Presidente da UK Hemp Lime Construction Products Association.

Ele é membro do Conselho Ministerial de Arquitetura (Irlanda do Norte) e membro do comitê executivo do Conselho de Registro de Arquitetos (Reino Unido).

## INICIATIVA EUROPEIA PARA GALVANIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

A indústria europeia de galvanização em geral começou a reagir aos desafios referentes a construções sustentáveis em 2004 - com o compromisso do professor Fabio Iraldo (Universidade de Bocconi, Milão) com a pesquisa e documentação das exigências encontradas em contratos públicos de linha ecológica e outros fatores impulsionadores da agenda de construções ecológicas na indústria de galvanização. Os resultados deste estudo deram origem a diversas iniciativas, muitas delas em conjunto com a indústria do zinco, que têm como objetivo gerar dados ambientais relevantes e explorar a utilização da galvanização para criar

edifícios e estruturas mais sustentáveis. Este guia reúne as melhores informações disponíveis sobre as contribuições da galvanização para construções sustentáveis; Estas informações foram reunidas por um grupo de especialistas da indústria, advindos de associações nacionais que formam a Associação Geral de Galvanizadores Europeus (EGGA), sob orientação do professor Tom Woolley. Em especial, agradecemos às seguintes pessoas por suas contribuições a este guia:

Dr Gian Luca Baldo e Stefano Rossi, Life Cycle Engineering (Turim)

Raymond Sempels, Associação Internacional do Zinco Europa (Bruxelas)

Michael Sansom, S\_teel Construction Institute (UK)

Rachel Bevan, Rachel Bevan Architects (Belfast)

Linda Forbes.

GALVANIZAÇÃO E CONSTRUÇÃO  
SUSTENTÁVEL  
GUIA PARA ESPECIFICADORES



SEÇÃO	PÁGINA
PREFÁCIO	04
IIINTRODUÇÃO	05
UM AÇO GALVANIZADO: UMA INTRODUÇÃO	08
DOIS UTILIZANDO AÇO GALVANIZADO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS	10
TRÊS ASPECTOS AMBIENTAIS DO AÇO GALVANIZADO	16
QUATRO MATÉRIA-PRIMA DA GALVANIZAÇÃO: ZINCO	22
CINCO CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS: EXPLICAÇÕES	28
SEIS ESTUDOS DE CASO	38
REFERÊNCIAS	46
GLOSSÁRIO E LISTA DE ACRÔNIMOS	47
AGRADECIMENTOS	48

## PREFÁCIO

---

Sou conhecido como um defensor radical de construções naturais e ecológicas porque acredito que devamos tentar assegurar que edificações se baseiem em conceitos como a redução do consumo de recursos, maior eficiência energética e menores índices de poluição interna e externa. No entanto, não sou tão inocente a ponto de pensar que seja possível criar edifícios que não levem questões ambientais. Meu trabalho com cânhamo e lima possibilita a utilização de um material de base vegetal renovável que de fato prende o CO<sub>2</sub> no revestimento do edifício, mas que ainda demanda produção de cal, com extrações em pedreiras, e a utilização de energia para aquecer as fomalhas. O isolamento alcançado através de lã de carneiro ou cânhamo requer a utilização de produtos químicos retardadores de chamas, a lenha precisa ser cortada de árvores em florestas, e depois precisa ser processada e transportada. Até mesmo o material mais ecológico possui algumas desvantagens ambientais. Logo, nossa tarefa é selecionar materiais e produtos cuidadosamente, garantindo que todo o possível seja feito para minimizar resultados ambientais negativos. As pessoas que trabalham na indústria possuem a obrigação moral de levar essas questões em consideração e fazer o que for necessário para melhorar seu desempenho.

A indústria de galvanização pode certamente implantar muitas melhorias, mas agradeço a disposição dessas pessoas para lidar com problemas e para fazer um trabalho árduo de autoanálise - verificando se elas podem contribuir com a agenda de sustentabilidade.

O processo de galvanização existe desde o final do século XIX, e a indústria tem sorte, pois o aço galvanizado possui características naturalmente associáveis à sustentabilidade e que serão objeto de investigação.

Com sorte, este guia servirá para nos lembrar das múltiplas utilizações do aço galvanizado e como ele contribuiu em muitos aspectos essenciais com a nossa vida cotidiana, assim como contribuiu para a construção de edifícios atraentes e desafiadores. Estar bem informado é um aspecto essencial para tomar decisões relacionadas a políticas ambientais. Se não encarmos o desafio de nossa projeção global radicalmente num futuro bem próximo, muitas destas discussões serão acadêmicas, já que será muito tarde para reparar a situação. Porém, precisamos ter esperança de que a indústria e o público em geral encarem este desafio à altura.

Tom Woolley  
*March 2008*



## INTRODUÇÃO

ESTE GUIA TEM COMO OBJETIVO AUXILIAR ARQUITETOS, ENGENHEIROS E SEUS CLIENTES A PENSAREM SOBRE A UTILIZAÇÃO DE AÇO GALVANIZADO NO TOCANTE A CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS.



Esta não é uma publicação com objetivo publicitário ou de marketing, mas o resultado de um estudo envolvendo especialistas independentes de diversas partes da Europa e que se baseia em estudos acadêmicos e científicos sobre o impacto que produtos galvanizados e outras alternativas causam ao meio ambiente. Tentamos alcançar o maior nível de sinceridade e objetividade no tocante a essas questões para que os próprios leitores decidam sobre as informações apresentadas neste guia.

Nossa visão é a de que todos os fabricantes e fornecedores de materiais de construção precisam fornecer dados ambientais precisos.

O ideal seria que isso viesse acompanhado de um formato padronizado que permitisse comparações precisas entre diferentes tipos de opinião.

Atualmente, a indústria de construção não segue um sistema universalmente acordado de Declarações Ambientais de Produtos com base na mesma metodologia; consequentemente, existe um alto índice de discrepâncias com relação aos impactos ambientais de diferentes tipos de produto.

Este documento aborda as iniciativas mais recentes no tocante a políticas e como elas influenciam especificações de materiais e produtos.

No caso da Europa, existem iniciativas direcionadas a um maior nível de harmonização, o que também é discutido neste guia. É comum para fabricantes e fornecedores alegar que seus produtos são "sustentáveis", mesmo que não haja nenhuma definição comumente aceita de sustentabilidade. No entanto, a definição de Brundtland é frequentemente citada:

O Relatório Brundtland da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento define desenvolvimento sustentável da seguinte maneira: "A humanidade tem a capacidade de implantar um desenvolvimento sustentável - para garantir que isso atenda às necessidades atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações para atender às suas necessidades". (WCED 1987)

Esta declaração é frequentemente utilizada para corroborar praticamente qualquer iniciativa - desde enterrar resíduos nucleares até extrair petróleo no Polo Norte; portanto, ela se desvalorizou. No entanto, quando interpretada de maneira correta, ela serve como uma ótima referência de julgamento das atividades humanas. Em termos de construções, isso implica que devemos ter bastante cuidado com a utilização de recursos que são escassos e que não são renováveis, e tudo que produzimos deve durar por bastante tempo ou ser reciclado para uma nova utilização. Além disso, o uso de energias baseadas no consumo de combustíveis fósseis deve ser minimizado, e a poluição deve ser restrita.

Não deve haver impactos de natureza tóxica na saúde humana e nenhum tipo de ruptura das atividades cotidianas das pessoas.

Para alguns, a utilização de aço e zinco pode parecer complicada como justificativa caso o princípio Brundtland seja aplicado de maneira estrita.

Entretanto, a humanidade não prosperará se ela simplesmente evitar agir e não fazer nada. Existem problemas de grande escala de fome e pobreza em todo o mundo, e precisamos melhorar nossa infraestrutura para evitar desastres naturais como enchentes e terremotos. Desenvolvimento sustentável significa lidar com esses problemas sem prejudicar o planeta e utilizar recursos de modo individualista - recursos estes que não estarão à disposição de nossos filhos e dos filhos de nossos filhos.

Estes problemas impõem tantos desafios que medidas radicais não necessárias para lidar com eles. Em países ricos e desenvolvidos, somos acomodados e esperamos conseguir o que queremos na hora certa. Isso significa que os recursos não são utilizados de maneira sustentável e que os países ocidentais consomem significativamente mais do que a quota que lhes é de direito dos recursos mundiais.



### Medindo os impactos

Uma maneira de medir os impactos é utilizando um método chamado pegada ecológica. Ela mede a quantidade de terras e recursos necessários para sustentar determinada atividade (<http://www.wwf.org>). De acordo com o Índice Planeta Vivo de 2004 da WWF, um terço dos recursos naturais da Terra desapareceram a partir de 1972. Isso inclui vida selvagem, florestas, rios e mares. Ações para deter a destruição e reverter os danos causados pela humanidade são extremamente necessárias e não podem ser encaradas com a simples adoção de um discurso de que "negócios são negócios".

Logo, precisamos rever as atividades humanas e industriais executadas e examinar seu impacto no ciclo de vida e suas pegadas ecológicas. Isso não significa que precisamos voltar a viver em cavernas e retirar nossa subsistência da terra; significa que precisamos abrir mão de atividades desnecessárias e dispendiosas que são parte da cultura moderna.

Atividades como construção de pontes precisam começar a utilizar materiais que possuam impacto reduzido, talvez utilizando materiais renováveis que possam compensar as emissões de carbono geradas pela produção de outros materiais; O vidro é um ótimo exemplo de material essencial a construções de baixo impacto porque proporciona a absorção de energia solar utilizando uma arquitetura solar passiva, permitindo a entrada de luz natural e reduzindo a quantidade de energia utilizada com iluminação artificial. Por outro lado, mesmo que o vidro seja feito de um material que está prontamente disponível, é necessária uma grande quantidade de energia para fabricá-lo.

É praticamente impossível construir ou renovar edifícios sem causar algum tipo de impacto no meio ambiente. Muito se fala sobre edifícios "zero carbono", mas eles ainda precisam de recursos e energia para sua viabilização. Na maior parte dos casos, estes recursos não são renováveis e não podem ser substituídos. A sociedade precisa tomar uma decisão embasada sobre o modo como recursos não renováveis devem ser utilizados; precisamos cada vez mais aumentar o grau de eficiência da utilização de recursos e nos tornar cada vez mais responsáveis pela proteção do planeta contra a poluição e o desperdício. Com base em combustíveis fósseis, a energia se torna cada vez mais escassa e cara; precisamos encontrar alternativas e utilizar a energia disponibilizada de maneira limitada para criar materiais e produtos que sejam verdadeiramente sustentáveis e que durem por muito tempo, atendendo às nossas necessidades e às necessidades futuras.

### Utilização do Aço

O aço é uma parte essencial e necessária de construções modernas, tanto para sistemas prediais quanto de transportes. Enquanto em alguns casos outros materiais como concreto e madeira podem substituir o aço, ele é geralmente a opção preferida por uma série de razões. Particularmente, o aço pode ser reciclado e utilizado diversas vezes; portanto, reduz-se a necessidade de utilização de novos materiais. Infelizmente, o aço pode corroer em situações nas quais ele se encontra exposto; portanto, ele precisa ser protegido dos elementos - através de pintura ou ligas metálicas (como aço inoxidável) ou através do processo de galvanização. Enquanto a sociedade moderna continuar a utilizar aço em edifícios e infraestruturas, ele deverá ser protegido para garantir sua durabilidade.

O aço galvanizado é tão corriqueiro em nosso entorno que mal notamos sua presença; porém, isso é útil para nos fornecer mais informações sobre a natureza do aço galvanizado, como ele é utilizado e o trabalho desenvolvido para compreender e minimizar seus impactos no meio ambiente. Da mesma forma que utilizamos vidro em edifícios sustentáveis, utilizamos o aço, mas sua utilização deve ser justificada - no tocante ao que foi feito para reduzir impactos negativos no meio ambiente. Isso inclui uma investigação cuidadosa de todos os aspectos do aço, desde a extração do minério de ferro até a reciclagem, passando por transporte, fundição e processamento.

Este guia se concentra em uma parte da utilização do aço - sua proteção contra a corrosão por meio da utilização do processo de galvanização. A galvanização requer o uso de outro metal, o zinco, que também deve ser escavado, processado e transportado - e devemos investigar se esta é a melhor opção do ponto de vista ambiental para proteger o aço em casos nos quais ele se encontra exposto.



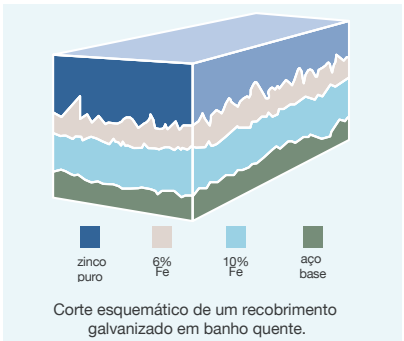
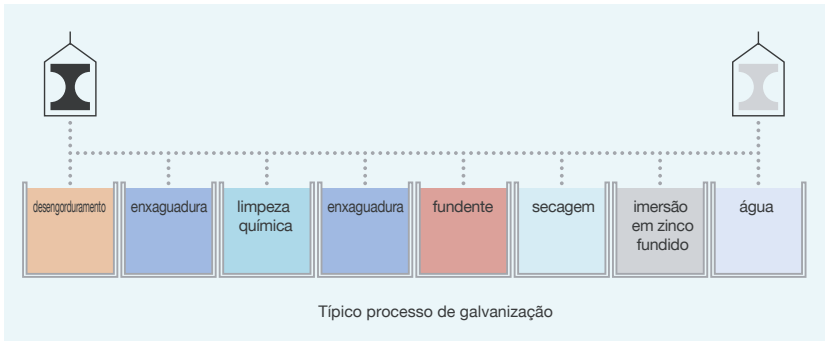


#### A BRIDGE TOO FAR

Maosi Bridge over River Po  
(para mais informações consulte a página 45)

## SEÇÃO UM

### TÍTULO AÇO GALVANIZADO: UMA INTRODUÇÃO



O aço galvanizado está presente à nossa volta e desempenha um papel essencial em nossa vida cotidiana. Ele é utilizado em construções, transporte, agricultura, transmissão de energia e qualquer utilização na qual a proteção contra a corrosão e durabilidade sejam essenciais. Ele, por exemplo, auxilia na iluminação de rodovias (postes de iluminação) e fornece energia para nossas casas, hospitais e escritórios (torres de alta tensão). Existem outras indústrias importantes que utilizam aço galvanizado.

Grande parte do aço galvanizado utilizado na Europa é destinado a construções. Todavia, este é um processo bastante versátil e itens de tamanhos variados, desde porcas e parafusos até grandes perfis estruturais, podem ser protegidos.

A galvanização é um processo de proteção contra corrosão no qual o aço é revestido por zinco para evitar ferrugem. O processo envolve mergulhar componentes limpos de ferro ou aço em zinco fundido (geralmente aquecido a mais ou menos 450°C). Uma série de camadas de liga zinco-ferro são formadas a partir de uma reação metalúrgica entre o ferro e o zinco, criando uma sólida ligação entre o aço e o revestimento. Comumente, o tempo de imersão gira entre quatro ou cinco minutos, mas esse tempo pode ser mais prolongado em casos nos quais o zinco precisa penetrar para preencher vazios internos. Após a retirada do banho galvanizador, será depositada uma camada de zinco fundido sobre a camada de liga. Frequentemente, após esfriamento, revela-se uma camada brilhosa, que é geralmente associada a produtos galvanizados. Na verdade, não há uma demarcação entre o aço e o zinco; o que ocorre é uma transição gradual

através das várias camadas de liga que geram uma ligação metalúrgica. Condições presentes nas usinas de galvanização, como temperatura, umidade e qualidade do ar, não afetam a qualidade do revestimento galvanizado.

#### O zinco protege o aço

Uma das características mais importantes do zinco é a sua capacidade de proteger o aço da corrosão. O tempo de vida e durabilidade do aço são potencializados com o revestimento de zinco. Nenhum material oferece um nível tão alto de eficiência e economia no tocante à proteção do aço.

Quando desprotegido, o aço entrará em processo de corrosão em praticamente qualquer ambiente em que se encontre exposto.

Os revestimentos de zinco freiam a corrosão do aço de duas maneiras - por meio de uma barreira física e por meio de uma proteção eletroquímica.

#### Proteção por Barreira

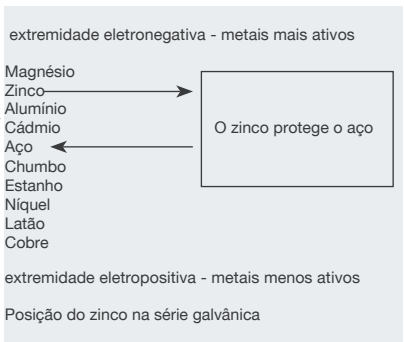
Os revestimentos de zinco proporcionam uma barreira metálica impermeável e contínua que impede que umidade e oxigênio entrem em contato com o aço. A superfície metálica de zinco reage com a atmosfera, formando uma pátina compacta e aderente que é insolúvel em água da chuva. As espessuras de revestimento mais comuns variam de 45µm a 200µm ou mais.

Durante muitos anos, pesquisas demonstraram que o tempo de vida desta barreira de

proteção é proporcional à espessura do revestimento de zinco<sup>1</sup>. Em outras palavras, duplicar a espessura do revestimento duplicará o tempo de vida do revestimento.

#### Proteção Eletroquímica

O zinco também tem a capacidade de proteger o aço galvanicamente. Quando o aço nu fica exposto à umidade, seja uma aresta de corte ou área danificada, uma pilha galvânica se forma. O zinco em volta da área danificada corrói em detrimento do aço e dá origem a produtos corrosivos que precipitam sobre a superfície de aço e o protegem. Não há corrosão lateral em pontos danificados.



# A GALVANIZAÇÃO É UMA MANEIRA ÚNICA DE PROTEGER O AÇO COM ZINCO

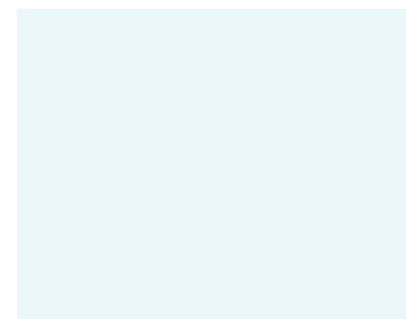
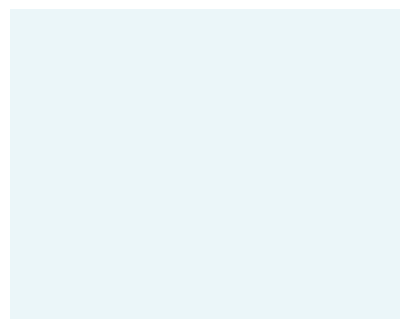
O zinco é amplamente utilizado em construções para proteger o aço. Também é utilizado sob a forma de chapas finas laminadas em coberturas e recobrimentos/placagens

O revestimento de zinco descrito neste guia é:

- galvanização comum (por lotes)  
é a imersão de produtos de aço em um banho de zinco fundido, levando à formação de um revestimento de zinco espesso e de ligação metalúrgica.  
Estes revestimentos são os mais duráveis e adequados para ambientes externos, em casos de condições extremas e que exigem alto nível de durabilidade.

Existem vários outros tipos de aplicação de revestimentos de zinco ao aço. É importante compreender a diferença entre tais tipos - porque eles possuem durabilidades e compatibilidades para cada tipo específico de aplicação. Nas construções, os tipos mais comuns de revestimento com zinco são:

- aço de galvanização contínua  
possui um revestimento fino de zinco aplicado nas usinas siderúrgicas em finas chapas ou tiras de aço.  
Depois, ele é utilizado em produtos nos quais o aço é encurvado ou moldado após a aplicação do revestimento (como em recobrimentos/placagens, carrocerias e máquinas de lavar)
- revestimentos de zinco por aspersão térmica  
são aplicados quando pó ou fios de zinco são alimentados a um lança-chamas para que gotículas de zinco fundido sejam pulverizadas na superfície do aço.
- revestimento de zinco eletrolítico  
são revestimentos finos aplicados por eletrólise. Neles, não há ligação metalúrgica entre o zinco e o aço.  
Normalmente, este tipo só é indicado para uso interno ou em aplicações com tempo de vida curto.
- componentes de aço sherardizados  
possuem um revestimento fino de ligas ferro-zinco, que são produzidos pela rebarbação de pequenas peças em um tambor de pó de zinco a aproximadamente 380°C.





SEÇÃO  
DOIS

TÍTULO  
UTILIZANDO AÇO GALVANIZADO EM  
CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS:

Valores mais comuns para a galvanização de um quilo de aço segundo EN ISO 1461	
Energia Bruta	3,4 – 5,3 MJ
Aquecimento Global em Potencial	equivalente a 0,1 – ,033 kg CO <sub>2</sub> equivalente
Com base numa revisão de estudos da LCA. Para a elaboração dos valores, não foram considerados ônus do aço e créditos de reciclagem.	

A atenção à durabilidade de componentes e estruturas de ações tem consequências ambientais, econômicas e sociais importantes. Algumas delas são menos evidentes que outras.

O custo econômico total relacionado a corrosões foi estudado em diversos países<sup>2,3</sup>. Geralmente, as estimativas chegam a 4% do produto interno bruto.

A durabilidade de longo prazo proporcionada pela galvanização é alcançada com um ônus ambiental relativamente baixo em termos de energia e outros impactos globais relevantes, especialmente quando comparada ao valor energético do aço protegido.

Uma revisão dos estudos disponíveis realizados pelo Life Cycle Engineering (Turim, Itália) indica os tipos de medição mais comuns apresentados na tabela acima. A faixa de oscilação representa variações do tipo de componente de aço, fatores geográficos e metodologias de estudo.

Estes ônus foram medidos com base em um ciclo de vida completo, desde a extração dos materiais até o transporte ao consumidor.

Através do uso desse conhecimento referente aos ônus ambientais da proteção contra corrosão por meio da galvanização, é possível comparar as consequências das diferentes escolhas de sistemas de proteção contra corrosão.

Diversos estudos demonstraram que altos custos econômicos e ambientais estão associados a repetidas pinturas de manutenção de estruturas de aço<sup>4</sup>. Estes ônus podem ser significativamente reduzidos por meio de investimentos iniciais em proteções de longo prazo.

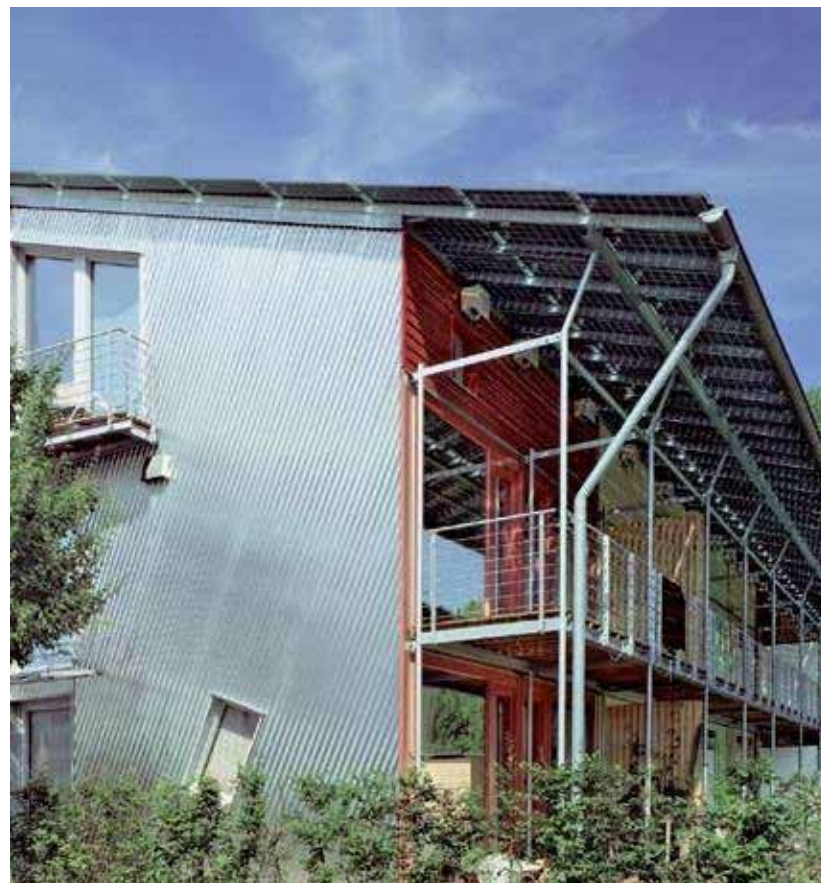
A falta de atenção a proteções ideais contra a corrosão podem resultar num legado econômico prejudicial, traduzido em custos continuados de manutenção. Em projetos de habitações sociais, os custos futuros de manutenção serão assumidos pelas autoridades locais. Em projetos públicos de infraestrutura, a utilização de aço galvanizado resulta em orçamentos menores de manutenção, liberando fundos públicos para outras finalidades.

Esta seção mostra como o aço galvanizado pode ser utilizado para aumentar a sustentabilidade de edifícios e produtos para construções. Também serão apresentados nesta Seção 6 exemplos mais detalhados e alguns estudos de caso para ilustrar a utilização de análises de ciclo de vida na avaliação das consequências ambientais de diferentes sistemas de proteção contra corrosão.

A UTILIZAÇÃO DE AÇO GALVANIZADO  
RESULTA CUSTOS FINANCEIROS E  
AMBIENTAIS MENORES.



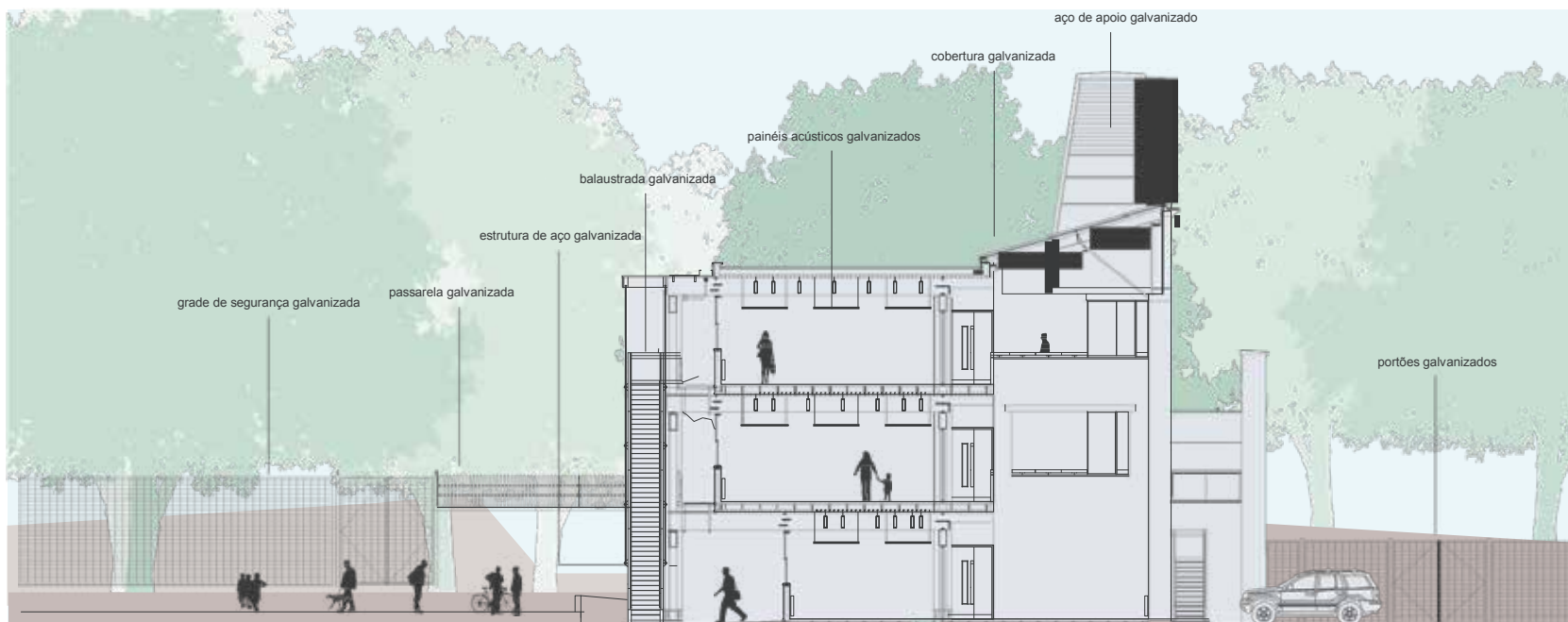
Instituto Galês de Educação Sustentável em construção no Centro de  
Tecnologias Alternativas em Powys, País de Gales.



**Casa com tecnologia energética eficiente**

Casa inovadora, alimentada a energia  
solar, em Friburgo - Alemanha.





USO AMPLO DA GALVANIZAÇÃO

O aço nunca está longe de uma  
instalação de galvanização

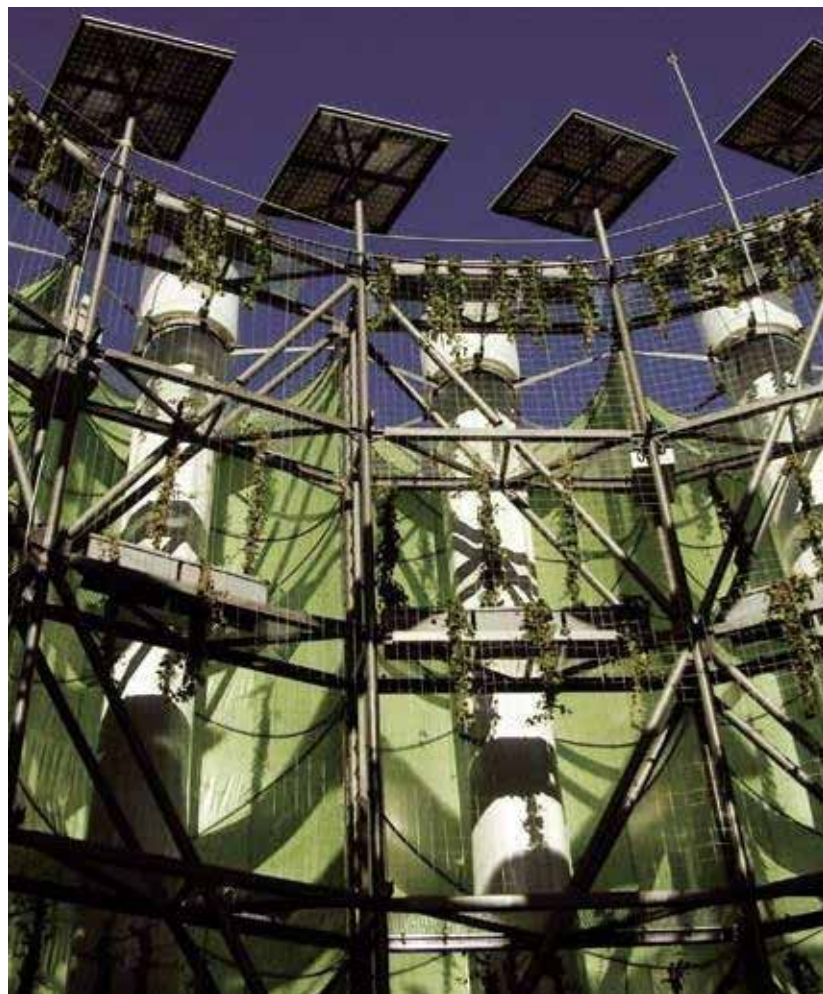
Há mais de 650 instalações de galvanização comum na Europa - cada uma contribuindo de maneira importante para o mercado de trabalho e a economia industrial locais.

As instalações estão localizadas próximas a locais de fabricação do aço, para minimizar os custos ambientais e econômicos com transporte. Normalmente, clientes de porte menor são servidos por um serviço de transporte que coleta a produção de diversos deles num mesmo veículo e a devolve no mesmo dia. Em muitos casos, a produção de aço galvanizado é levada diretamente do galvanizador ao local de construção.



Este mapa mostra o número de instalações de galvanização em cada país-membro da EGGA





#### Eco Boulevard de Vallecas, Madri

O Eco Boulevard de Vallecas foi concebido por Ecosistema Urbano ([www.ecosistemaurbano.com](http://www.ecosistemaurbano.com)) com base em três abordagens a um determinado espaço urbano existente - densificação de árvores, redução e deslocamento assimétrico de rotas de tráfego e outras intervenções na superfície que reconfiguraram a situação existente. Três "árvores de ar" foram instaladas, enquanto árvores naturais tiveram tempo para se desenvolverem. Elas funcionam à base de energia solar e dependem de uma estrutura de aço galvanizado leve e flexível e que possa ser facilmente desmontada e reutilizada em outras aplicações depois que o processo de revitalização deste espaço público esteja completado.



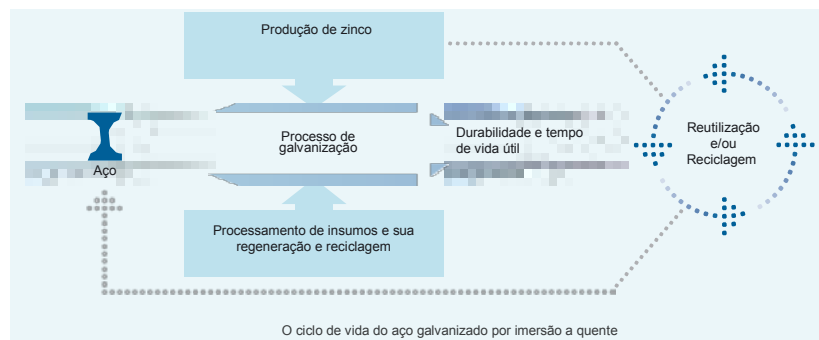


Projeto Éden

O Projeto Éden, uma demonstração da biodiversidade global, é o maior abrigo de plantas do mundo, construído com armação de aço galvanizado - a solução mais leve e mais ecológica possível.

## SEÇÃO TRÊS

### TÍTULO ASPECTOS AMBIENTAIS DO AÇO GALVANIZADO



#### Processo de Galvanização

A galvanização é sempre executada em fabricas industriais que possam realizar todas as etapas do processo. O aço entra por uma extremidade e o produto final galvanizado sai pela outra extremidade. Há muitas instalações de galvanização na maior parte dos países, e o aço não precisa percorrer grandes distâncias até uma instalação de galvanização, mantendo os custos com transporte e os impactos ambientais em níveis baixos. O principal insumo deste processo - o zinco - é utilizado de maneira bastante eficiente durante o processo. A operação de imersão garante que o zinco não depositado sobre o aço volte para o banho galvanizador. O zinco que oxida sobre a superfície é removido quando transformado em cinzas, que são prontamente recicladas (às vezes no próprio local). O drossle formado na parte inferior do banho é removido periodicamente e possui um alto valor no mercado para reciclagem.

#### Utilização de energia durante o processo

Energia é um item necessário para aquecer o banho de galvanização a quente e ela normalmente é gerada a partir de gás natural. Em alguns países, os banhos são aquecidos com eletricidade ou óleo combustível. Embora a indústria de galvanização não seja considerada uma das indústrias com uso mais intenso de energia, ela aplica esforços para gerir seu uso de energia de maneira eficiente. Em alguns países, a indústria de galvanização estabeleceu metas para eficiência energética e incentiva melhorias na gestão de energia e novas tecnologias para alcançar tais metas.

#### Alguns exemplos destes avanços:

- melhorias tecnológicas nos queimadores para mais eficiência energética
- coberturas mais eficientes para os banhos (utilizadas durante manutenções e/ou paralisações)
- aumento no uso de calor residual recuperado para aquecimento de tanques de pré-tratamento

#### Controle de emissões

As emissões das áreas das instalações são cuidadosamente controladas, para evitar perturbações ou problemas nas áreas em seu entorno. As instalações de galvanização são reguladas nos termos da Diretriz da UE referente a Prevenção, Controle e Poluição Integrados<sup>5</sup>. A indústria cooperou com isso com a publicação de Documentos de Referência sobre Melhores Técnicas Disponíveis (BREF) para galvanização por imersão a quente.

A principal exigência do BREF é capturar partículas não perigosas durante a imersão. Em seguida, estas partículas são filtradas utilizando depuradores ou filtros de mangas.

#### Regeneração e reciclagem de soluções decorrentes do processo

Etapas de pré-tratamento inseridas no processo tem como objetivo principal a limpeza de produtos de aço.

Todos os consumíveis deste processo, como ácido clorídrico e soluções fundentes, possuem caminhos importantes de regeneração e/ou reciclagem.

#### Por exemplo:

- soluções gastas de ácido clorídrico são utilizadas para produzir cloreto de ferro a ser utilizado no tratamento de águas residuais municipais. Muitas instalações retiram o zinco e o ferro, reciclando ácido regenerado para utilização em tanques de pré-tratamento.
- melhorias no monitoramento e manutenções tanques fundentes significam que eles são raramente descartados, e somente pequenos volumes de lodo são descartados periodicamente. A reciclagem de fundente de ciclo fechado é utilizada em muitas instalações
- foram desenvolvidos desengorduradores biológicos e ácidos a temperatura ambiente

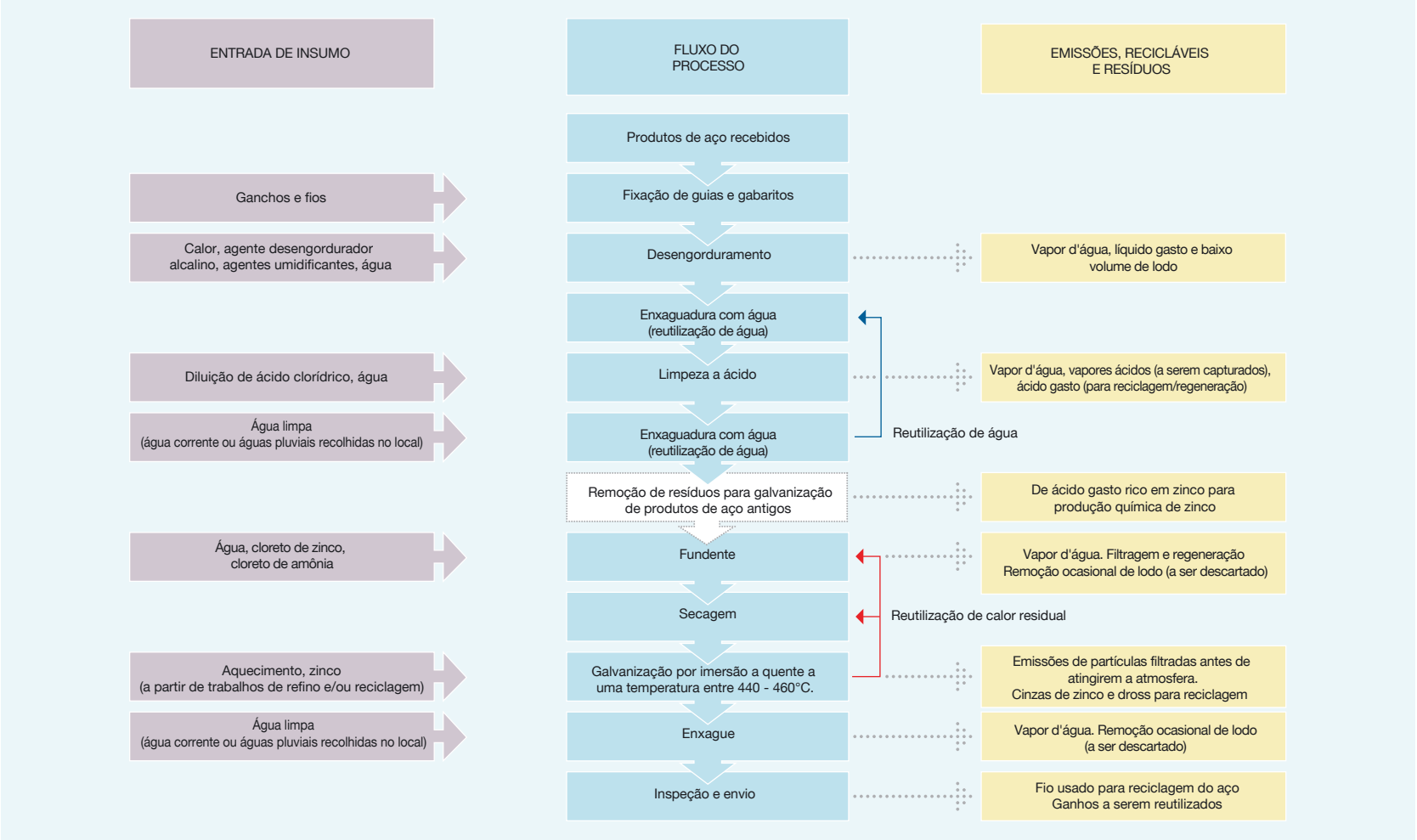
#### Utilização da água

As instalações de galvanização utilizam volumes relativamente baixos de água, quando comparadas a outras tecnologias de revestimento<sup>6</sup>. Na verdade, é muito difícil uma instalação de galvanização descartar águas residuais. Qualquer água residual gerada pode ser tratada e devolvida ao processo, e apenas pequenos volumes de corpos sólidos estáveis são enviados para descarte externo.

Em alguns casos, instalações de galvanização foram capazes de eliminar a utilização de água corrente por meio da coleta de águas pluviais no próprio local. As águas pluviais podem ser coletadas por meio de calhas e armazenadas para utilização posterior.



TODOS OS INSUMOS POSSUEM  
CAMINHOS IMPORTANTES DE REGENERAÇÃO  
OU RECICLAGEM



O Processo de Galvanização:  
Entradas de insumos, emissões, resíduos e fluxos de reciclagem



### Utilização de zinco reciclado

—

Existem duas fontes importantes de zinco utilizadas no processo de galvanização:

- o zinco refinado é produzido a partir de uma mistura de minérios e matérias-primas recicladas. Estima-se que o zinco contenha, em média, cerca de 10-15% de matérias primas recicladas
- os galvanizadores também são importantes compradores de zinco - isto é, sucata de zinco originária de diversos meios, como antigos telhados de zinco, que foram limpos e refundidos em forma de lingote.

Portanto, o zinco refinado comprado por instalações de galvanização contém uma proporção alta de zinco reciclado e o zinco totalmente reciclado é frequentemente comprado para complementar o uso do zinco refinado.

A produção de um quilo de zinco refinado (originário de minério) requer uma energia bruta de 50MJ, embora somente 20MJ sejam utilizados diretamente na produção do zinco<sup>7</sup>. O zinco secundário (refundido) utilizado por galvanizadores requer apenas 2,5MJ para ser produzido<sup>8</sup>.

### Reciclagem de resíduos de processo

—

Durante o processo de galvanização, o zinco que não forma uma camada de revestimento sobre o aço permanece no banho para uso posterior. Não há perdas de materiais, como pode ocorrer durante aplicações de outros tipos de revestimento por aspersão. Cinzas de zinco (resultado da oxidação do banho galvanizador) e o dross (uma mistura de zinco e ferro que se acumula na parte inferior do banho galvanizador) são completamente recuperados. Qualquer metal de zinco contido nas cinzas é diretamente reciclado para utilização posterior, muitas vezes no mesmo processo de galvanização. Em seguida, as cinzas e o dross refinados são vendidos para produzir compostos e pó de zinco destinados a uma série de aplicações, como aditivos para borracha, cosméticos e componentes eletrônicos.

### Reutilização das estruturas de aço galvanizado

—

Muitos produtos de aço galvanizado podem ser removidos, regalvanizados e reutilizados. Por exemplo, barreiras de proteção em autoestradas são frequentemente removidas e substituídas durante trabalhos rotineiros de manutenção e repavimentação. As barreiras retornam à instalação de galvanização, e depois são reutilizadas em aplicações similares. O ácido rico em zinco que é produzido pela decapagem do revestimento restante é utilizado na produção de compostos de zinco para a indústria química.

### Reciclagem de estruturas galvanizadas

—

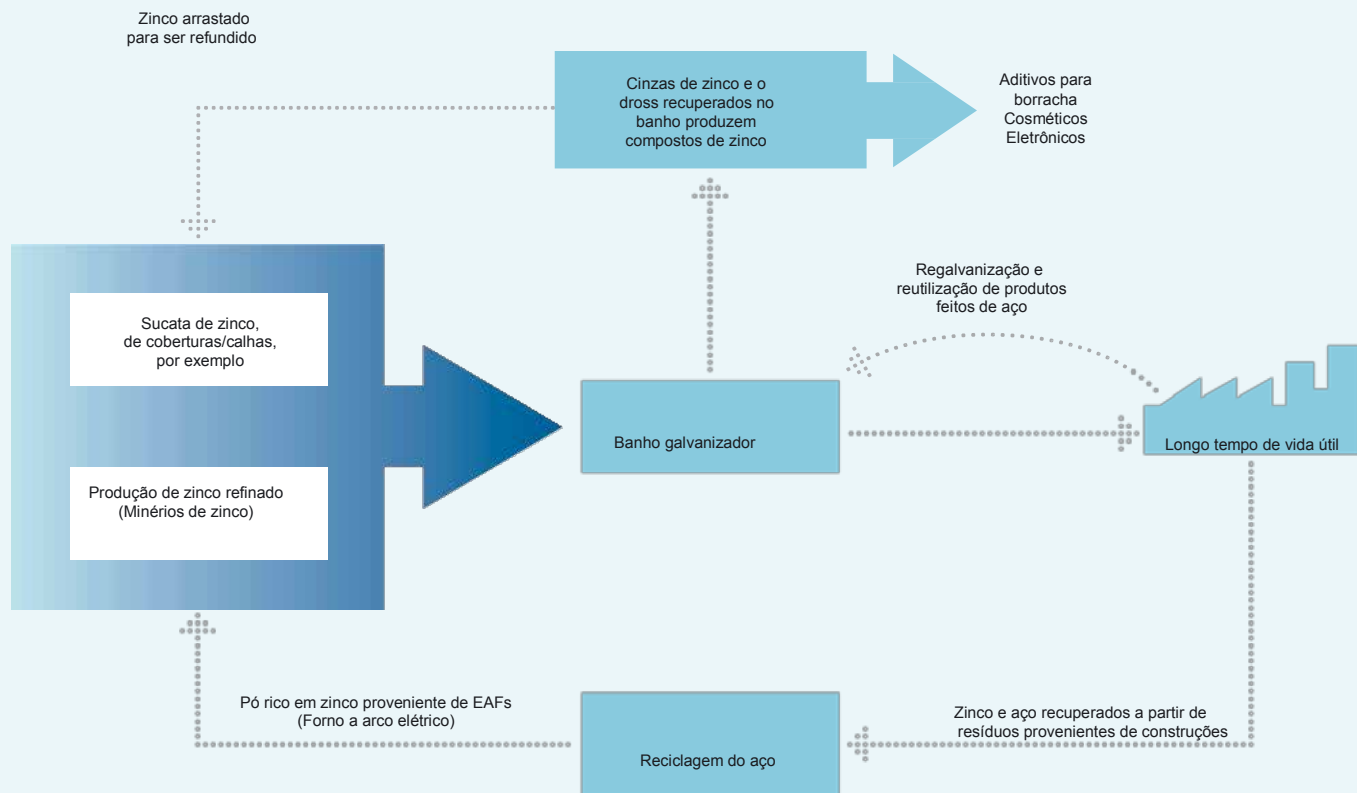
O aço galvanizado pode ser facilmente reciclado com sucatas de aço no processo de produção utilizando o forno a arco elétrico (EAF). O zinco volatiliza no início do processo e é coletado nas cinzas provenientes do EAF; em seguida, as cinzas são recicladas e frequentemente retornam à produção de zinco reciclado.

Em 2006, a indústria de aço europeia (EU27) produziu 1.290.750 toneladas de cinzas, que continham 296.872 toneladas de zinco (isto é, 23%). 93% deste zinco (276.920 toneladas) foi reciclado. (fonte: Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff - und Umwelttechnik, Alemanha)

Produtos de aço frequentemente possuem um tempo de vida útil bastante longo; muitas pontes de aço, por exemplo, são bastante antigas e ainda estão em uso. Por essa razão, há uma escassez de sucata e o constante crescimento da infraestrutura terá que ser baseado na produção primária de minério de ferro. Isso também se aplica a muitos outros metais que são utilizados em aplicações com uma vida útil longa.

O aço é o material de construção mais reciclado do mundo e aproximadamente 40% de toda a produção de aço tem como base sucata reciclada.

O aço utilizado em construções possui um alto índice de aproveitamento ao final de sua vida útil. Por exemplo, no Reino Unido, 87% do aço utilizado em construções é reciclado; 10% é reutilizado e somente 3% é despejado em aterros<sup>9</sup>.



Fluxos de zinco reciclado no processo de galvanização e ao final da vida útil.



### **Durabilidade e vida útil**

A galvanização por imersão a quente de acordo com a norma EN ISO 1461 assegura que um revestimento de zinco seja aplicado para proteger o aço.

Isso é importante, pois oferece mais durabilidade, especialmente em ambientes externos. Revestimentos de zinco mais finos não durarão muito porque a vida útil do revestimento é diretamente proporcional à sua espessura.

A resistência do zinco à corrosão depende basicamente de um filme protetor (pátina) formado em sua superfície. No caso de corrosão atmosférica, contaminantes atmosféricos afetam a natureza e durabilidade deste filme. O contaminante mais importante que afeta o zinco é o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e é a presença de  $\text{SO}_2$  que dita, em grande parte, o índice de corrosão atmosférica do zinco.

Existe uma ampla literatura que mostra que os níveis de  $\text{SO}_2$  na atmosfera diminuiram significativamente nas últimas décadas.

A ligação entre a durabilidade do zinco e os níveis de  $\text{SO}_2$  na atmosfera foram ilustrados claramente na Suécia. Dados similares foram registrados em outros países<sup>10</sup>.

Esta tendência à queda e subsequentes melhorias no desempenho do zinco aumentam consideravelmente a contribuição do aço galvanizado a um desenvolvimento sustentável, fornecendo, sem nenhum custo adicional, estruturas mais duráveis para abrigo, infraestrutura, transporte e muitas outras aplicações.

Com a presença de zinco, os índices de corrosão são normalmente menos de  $1\mu\text{m}$  por ano na maioria dos países europeus, e um revestimento típico, de  $85\mu\text{m}$ , pode proporcionar muitas décadas de vida útil sem necessidade de manutenção. (em ambientes rurais e urbanos)<sup>11</sup>.

Para ambientes mais agressivos, é possível produzir revestimentos mais espessos em estruturas de aço, com um aumento correspondente da vida útil do revestimento.



Pequenos volumes de água são utilizados para produzir e cobrir tanques de enxaguamento e outros tanques utilizados no processo. Em alguns casos, é possível atender a todas as exigências referentes à utilização de água no processo mediante a coleta águas pluviais no local. A água é coletada pelo sistema de calhas e armazenada para utilização posterior.



As cinzas de zinco (também chamadas de borras) e o dross produzidos no banho galvanizador podem ser totalmente reciclados no local ou por especialistas em reciclagem. Algumas instalações possuem pequenas fornalhas que recuperam o zinco encontrado nas cinzas resultantes do processo de galvanização. Este zinco pode ser diretamente reinserido no banho galvanizador sem ao menos deixar o local de produção.



Fornalhas de galvanização modernas são controladas por computador e extremamente eficientes.



Gases de combustão residuais também são utilizados para aquecer tanques de pré-tratamento ou para secar o aço limpo antes de sua imersão no banho galvanizador. Outros avanços em termos de eficiência e controle do processo incluem regeneração em processo de ácidos e soluções de fundente.



## SEÇÃO QUATRO

### TÍTULO MATÉRIA-PRIMA DE GALVANIZAÇÃO - ZINCO



#### Produção de zinco

80% das minas de zinco estão sob a terra, 8% são do tipo a céu aberto e o restante é uma combinação de ambos. É raro encontrar minério, durante os trabalhos de mineração, que seja rico o suficiente para ser utilizado diretamente por instalações de redução e refino de minérios; antes, o minério precisa ser concentrado. O minério de zinco contém entre 5 e 15% de zinco. Para esse trabalho de concentração, o minério é primeiramente triturado e depois moído para otimizar a separação do zinco de outros minerais.

Normalmente, um concentrado de zinco contém aproximadamente 55% de zinco, geralmente na forma de sulfeto de zinco.

Tipicamente, a concentração de zinco é feita no local de extração para manter os custos de transporte o mais baixo possível para as instalações de redução e refino.

Em seguida, os concentrados de zinco são ustulados ou sintetizados, para transformar o sulfeto de zinco em óxido de zinco. Depois, os óxidos de zinco são processados, utilizando processos pirometalúrgicos ou, mais comumente, hidrometalúrgicos para produzir o metal zinco. Os produtos mais comuns são o zinco HG (com 99,95% de zinco) e o zinco SHG (com 99,99% de zinco).

#### O compromisso da indústria de produção de zinco com o desenvolvimento sustentável

Além da adoção do Estatuto de Sustentabilidade em 2011, os membros da Associação Internacional do Zinco (IZA) definiram um plano de ação para que as atividades da indústria do zinco se harmonizem com os princípios de sustentabilidade. Os principais elementos da estratégia de sustentabilidade da IZA incluem:

- avaliação de tendências futuras e desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para o zinco
- desenvolvimento e comunicação de um entendimento pleno sobre os impactos do zinco no meio ambiente e sua essencial contribuição à saúde humana e ecossistemas, com base em avaliações científicas de risco fundamentadas que sejam apropriadas para o zinco
- garantia de utilização eficiente de recursos para produzir e reciclar o zinco
- redução do uso de energia em todos os processos da cadeia de valor
- controle das emissões de zinco em fontes pontuais ou difusas
- produção conforme normas ambientais e sociais adequadas em todas as partes do mundo
- desenvolvimento de uma política integrada de produtos para todo o ciclo de vida útil do zinco

Mais informações sobre a implantação da estratégia de sustentabilidade da IZA podem ser encontradas no site <http://www.zinc.org/sustainability>

#### O zinco e a saúde

Todos os seres vivos precisam de zinco - ele é um elemento essencial. A quantidade de zinco presente na natureza varia imensamente; portanto, os seres vivos possuem processos naturais para regular sua absorção. Casos de deficiência ocorrem quando a quantidade de zinco disponível é insuficiente para atender às necessidades de um organismo. Isso ocorre tanto no ambiente quanto na nutrição humana. Estima-se que quase metade da população mundial está em risco de apresentar deficiência de zinco e medidas estão sendo tomadas para aumentar o consumo de zinco das crianças em situações extremas de pobreza<sup>12,13</sup>.

A deficiência de zinco em solos utilizados na agricultura também é um problema comum em todos os continentes, o que leva a ineficiências na produção de alimentos e matérias-primas<sup>14</sup>.

# TODOS OS SERES VIVOS PRECISAM DE ZINCO - ELE É UM ELEMENTO ESSENCIAL

O zinco melhora a nossa memória e raciocínio, interagindo com outros elementos químicos e enviando mensagens ao centro sensorial do cérebro.

O zinco também pode reduzir a fadiga e alterações de humor.

Devido ao fato de que o zinco é utilizado para gerar células, ele é particularmente importante durante a gravidez, para que o feto, cujas células se dividem rapidamente, cresça normalmente.

Em mulheres, o zinco pode ajudar a tratar problemas menstruais e aliviar sintomas de síndrome pré-menstrual.

O zinco é vital para o paladar e o olfato, necessário para a renovação de células epiteliais e para manter nossos cabelos e unhas saudáveis.

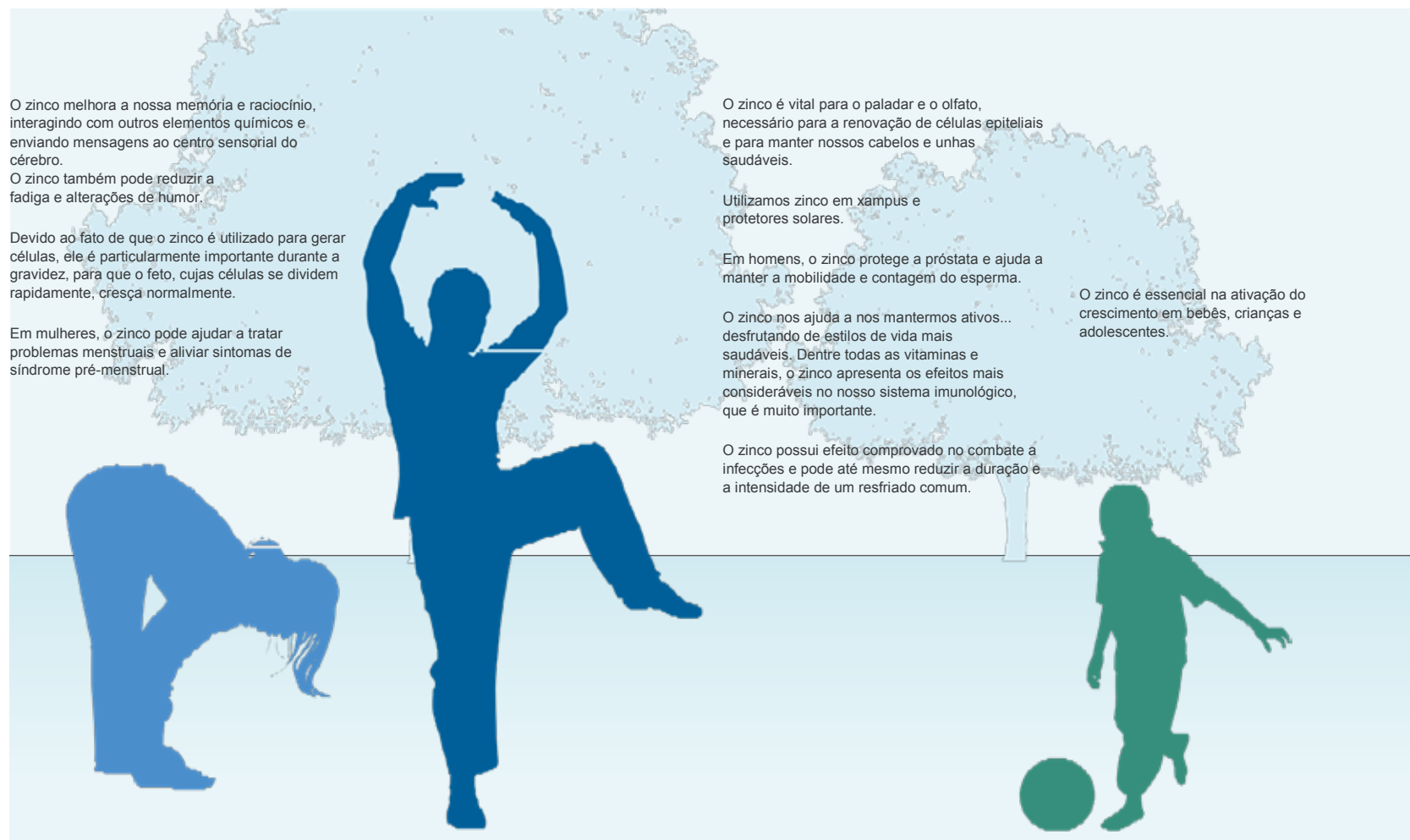
Utilizamos zinco em xampus e protetores solares.

Em homens, o zinco protege a próstata e ajuda a manter a mobilidade e contagem do esperma.

O zinco nos ajuda a nos mantermos ativos... desfrutando de estilos de vida mais saudáveis. Dentre todas as vitaminas e minerais, o zinco apresenta os efeitos mais consideráveis no nosso sistema imunológico, que é muito importante.

O zinco possui efeito comprovado no combate a infecções e pode até mesmo reduzir a duração e a intensidade de um resfriado comum.

O zinco é essencial na ativação do crescimento em bebês, crianças e adolescentes.





O zinco na natureza

O zinco, como todos os outros metais, é um componente natural da crosta terrestre e parte inerente de nosso meio ambiente. O zinco não está somente presente em rochas e no solo, mas também no ar, na água e na biosfera - plantas, animais e seres humanos. O zinco é constantemente transportado pela natureza, num processo chamado de ciclo natural. Chuva, neve, gelo e vento provocam a erosão de rochas e solos que contêm zinco. O vento e a água carregam pequenas quantidades de zinco para lagos, rios e mares, onde ele fica coletado como sedimento ou continua a ser transportado. Fenômenos naturais, como:

- erupções vulcânicas
- incêndios florestais
- tempestades de areia
- vapor de água do mar

contribuem com o ciclo contínuo do zinco na natureza<sup>15,16</sup>. Durante o decorrer do processo evolutivo, todos os seres 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. Por exemplo, a quantidade de zinco na crosta terrestre varia de 10 a 300 miligramas por quilo, e o zinco nos rios varia entre menos de 10 microgramas até mais de 200 microgramas. Da mesma forma, as folhas caídas no outono ocasionam um aumento nos níveis de zinco no solo e na água.

Anualmente, um rio de tamanho médio na Suécia transporta mais de dez toneladas de metais ao mar devido a processos naturais de desgaste e lixiviação de rochas matrizes.

Níveis naturais de zinco no meio ambiente

Ar (ambiente rural)	0,01 - 0,2 µg m <sup>3</sup>
Solo(em geral)	10 - 300 mg/kg peso seco
Ígnea Basáltica -	28 - 240 ppm
Ígnea Granítica -	5 - 140 ppm
Xistos e argilas	18 - 180 ppm
Arenitos	2 - 41 ppm
Xisto negro	34 - 1500 ppm

Corpos minerais	5 - >15%
Mar aberto	0,001 – 0,06 µg/l
Áreas costeiras/mares interiores	0,5 – 1 µg/l
Rios aluviais de planície	5 – 40 µg/l
Rios de montanha	< 10 µg/l
Grandes lagos	0,09 – 0,3 µg/l
Riachos em áreas altamente	200 µg/l

O zinco no meio ambiente

Embora o zinco seja reconhecido por seus efeitos positivos para seres humanos e ecossistemas, é importante evitar concentrações muito altas no meio ambiente. As emissões industriais de zinco vêm diminuindo continuamente nas últimas décadas.

Em locais onde é possível haver altas concentrações de zinco, como em áreas altamente mineralizadas, a natureza apresenta capacidades incríveis de adaptação. A natureza também possui mecanismos para ligar o zinco, reduzindo sua biodisponibilidade. A biodisponibilidade é definida como "a quantidade ou concentração de um elemento químico (metal) que pode ser absorvido por um organismo, criando, dessa forma, um potencial de toxicidade ou a concentração necessária à sobrevivência" (Parametrix, 1995). No entanto, isso não é simplesmente uma função da forma química da substância. É uma questão influenciada principalmente pelas características do ambiente receptor. Logo, fatores como dureza e pH da água precisam ser considerados.

São estes os efeitos da biodisponibilidade que explicam as razões pelas quais concentrações aparentemente altas de zinco em solos ao redor de grandes estruturas galvanizadas, como torres de transmissão de eletricidade, não produzem os efeitos tóxicos que podem ser alcançados em laboratório.

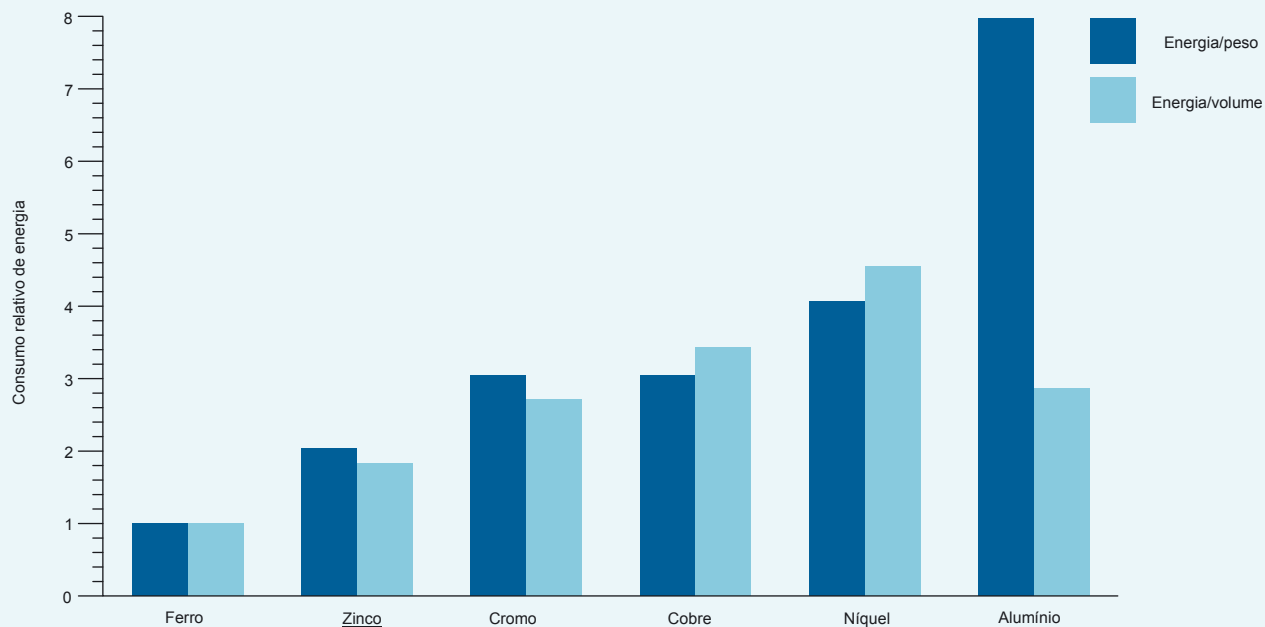
Estes fatores foram há muito reconhecidos como importantes, mas não havia conhecimento científico suficiente para proporcionar uma previsão quantitativa da biodisponibilidade do zinco sob um conjunto determinado de condições.

Para lidar com essa questão, a indústria de galvanização contribuiu com pesquisas de grande amplitude para desenvolver modelos preventivos claros para quantificar a biodisponibilidade do zinco em águas, sedimentos e solos<sup>17</sup>.

Há estudos específicos sobre contaminação do solo e da água resultantes da corrosão de produtos galvanizados em ambientes externos. Mesmo em locais onde há muitas fontes de zinco, como margens de estradas (ali, o zinco pode advir de resíduos de pneus, lubrificantes, corrosão e desgaste das estradas), estes estudos mostraram que essas liberações não resultam em efeitos adversos.

A Divisão de Ciências de Corrosão do Real Instituto de Tecnologia (KTH), em Estocolmo, vem estudando o impacto ambiental de materiais de cobertura feitos de zinco, cobre e aço inoxidável<sup>18</sup>. Quando chove, as substâncias criadas pela corrosão da superfície das coberturas são soltas. A quantidade de metal que pode ser liberada depende de uma série de fatores, como índices de poluição, composição química e pH da chuva, assim como sua duração e intensidade.

Os metais que se encontram na água em escorrimento, caindo das extremidades das coberturas, são principalmente íons livres. Os cientistas do KTH descobriram que, depois que a água penetra através do solo ou entra em contato com concreto ou calcário, mais de 96% do conteúdo metálico foi removido. A maioria dos metais se liga muito rapidamente quando em contato com o solo e o restante dos metais na água possui uma biodisponibilidade baixa, apresentando um baixo potencial de efeitos ambientais.



Embora somente uma pequena parte do zinco seja utilizada para conservar a energia incorporada do aço, uma importante consideração a ser feita sobre a vida útil da galvanização diz respeito à energia utilizada para produzir o zinco.

A Agência Sueca de Proteção ao Meio Ambiente comparou as exigências relativas de energia de metais de base comuns e descobriu que, com exceção do ferro (a base do aço) o zinco é o que necessita de menos energia - tanto por unidade de peso quanto por volume<sup>19</sup>

A energia utilizada na produção de zinco eletrolítico é distribuída da seguinte forma: aproximadamente 7% para mineração e processamento mineral; 89% para eletrólise e 4% para fundição.

Uso de energia na produção primária (refinada) de vários metais de base com relação a peso e volume. Energia utilizada para ferro/aço indicada em uma barra nos dois casos.

(fonte: Agência Sueca de Proteção ao Meio Ambiente)



### Reciclagem do zinco

—

O zinco é um metal não ferroso e inerentemente reciclável que pode ser reaproveitado indefinidamente sem qualquer tipo de perda de capacidades químicas ou físicas. Atualmente, aproximadamente 70% do zinco se origina do refinamento primário de minérios de zinco (incluindo 10-15% de fontes recicladas) e cerca de 30% se origina diretamente de zinco reciclado (o que representa 80% do zinco disponível para reciclagem). Os índices de reciclagem continuam a crescer à medida que as tecnologias são aprimoradas. O longo tempo de vida útil de produtos de aço revestidos com zinco em construções faz com que previsões referentes a seu aparecimento em fluxos de resíduos seja algo difícil de elaborar; portanto, mais esforços serão necessários neste ponto.

### Reservas de zinco

—

O zinco é o vigésimo sétimo elemento mais comum na crosta terrestre. O zinco é um elemento naturalmente abundante no planeta. Estima-se que uma milha cúbica de água do mar contenha uma tonelada de zinco. Também estima-se que a primeira milha da crosta terrestre sob a terra contenha 224.000.000 de toneladas de zinco, com outras 15 milhões de toneladas depositadas nos leitos dos oceanos. Entretanto, tais estimativas não consideram se a exploração desses recursos é aceitável do ponto de vista econômico ou ambiental.

As reservas de zinco - assim como de qualquer outro recurso natural - não representam uma quantidade fixa armazenada na natureza. Elas são determinadas pela geologia e pela interação entre economia, tecnologia e política. O termo Reservas denota a porção de recursos mapeados e medidos que podem vir a ser utilizados num momento atual ou futuro.

Logo, as reservas refletem o estado de conhecimento e tecnológico, além do valor do zinco em determinada época. Estes recursos naturais são progressivamente aumentados pelo fornecimento de zinco reciclado. Reservas comprovadas de zinco aumentaram significativamente desde a década de 50 do século passada, à medida que novos corpos minerais foram sendo descobertos em muitas áreas do mundo.

Portanto, a sustentabilidade das reservas de minério de zinco não pode ser julgada somente pela extrapolação do tempo de vida combinado das minas de zinco atualmente. Apesar do aumento do consumo de zinco entre 1995 e 2005, as reservas mundiais de zinco aumentaram substancialmente no mesmo período, conforme indicado na tabela.

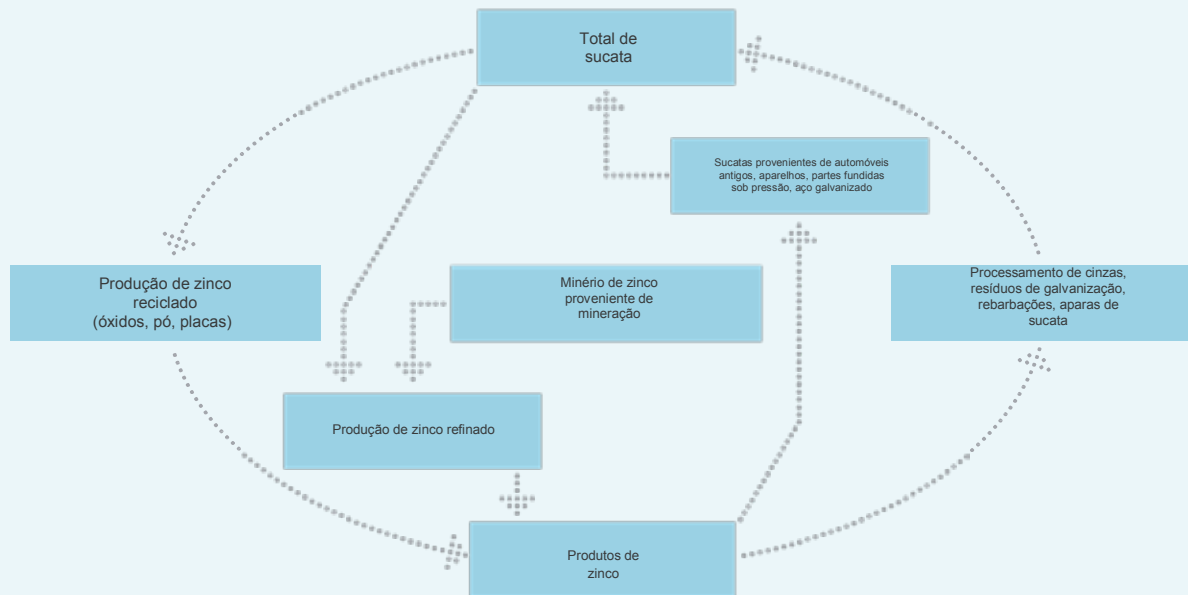
Ano	Reservas <sup>1</sup>	Base de reserva <sup>2</sup>
1995	140.000.000 mt	330.000.000 mt
2005	220.000.000 mt	460.000.000 mt
Aumento	57,14%	39,4%

Fonte: Pesquisa Geológica - EUA.

1. O termo Reservas é definido como "a parte da base de reservas que pode ser economicamente extraída ou manufaturada à época de averiguação.
2. O termo Base de reservas é definido como "a parte de um recurso identificado que atende a critérios químicos e físicos mínimos específicos relacionados a práticas atuais de produção e mineração, incluindo classificação, qualidade, espessura e profundidade.



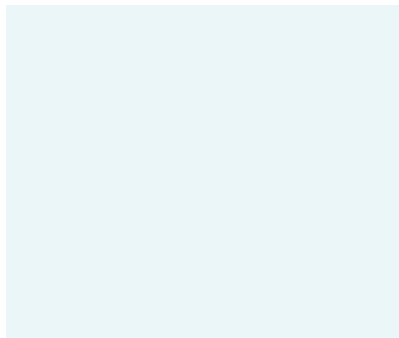
O ZINCO É UM METAL NÃO  
FERROSO E INERENTEMENTE  
RECICLÁVEL QUE PODE SER  
REAPROVEITADO  
INDEFINIDAMENTE



Ciclo de reciclagem do zinco

## SEÇÃO CINCO

### TÍTULO CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS: EXPLICAÇÕES



Ao escolherem os produtos e materiais de construção, arquitetos, especificadores e clientes se preocupam cada vez mais com questões ambientais. Isso é possível graças a regras, regulamentações e políticas que impõem esta dinâmica ou graças a decisões verdadeiramente éticas destinadas a assegurar que edifícios atinjam o maior grau de sustentabilidade possível.

No entanto, há muitas desinformações e mal-entendidos sobre o que realmente são edifícios ecológicos ou sustentáveis.

Como tomar decisões bem embasadas sobre os materiais a serem utilizados e como estabelecer parâmetros para validar tais decisões? Com as políticas e o raciocínio referentes a construções sustentáveis mudando de maneira tão rápida, existe algum grau de exatidão sobre o que seria o melhor a ser feito?

Muitos fornecedores falam sobre as credenciais ecológicas de seus produtos. Edifícios recebem prêmios por serem "verdes", mas depois são atacados por apresentar um desempenho ambiental inferior.

Saber diferenciar entre o que é bom para o meio ambiente e o que se tornou conhecido como "lavagem verde" não é sempre uma tarefa fácil.

"Este termo (lavagem verde) é geralmente utilizado quando uma quantidade muito significativa de dinheiro foi gasta com publicidades voltadas para ecologia, mais do que o que foi gasto com recursos voltados para boas práticas ambientais. Isso normalmente é retratado com a mudança do nome ou rótulo de um produto, para expressar uma sensação de natureza - por exemplo, colocando a imagem de uma floresta em uma garrafa de produtos químicos perigosos." (Wikipédia)

Os esforços científicos para avaliar e minimizar os impactos ambientais de galvanizados foram baseados na análise de dados reais, não se tratando de "lavagem verde", já que qualquer alegação pode ser embasada com dados científicos submetidos à avaliação por outros cientistas. No entanto, não é fácil comparar produtos e materiais, já que existem diversos métodos de análise e diversas alegações feitas. Ainda não existem condições equitativas para comparar credenciais ecológicas, embora elas possam surgir com o tempo.

Internacionalmente, há uma diferença substancial entre o que pode ser visto como sustentável em um país e o que é sustentável em outro.

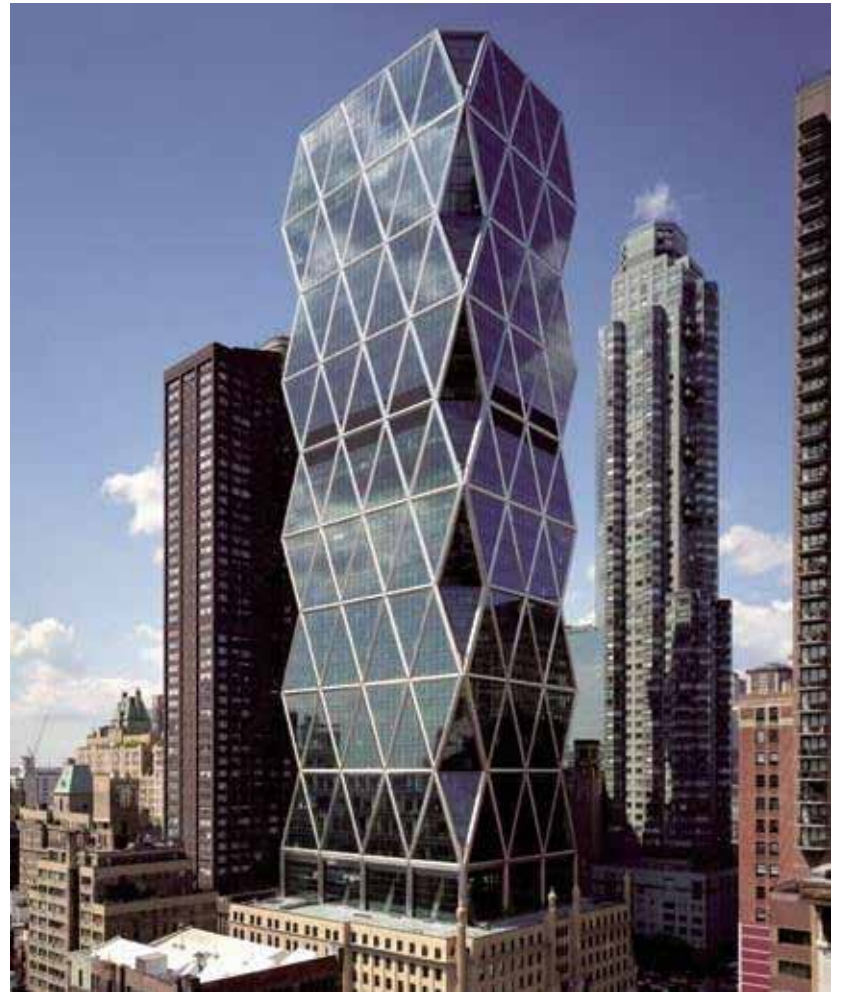
Alguns não veem problema com estas variações, argumentando que as condições locais variam e que diferentes critérios serão aplicáveis de acordo com as condições locais. Porém, todos vivemos num mesmo planeta, mesmo que nossa velocidade de consumo requeira três ou quatro! O consumo excessivo de energia e recursos em Paris terá o mesmo impacto na poluição dos mares e na deterioração da camada de ozônio do que uma construção em Tóquio ou no Rio de Janeiro. Com isso, parece surpreendente o fato que existam tão poucos esforços de harmonização de normas internacionais referentes a construções sustentáveis.

#### Variação de Interpretação

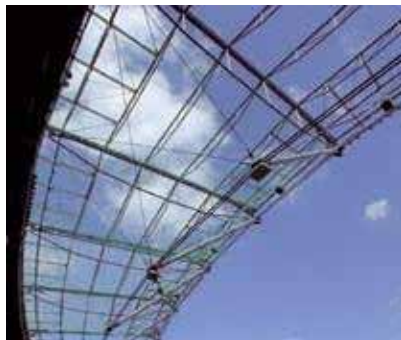
Uma revisão da literatura sobre construções ecológicas revela que há uma ampla variedade de interpretações disponíveis. Algumas são bastante tecnocráticas, enquanto outras fazem referência a ideias místicas de uma nova era! É raro encontrar uma abordagem holística adotada na qual todos os aspectos dos impactos ambientais sejam considerados. Alguns equiparam as questões ambientais a problemas de economia de energia ou melhoria de serviços prediais. Muitas pessoas associam construções ecológicas à implantação de energias renováveis em edifícios e adotando um modelo de microgeração de energia. Em muitos casos, os materiais utilizados estão na parte inferior na lista de preocupações de designers e clientes. Por outro lado, muitos defendem o uso de fardos de palha e lama para criar edifícios de baixo impacto, utilizando apenas materiais naturais.

A pluralidade de abordagens também pode ser encontrada quando se analisam as ferramentas e métodos de avaliação de impacto ambiental. Alguns se concentram em sistemas de avaliação de edificações e outros para materiais, como se fossem dois elementos distintos - quando, na verdade, eles estão completamente interrelacionados. A outra diferença é se as ferramentas de verificação servem para projetar edificações ou para avaliá-los depois de construídos. Caso os sistemas de avaliação não sejam úteis enquanto ferramentas de criação, elas estarão, dessa forma, apenas medindo o impacto após os danos terem sido infligidos. Quando indagações são feitas, elas são devidamente analisadas depois que o prédio é terminado? Qual seria o nível de utilidade destas ferramentas e métodos de avaliação em projetos de construção de edifícios e no processo de tomada de decisões? Eles auxiliam na seleção dos materiais?

HÁ MUITAS DESINFORMAÇÕES E MAL-  
ENTENDIDOS SOBRE O QUE  
REALMENTE SÃO EDIFÍCIOS  
ECOLÓGICOS OU SUSTENTÁVEIS.



A Hearst Tower é um dos edifícios comerciais mais ecológicos dos Estados Unidos até o momento, construído com 90% de aço reciclado e projetado para economizar 1,7 milhões de galões de água anualmente por meio da coleta e reciclagem de águas pluviais.



#### **Há uma demanda por um guia de ferramentas de avaliação ambiental para os consumidores.**

—  
A Comissão Europeia determinou que a Organização Europeia de Normalização (CEN) desenvolvesse um sistema padronizado para avaliação do desempenho ambiental de edificações<sup>20</sup>. Este trabalho começou em 2004 e espera-se que ele termine no final de 2009. Enquanto isso, muitos outros sistemas foram desenvolvidos, adequados às circunstâncias de cada país, como o Ecoquantuum (Holanda); LEGEP (Alemanha)<sup>21</sup> e o Haute Qualité Environnementale (França). Na Espanha, o sistema US LEED é utilizado para avaliar construções sustentáveis em projetos públicos.

No Reino Unido e nos Estados Unidos, líderes como a BREEAM<sup>22</sup> e a LEED<sup>23</sup> dominam a área. Embora esses dois sistemas sejam bastante conhecidos, a seleção dos métodos e materiais de construção representa apenas uma pequena parte da ferramenta. Em geral, considera-se que a BREEAM e a LEED façam uma contribuição útil para o avanço da causa dos edifícios ecológicos, mas elas não estão livres de críticas.

Muitos alegam que um selo de aprovação da LEED não garante que determinado edifício receba elogios por seu design ecológico. Geralmente, profissionais da indústria reclamam que o sistema de crédito oferece reconhecimento por uso de energia de forma desigual. Por exemplo, devido ao fato de que cada crédito LEED equivale a um ponto (de um total de 69), é possível que o edifício receba 26 pontos - suficientes para um selo de certificação - sem obter nenhum ponto referente à eficiência em energia.

Esta é, provavelmente, a métrica de caráter ecológico mais importante, e críticos notam que esta brecha abre caminho para que proprietários descuidem de alguns elementos ecológicos - desde uma cobertura verde até vagas de estacionamento para veículos híbridos - na cobertura de um edifício convencional para poder facilmente acumular pontos LEED.

Em 2004, A Aliança pela Construção Verde, uma coalizão de grupos ambientais sediada em Pittsburgh, compilou uma pesquisa eletrônica anônima envolvendo arquitetos, engenheiros, empreiteiras, e outros que executaram projetos de construções ecológicas. Numa construção realizada recentemente, um dos participantes recebeu um ponto LEED por ter instalado uma ciclovia de 395,00 USD, a mesma pontuação obtida por um sistema de recuperação de aquecimento que custa 1,3 milhões de dólares, e que ajudaria o proprietário a economizar 500.000,00 USD por ano em custos com energia.

O Conselho Americano de Construção verde promove o sistema LEED de avaliação e um Conselho de Construção Verde também foi estabelecido no Reino Unido. Organizações similares também existem na Austrália e em outros países. Além desses métodos gerais de avaliação de edificações, existe uma série de sistemas para avaliar o impacto ambiental dos materiais. Tais sistemas são ocasionalmente considerados na questão das ferramentas de avaliação de projetos de construção, embora não em todos os casos.

Em 1988, uma Diretriz sobre Produtos de Construção<sup>24</sup> foi adotada pela União Europeia e atualmente ela é objeto de consideração para eventuais modificações. Tinha-se a esperança de que isso conduziria a uma harmonização dos padrões ambientais para produtos de construção em toda a Europa.

Embora muitos produtos de construção tenham atualmente a marca "CE", isso não indica qualquer orientação com relação à sua proveniência ecológica. Embora várias medidas da UE tenham impulsionado a questão da construção sustentável, especialmente no tocante à pressão para reduzir a poluição e eliminar produtos químicos tóxicos das construções, não houve uma estratégia mais ampla na questão das construções sustentáveis.

#### **Ferramentas para avaliação do desempenho ambiental**

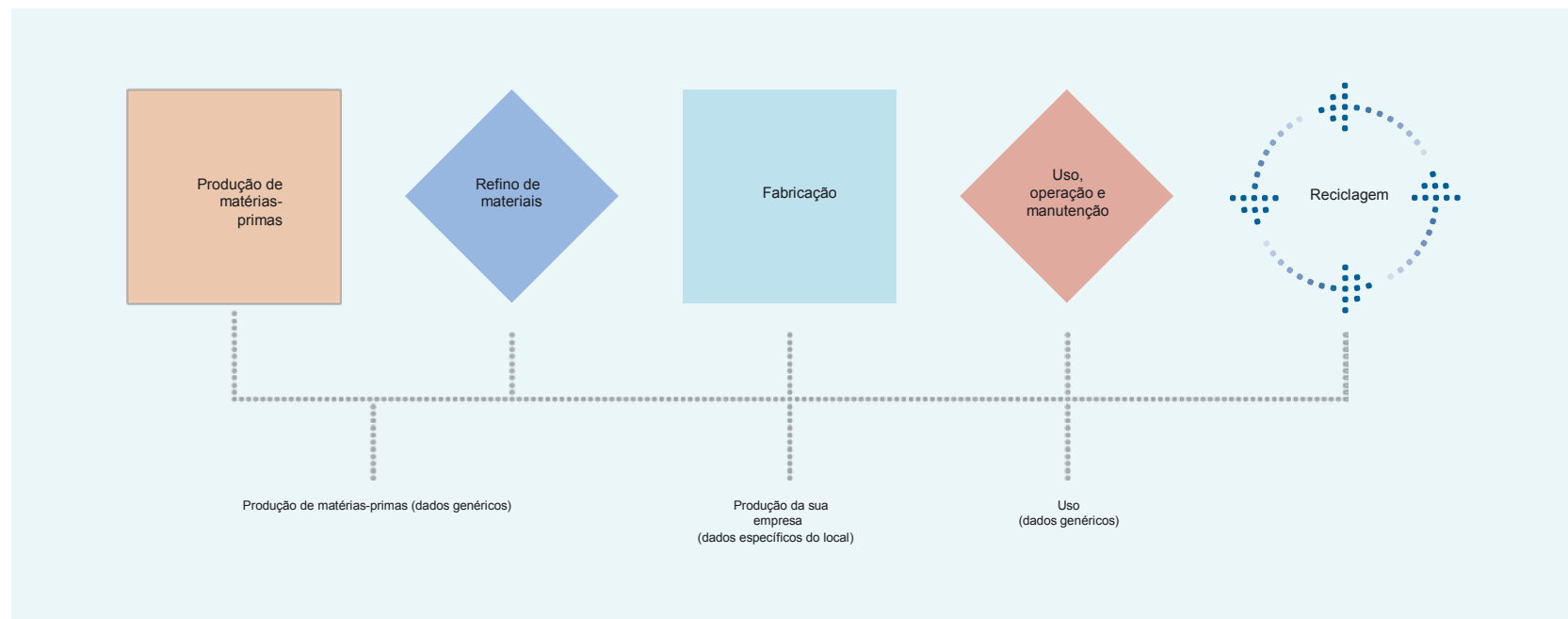
—  
Existem duas importantes ferramentas utilizadas para avaliar o desempenho ecológico de produtos de construção - as Declarações Ambientais de Produtos (EPDs) e a Avaliação do Ciclo de Vida de Produtos (LCA).

Na verdade, essas duas ferramentas estão intimamente ligadas, já que a EPD utiliza a LCA para calcular a magnitude das categorias de impacto que estão incluídas nas declarações.

Para que os LCAs e os EPDs possam ser aplicados em determinado processo ou produto, é necessário haver dados para a Análise de Inventário de Ciclo de Vida (LCI) que sejam confiáveis e que reflitam as condições exatas.



## ELEMENTOS ESSENCIAIS DE UM INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA COMPLETO PARA PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO



O que é a avaliação do ciclo de vida?

"A avaliação do ciclo de vida é um processo para avaliar os ônus ambientais relacionados a um determinado produto, processo ou atividade, identificando e quantificando a energia e materiais utilizados, além dos resíduos despejados no ambiente, para avaliar o impacto da utilização da energia, dos materiais e o despejo de resíduos no meio ambiente, além de identificar e avaliar oportunidades para influenciar melhorias ambientais.

Esta avaliação inclui o ciclo de vida total do produto, processo ou atividade, englobando a extração e processamento das matérias-primas, produção, transporte e distribuição, uso e manutenção, reciclagem e descarte final.





### Avaliação do ciclo de vida

A Avaliação do Ciclo de Vida (LCA) é definida nos termos da norma ISO 14040<sup>25</sup>, na qual o uso de recursos e as emissões de um determinado produto são avaliados "do berço ao portão" e "do berço ao caixão", sendo normalizadas tomando por base uma unidade funcional ou metro quadrado de proteção de um determinado produto de aço durante um período de tempo específico.

As LCAs podem ter custos altos, mas possuem a vantagem de possibilitar comparações entre uma ampla variedade de impactos ambientais (não apenas emissões de carbono e consumo de energia). A desvantagem é que a LCA consome muito tempo, é cara e complexa, e os resultados são muitas vezes difíceis de interpretar. Por exemplo, profissionais e clientes podem acabar tendo que tomar decisões próprias sobre a importância relativa de emissões elevadas de carbono para um produto e sobre uma alta toxicidade ambiental para outro produto.

A LCA permite comparações entre produtos que possuem a mesma finalidade, como revestimentos para produtos metálicos. Todavia, o uso da LCA para revestimentos é uma característica relativamente nova e há poucos casos de estudos de LCA que permitem comparação direta nesta área e que possuam unidades funcionais, cronogramas, condições operacionais, limites e outras variáveis distintas que estejam sendo utilizados por organizações comerciais, universidades e órgãos governamentais.

Bases de dados comerciais que possuam Inventários de Ciclo de Vida (LCIs) para elementos de fabricação e ônus ambientais relacionados à criação de um produto podem ser utilizados para elaborar LCAs. A transmissão de pesquisas com LCIs é facilitada pela EcoSpold, um formato difundido de troca de dados que estabelece uma ligação com o software de propriedade da LCA.

Parece sensato seguir as tendências atualmente em curso (ou previstas) para outros produtos de construção e calcular a energia incorporada e outros impactos ambientais para produtos galvanizados.

Isso permitiria que produtos galvanizados fossem listados juntamente com opções alternativas e comparados a elas. Porém, conforme mencionado acima, as comparações mais completas são entre estruturas completas que prestam serviços equivalentes.

O interesse gradual da mídia em questões climáticas influenciou o desenvolvimento e elaboração de informações ambientais comparáveis e de qualidade assegurada. Isto foi identificado antecipadamente pela Organização Internacional para Padronização (ISO), que desenvolveu um padrão para informações sobre o desempenho ambiental de produtos e serviços, as chamadas declarações ambientais de produtos (EPD).

### Declarações ambientais de produtos

As declarações ambientais de produtos (EPDs) são definidas como "dados ambientais quantitativos referentes a um determinado produto com categorias pré-estabelecidas de parâmetros com base no conjunto de padrões estabelecidos pela norma ISO 14040, sem excluir informações ambientais adicionais".

A forma mais rigorosa de EPD é o tipo III (de acordo com a norma ISO 14025) - segundo a qual o desempenho do produto deve ser corroborado por uma LCA, é válido por um período fixo, com verificação independente, e deve ser atualizada em casos de mudanças significativas dos processos.

A exigência por informações ambientais baseadas em fatos e com garantia de qualidade aumentou nos últimos anos. Isso é particularmente importante no contexto dos debates acalorados que ocorrem atualmente sobre mudança climática, nos quais inúmeros relatórios publicados recentemente transmitem informações bastante distintas no tocante à magnitude de nossas emissões de gases de efeito estufa e suas futuras consequências para a humanidade. O controle da redução de emissões de CO<sub>2</sub> se tornou uma prioridade para muitas organizações. Esta tendência possibilitou o surgimento de novos métodos de redução de emissões de CO<sub>2</sub>, como rotulagem ambiental de alimentos, produtos e serviços com "impacto neutro" no clima e edifícios com "emissão zero" de carbono.

**Explicação de alguns termos essenciais**

**Carbono incorporado**

é a quantidade total de emissões de dióxido de carbono (ou substâncias equivalentes) associada à energia incorporada de um produto. (C CaLC 2006).

**Pegada de carbono**

Pegada de carbono é uma medida do impacto de atividades humanas no meio ambiente no tocante à quantidade de gases do efeito estufa produzidos, medidos em unidades de dióxido de carbono.

**Energia incorporada**

é a soma total de energia primária consumida na fabricação e fornecimento de produtos. Normalmente, isso também incluiria a energia utilizada na extração, processamento e refino, transporte, produção, embalagem e entrega em condições imediatas de uso, sem processamentos adicionais. Existem duas categorias de energia incorporada: "do berço ao portão" e "do berço ao caixão". Neste caso, "portão" se refere ao portão da fábrica onde o produto é manufaturado. A diferença entre as duas definições é a energia associada ao transporte do produto da fábrica ao local de uso. A maior parte das referências sugere que esta diferença é geralmente pequena, quando comparada aos valores "do berço ao portão".

A energia incorporada referente ao ciclo de vida é calculada através do método "do berço ao caixão", incluindo o uso de energia durante todo o ciclo de vida útil do produto, incluindo também a energia associada aos processos de fim de vida útil, descarte final e/ou reciclagem.

**Qual o significado de não renovável?**

Exemplos de recursos não renováveis são recursos de minérios e combustíveis fósseis, como carvão e petróleo. No sistema EPD", a tufa também é considerada um recurso não renovável.

Qual o significado de renovável? Recursos renováveis são aqueles cuja renovação é relativamente rápida. Exemplos incluem madeira, produtos agrícolas e recursos energéticos como: energia eólica, solar, das marés, hidrelétrica, das correntes marinhas e biomassa. A energia geotermal também é considerada renovável porque ela está disponível em quantidades muito grandes e ela dificilmente será esgotada.

**Recursos reciclados**

Recursos reciclados significam que eles já foram utilizados pelo menos uma vez. Caso um produto seja feito de recursos reciclados, somente os impactos associados à reciclagem do recurso são atribuídos ao produto.

**Aquecimento Global**

O aquecimento global é medido em quilogramas de equivalentes de CO<sub>2</sub>. O aquecimento global é o aumento gradual, no decorrer do tempo, da temperatura média da atmosfera e dos oceanos mundiais, o suficiente para induzir mudanças no clima do planeta. Este aumento da temperatura terrestre está associado ao aumento da emissão de gases como o CO<sub>2</sub>, metano, vapor d'água, óxido nitroso, CFCs, entre outros, com origem em atividades humanas, principalmente a queima de combustíveis fósseis. Em 1990, as emissões provenientes da Europa correspondiam a 8.700 kg de equivalentes de CO<sub>2</sub> por pessoa. Em comparação, a queima de 1.000 litros de gasolina num automóvel gera aproximadamente 2.500 kg de CO<sub>2</sub>.

**Smog Fotoquímico**

O potencial de criação fotoquímica de ozônio, ou smog estival (de verão), é medido em kg de equivalentes de eteno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>). Níveis de ozônio no nível do solo são suspensos por meio de uma reação envolvendo compostos orgânicos voláteis, como eteno, além de compostos de oxigênio ou óxidos de nitrogênio no ar sob influência da luz solar, o que é chamado de oxidação fotoquímica. Os efeitos na saúde humana incluem irritação dos olhos e mucosas, além de dificuldades de respiração . O ozônio no nível do solo também tem efeitos graves na vegetação, resultando em perdas na produção agrícola. Em 1990, as emissões provenientes da Europa correspondiam a 20kg de equivalentes de eteno por pessoa. Em comparação, a queima de 100 litros de gasolina num automóvel moderno gera cerca de 1kg de equivalentes de eteno.

**Eutrofização**

A eutrofização é medida a partir da quantidade do consumo de oxigênio causado por determinada substância quando lançado no ambiente. Por exemplo, nutrientes como nitrogênio lançados em lagos causam um aumento na produção de algas planctônicas. As algas precipitam até o fundo do lado e são quebradas com o consumo de oxigênio nas camadas inferiores, o que leva ao estabelecimento de um ambiente desprovido de vida no fundo do lago.

As fontes mais importantes de enriquecimento de nutrientes são o uso de fertilizantes na agricultura, as emissões de óxido de nitrogênio resultantes da produção de energia e águas residuais de casas e indústrias. Em 1990, as emissões provenientes da Europa correspondiam a 298kg de O<sub>2</sub> por pessoa. Em comparação, a queima de 1.000 litros de gasolina num automóvel gera um consumo de cerca de 10kg de oxigênio.

**Acidificação**

A acidificação é medida pela quantidade de íons de hidrogênio (H<sup>+</sup>) gerados quando uma substância é convertida em ácido. Estes ácidos (comumente referidos como chuva ácida) são mais conhecidos pelos danos causados a florestas e lagos. Também existem meios menos conhecidos através dos quais a chuva ácida prejudica ecossistemas de água doce e costeiros, solos e até mesmo antigos monumentos históricos; também pouco se conhece sobre os metais pesados que estes ácidos ajudam a despejar nas águas subterrâneas. As principais emissões de gases acidificantes causadas pelo ser humano são as de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e óxido nitroso (NO<sub>x</sub>) originárias de processos de combustão. Em 1990, as emissões provenientes da Europa correspondiam a 38.700 mol de H<sup>+</sup> por pessoa.

**Deterioração da camada de ozônio**

A deterioração de ozônio é medida em equivalentes de CFC-11. O ozônio presente na estratosfera (a última camada da atmosfera) funciona como uma camada de proteção contra a radiação ultravioleta, prejudicial à vida na terra. A emissão de gases CFCs e tetraclorometanos, entre outros, é responsável pela diminuição da concentração de ozônio na camada mais exterior da atmosfera, com consequências negativas para a vida no planeta, como o aumento dos casos de carcinoma de pele. Em 1990, as emissões provenientes da Europa correspondiam a 0,2 kg de equivalentes de CFC-11 por pessoa.

**Resíduos para reciclagem**

Resíduos para reciclagem incluem todo tipo de resíduo, como sucata, que são retirados da fábrica para serem utilizados novamente em outro produto, o que geralmente acontece após algum tipo de tratamento.

**O típico europeu**

É fácil entender o que os indicadores de impacto ambiental presentes nas EPDs significam quando comparados a outros indicadores. Uma possibilidade é compará-los às médias registradas para impactos ambientais referentes a uma pessoa vivendo na Europa em 1990. Em 1999, as emissões provenientes da Europa divididas pelo seu número de habitantes eram: 8.700 kg de equivalentes de CO<sub>2</sub>; 20kg de equivalentes de eteno; 298kg de O<sub>2</sub>; 38.700 mol de H<sup>+</sup>; 0,2 kg de CFC-11.

(explicações baseadas em informações fornecidas pelo site do projeto EDP Stepwise, patrocinado pela UE, COOP-CT-20004-513045. <http://extra.ivf.se/stepwiseEPD2/>)



### Por que utilizar EPDs?

—

Do ponto de vista do comprador, os EPDs têm como objetivo permitir comparações entre o desempenho ambiental de produtos similares. Além disso, os EPDs devem ser baseados em uma avaliação de ciclo de vida dos aspectos ambientais mais importantes de determinado produto.

Do ponto de vista do produtor ou fornecedor, existem duas boas razões para implantar EPDs:

- para aprender mais sobre os pontos fracos e fortes de um produto do ponto de vista ambiental, além de descobrir oportunidades de melhoria
- para determinar o perfil ambiental de um determinado produto de maneira objetiva e confiável

O fato de um produto possuir EPD não significa que o produto seja menos prejudicial ao meio ambiente que um produto concorrente. No entanto, isso demonstra que a empresa possui um conhecimento aprofundado sobre o desempenho ambiental de seu produto e que ela deseja compartilhar essa informação abertamente.

Qual a diferença entre dados genéricos e específicos?

—

Uma das dificuldades enfrentadas por especificadores ao tomar decisões acerca do que se utilizar é que a maior parte das informações ambientais está disponível apenas para produtos específicos, ou seja, para uma gama de produtos bastante limitada. Informações sobre materiais genéricos são muito mais difíceis de serem encontradas.

Todos os dados utilizados numa avaliação de ciclo de vida representam as características dos processos que compõem o sistema de produto objeto de estudo. Entretanto, a fonte dos dados pode ser específica, isto é, representando apenas o local em especial no qual o produto declarado é fabricado, ou genérica, ou seja, representando uma média de dados de tecnologias de processo utilizadas na produção do produto em questão.

### Interpretação de EPDs.

—

Não existe uma única maneira de interpretar os valores de EPDs. Os EPDs de dois produtos similares devem ser baseados nas mesmas regras de avaliação do ciclo de vida, possibilitando determinar qual dos dois é melhor do ponto de vista ambiental quando da comparação dos dados. Quando não há produtos similares para comparação, comparar os dados com os números de um típico europeu pode fazer com que tais dados se tornem mais inteligíveis. Às vezes, os EPDs contêm uma comparação entre o produto e sua versão mais antiga, ou entre o modo padrão de uso e um modo alternativo. Isso também pode facilitar a interpretação dos dados.

### Criando EPDs no sistema EPD®

—

o sistema internacional EPDs® é operado por um painel internacional que era originalmente dirigido pelo Conselho Sueco de Gestão Ambiental (SEMCO)<sup>26</sup>. O operador do programa é responsável pelo fornecimento de linhas gerais de orientação no tocante aos objetivos gerais e estrutura metodológica.

O sistema é parte da Rede Global das Declarações Ambientais de Produto Tipo III (GEDnet).

O sistema EPD® é apenas um dentre vários programas EPD disponíveis; porém, ele é o único programa atualmente com aplicabilidade em nível internacional. Do ponto de vista de uma empresa ou organização implantando um EPD, o procedimento geral inclui as seguintes etapas:

- considerar Regras da Categoria do Produto disponíveis (PCR) e elaborar um documento de PCR
- coletar e calcular informações baseadas em LCA, além de outros tipos de informação, para serem incluídas no EPD
- compilar informações para relatórios
- verificação e registro

Para conseguir acrescentar informações baseadas em LCA na cadeia de abastecimento e comparar EPDs, devem ser utilizadas regras similares de cálculo. No entanto, grupos de produtos podem apresentar desempenhos ambientais próprios e essas variações precisam ser incluídas nas regras de cálculo. Devido a essas diferenças, regras específicas de um determinado grupo de produto, chamadas regras da categoria do produto, podem precisar ser elaboradas.

**Iniciativa da EGGA -  
Inventário de ciclo de vida para galvanização  
geral**

Em 2005, a Associação Geral de Galvanizadores Europeus (EGGA) contratou a Life Cycle Engineering, localizada em Turim, Itália, para executar um estudo de inventário de ciclo de vida de produtos galvanizados que englobasse toda a Europa. O estudo elaborou um resultado para produtos galvanizados comuns, mas estabeleceu uma categoria de produto distinta para barreiras de proteção em autoestradas.

O objetivo do trabalho era apresentar conjuntos de dados de inventário de ciclo de vida para o processo de galvanização, ocasionalmente conhecido como "o serviço", utilizando dados apresentados por membros de Associações Nacionais filiadas à EGGA referentes às suas operações. Isso englobava quantificações de consumo médio de energia, consumo de recursos e

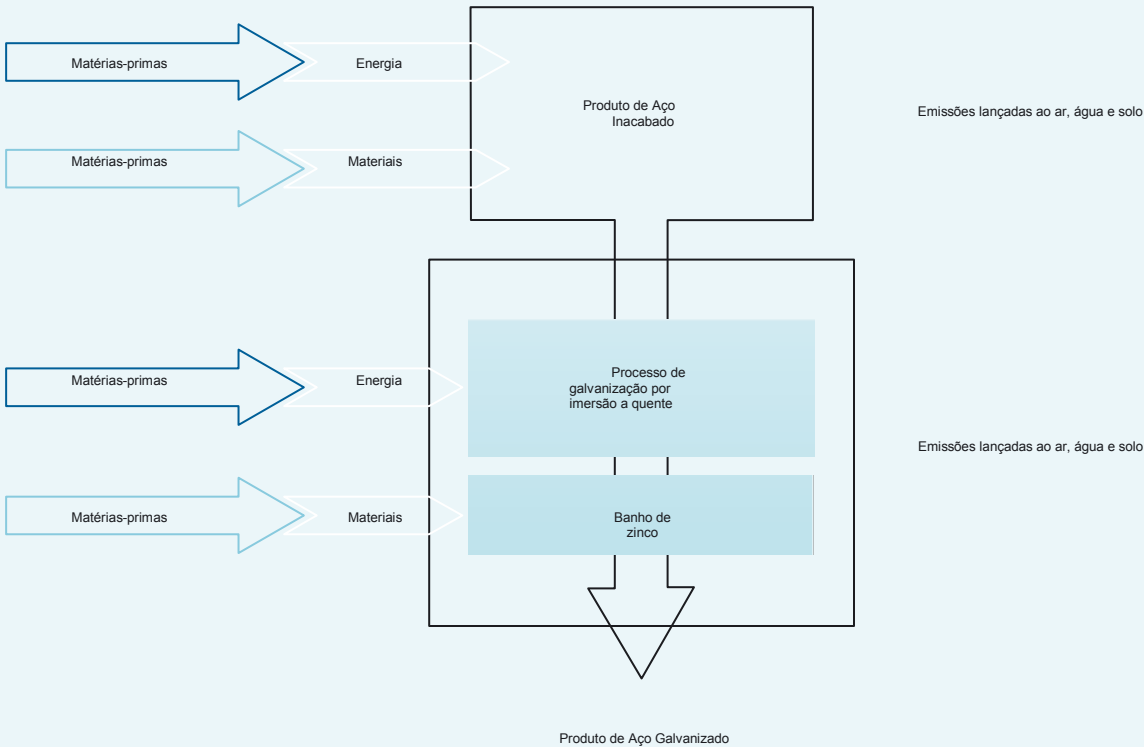
emissão de substâncias ao meio ambiente, resultando num LCI de uma amostra de processo em operação em diversas instalações na Europa, de acordo com os limites estabelecidos do sistema. A amostra englobava 937.000 toneladas de aço galvanizado em 46 instalações.

O sistema em análise tinha a finalidade de processar peças e produtos em aço para proteger a superfície do aço, isolando-a do ambiente. A unidade funcional foi expressa em 1 tonelada de produto de aço revestido com zinco.

Os resultados ambientais e de energia foram expressos tendo como referência a unidade funcional, mas uma ampliação da análise foi capaz de fornecer dados sobre o sistema, independentemente do produto de aço, voltando as atenções para "o serviço".

Esses resultados foram expressos em "1kg de liga de zinco preparado para finalidades de revestimento". Isso representa uma medida útil de custos ambientais e de energia relacionados ao "serviço".

Estes dados de LCI estão disponíveis, mediante solicitação à EGGA, para clientes e profissionais de LCA que desejem elaborar declarações ambientais de produto para um produto de aço galvanizado para construções.



LCI EGGA: visão geral do sistema





#### Regras da categoria do produto para elaborar EPDs para proteção contra corrosão de produtos de fabricados em aço

Uma PCR foi estabelecida para o aço galvanizado em 2006 e publicada pelo SEMCO. A PCR é aplicável a revestimentos metálicos, orgânicos e inorgânicos, assim como aço inoxidável e aço patinável.

A unidade funcional é um ano de proteção para uma determinada área de uma placa de aço. A PCR requer a declaração das seguintes categorias em um EPD relacionado:

- uso de recursos não renováveis
- uso de recursos renováveis
- aquecimento global (kg de equivalentes de CO<sub>2</sub>)
- depreciação do ozônio (kg de equivalentes de CFC-11)
- acidificação (mol de H<sup>+</sup>)
- eutrofização (kg de O<sub>2</sub>)
- formação de oxidantes fotoquímicos (kg de equivalentes de C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)

Atualmente, este documento de PCR está sendo utilizado como base de um EDP para o setor de galvanização, que será publicado em breve pela EGGA.

#### Declarações climáticas

Com o objetivo de angariar informações específicas de EPS para questões ambientais específicas, o sistema internacional EPD<sup>®</sup> apresenta as Declarações Climáticas, que concentra todos os seus aspectos relevantes em questões climáticas como todos os gases de efeito estufa e englobando o ciclo de vida por completo, desde a aquisição de material até o tratamento final de resíduos. Uma declaração climática é, de fato, um conceito global, já que ela trata de atividades humanas que normalmente ocorrem em diversos países do mundo como resultado do comércio internacional.

Existem muitas vantagens atreladas às declarações climáticas - elas são baseadas em métodos cientificamente fundamentados de coleta e interpretação de dados de ciclo de vida, são neutras, desenvolvidas e relatadas de maneira similar, as informações das diferentes declarações podem ser comparadas e as informações possuem qualidade garantida por meio de verificações e certificações externas.

Por meio de um registro oficial, tem-se fácil acesso a elas, estando disponíveis a todos.

Com essas características, as declarações climáticas devem ser encaradas como uma contribuição bem-vinda ao debate da mudança climática, trazendo para o mercado uma perspectiva holística, confiável e baseada em fatos sobre a influência que diversos produtos e atividades humanas exercem sobre o clima.



SEÇÃO  
SEIS

TÍTULO  
ESTUDO DE CASO NÚMERO 1

EXEMPLO DE LCA  
ESTRUTURAS  
DESTINADAS A  
VARANDAS

	Sistema com galvanização por imersão a quente	Sistema com pintura
Fabricação da Varanda	Sacada, balaustrada e telhado da varanda compostos por diversas lâminas de aço perfiladas, lâ mineral e grades de madeira. 4 escoras de aço CHS	Sacada, balaustrada e telhado da varanda compostos por diversas lâminas de aço perfiladas, lâ mineral e grades de madeira. 4 escoras de aço CHS
Processo de Revestimento	Galvanização por imersão a quente de 778kg de aço CHS nos termos da norma EN ISO 1461	Pintura eletrostática de 39m <sup>2</sup> de aço CHS (apenas superfícies externas)
Tempo de vida útil	3 ciclos de manutenção para substituir as grades de madeira e repintar o telhado a cada 15 anos. Nenhum tipo de manutenção necessária para as escoras de aço CHS.	3 ciclos de manutenção para substituir as grades de madeira e repintar o telhado e as escoras de aço CHS a cada 15 anos.
Fim de vida útil	Reciclagem do aço e zinco	Reciclagem do aço

1. Sistemas para comparação

Este estudo, finalizado em abril de 2004, foi executado pela Centro Finlandês de Pesquisas Técnicas VTT para a Associação Internacional do Zinco.

Os objetivos eram:

- fornecer bases para melhorias no desempenho do ciclo de vida de produtos de zinco
- estabelecer um desempenho ambiental para estruturas de aço galvanizadas por imersão a quente e para estruturas similares pintadas
- identificar a importância relativa da escolha do revestimento para impacto ambiental do ciclo de vida total de estruturas de aço

O VTT possui bastante experiência com a indústria finlandesa de construção no desenvolvimento de Declarações Ambientais de Produto (EPDs) para produtos de construção. O VTT também executou trabalhos anteriores sobre a avaliação do ciclo de vida para a indústria de galvanização da Finlândia. Isso forneceu uma base valiosa para o estudo.

Escopo e fonte de obtenção dos dados

Os sistemas "Producta" para varandas estudados na avaliação são produzidos pela Rannila Steel Oy, da Finlândia, e estão em produção desde 1996. Este leve sistema para varandas é normalmente fabricado com revestimento duplo (galvanização e pintura) em suas seções ocas circulares estruturais (CHS) e foram previamente estudadas pelo VTT para a elaboração de uma EPD para a varanda. Para avaliar os impactos da galvanização por imersão a quente e da pintura separadamente, duas especificações de revestimento foram definidas, para abranger o tempo de vida útil exigido de 60 anos (Figura 1).

As questões ambientais avaliadas foram questões mais comumente aplicadas em sistemas de classificação de "construções verdes" e EPDs - isto é, uso de energia, uso de recursos naturais e o impacto de emissões atmosféricas sobre o potencial de aquecimento global, acidificação e criação de ozônio fotoquímico.

As estimativas referentes a estes aspectos foram feitas utilizando indicadores de impacto de ciclo de vida estabelecidos segundo os métodos DAIA e Eco-Indicator 95. Os dados de inventário do ciclo de vida foram obtidos principalmente de produtos e processos finlandeses, embora os dados referentes a materiais de pintura tenham sido obtidos de bancos de dados europeus públicos. A reciclagem do aço e do zinco foi considerada na avaliação e alocada utilizando uma metodologia estabelecida pelo Instituto Internacional de Aço e Ferro (IISI).

Durabilidade

As estimativas referentes à durabilidade dos sistemas de revestimento foram feitas utilizando as normas ISO 14713 e ISO 12944 para galvanização e pintura, respectivamente. Os índices de corrosão de revestimentos galvanizados sob as condições ambientais encontradas na Finlândia foram indicados como 0,5-1.0µm/ano. O revestimento galvanizado de 100µm não exigiria manutenção durante os 60 anos de tempo de serviço. A estrutura com pintura exigiria manutenção com pintura a cada 15 anos.

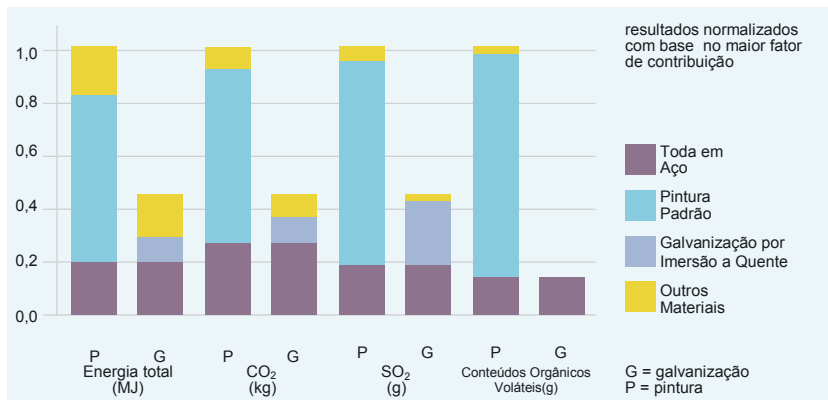
O sistema de pintura "padrão" identificado para comparação era de epóxi rico em zinco. Sistema de base solvente, quimicamente curado - (40µm DFT)/primer epóxi (2x80µm DFT)/ poliuretano(40µm DFT). Além deste sistema de pintura "padrão", um sistema de pintura com baixo conteúdo orgânico volátil (base aquosa) também foi considerado na avaliação.

Vários pressupostos foram necessários. Notadamente, o pressuposto de que a pintura de manutenção da estrutura teria a mesma durabilidade e perfil ambiental que a aplicação de tinta original. Foi um pressuposto conservador, mas ele era necessário devido à falta de dados ambientais disponíveis sobre pintura de manutenção in loco.

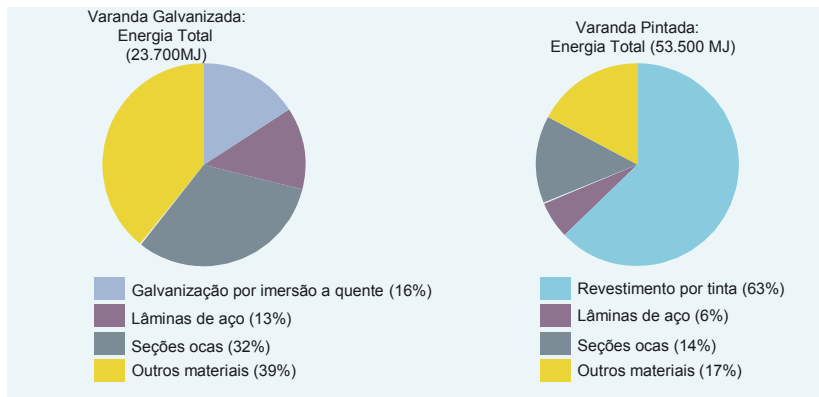
Resultados

Os resultados deste estudo piloto estão indicados nas Figuras 2-4 e podem ser resumidos da seguinte maneira:

- a escolha do revestimento possui uma influência significativa no perfil ambiental do ciclo de vida da estrutura da sacada
- a galvanização apresentou números significativamente baixos nas três principais categorias de impacto do ciclo de vida (potencial de aquecimento global, acidificação e potencial de criação fotoquímica de ozônio)
- a durabilidade determina boa parte das diferenças entre pintura e galvanização, com os ônus de pintura de manutenção contribuindo significativamente com os resultados do ciclo de vida do sistema pintado
- a alocação adequada dos benefícios da reciclagem de aço, utilizando o modelo IISI, é importante para a estimativa do ciclo de vida total



2. Resultados detalhados do inventário do ciclo de vida para alguns tipos de categorias de inventário

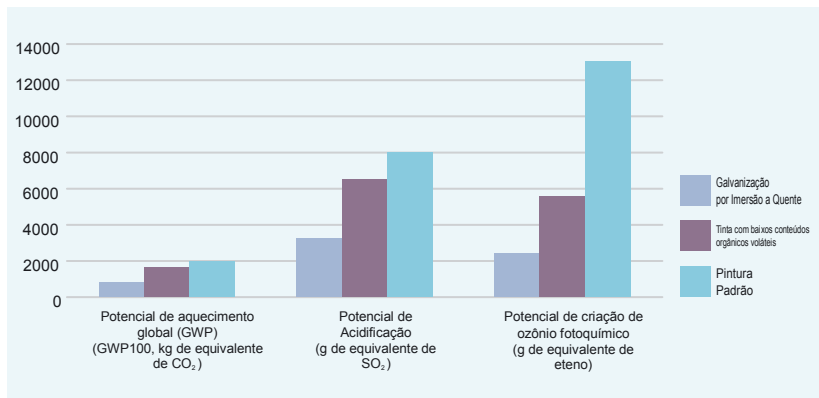


3. Energia do ciclo de vida - varanda com aço galvanizado comparada a uma varanda com aço pintado

## Conclusões

Este estudo piloto quantificou os principais impactos ambientais de uma varanda com aço galvanizado e uma varanda com aço pintado. Com relação às categorias de impacto consideradas, a eficiência e durabilidade do revestimento galvanizado apresentaram indicadores ambientais do ciclo de vida da varanda significativamente mais baixos, quando comparados ao sistema pintado equivalente.

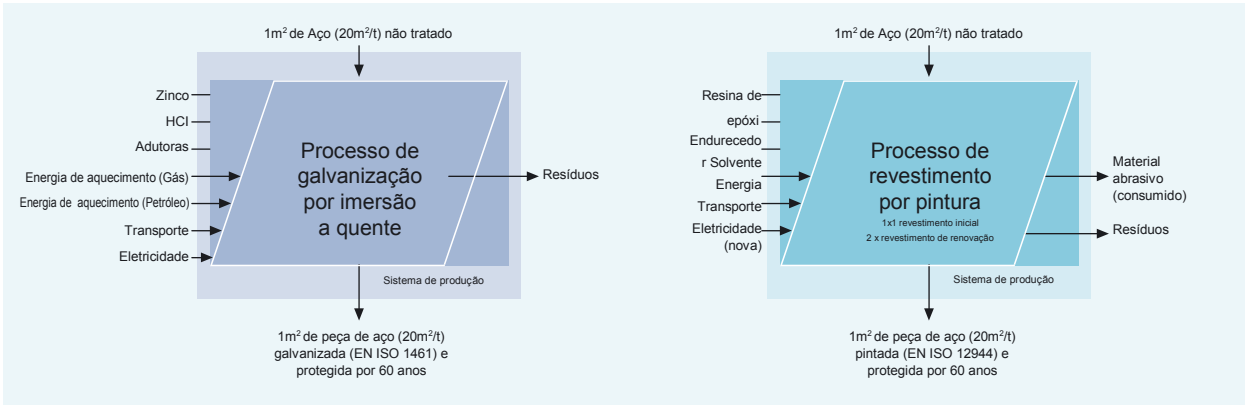
Estes resultados exigem mais investigações, especialmente para definir os ônus associados a pinturas de manutenção. No entanto, estes refinamentos dificilmente modificarão os resultados gerais.



4. Impactos ambientais do ciclo de vida - indicadores selecionados



TÍTULO  
ESTUDO DE CASO NÚMERO 2  
EXEMPLO DE LCA  
ESTACIONAMENTOS PARA  
CARROS



1. Sistema com galvanização

2. Sistema com pintura

Um estudo desenvolvido em 2006 pelo Departamento de Sistemas de Tecnologia Ambiental do Instituto de Tecnologias de Proteção ao Meio Ambiente da Universidade Técnica de Berlim fez uma comparação entre um revestimento pintado (conforme a norma EN ISO 12944) e um revestimento galvanizado por imersão a quente (conforme a norma EN ISO 1461) para um estacionamento de carro em aço com base na avaliação do ciclo de vida.

O valor central para comparações de LCA é a unidade funcional - a quantidade de referência para comparação. Uma comparação objetiva não pode ser executada sem variáveis idênticas de comparação. A maneira através da qual esses valores foram definidos foi que os dois sistemas deveriam proteger da corrosão uma estrutura de aço que deveria ser utilizada por 60 anos, que por sua vez seria aplicada a uma estrutura de aço como um estacionamento com múltiplos andares, com uma área de aço totalizando 20 m²/t. Estabeleceu-se o pressuposto de que a estrutura estaria exposta em ambiente externo, com um nível médio de corrosão (categoria C3, com base na norma ISO 9223).

O sistema de galvanização por imersão a quente é um tratamento único de prevenção contra corrosão por meio da imersão em zinco fundido. Com uma camada de zinco com 100 µm de espessura e com um índice de corrosão C3 médio de 1 µm/ano, a durabilidade calculada supera em muito os 60 anos exigidos.

Os impactos ambientais relacionados a esse sistema (consumo de recursos, consumo de energia e resíduos) estão indicados na Figura 1.

Para garantir uma prevenção contra a corrosão de 60 anos utilizando o sistema de revestimento por pintura, os componentes são primeiramente jateados com abrasivo para remover ferrugem. Depois eles são revestidos nas instalações com uma aplicação de três camadas de revestimento com uma espessura total de 240µm. Operações de manutenção no local são necessárias após 20 e 40 anos, incluindo limpeza parcial e certo nível de renovação do revestimento. (consultar Figura 2).

Resultados

Os resultados calculados utilizando o método CML 2 Baseline 2000 são representados por cinco categorias de impacto ambiental distintas. A figura 3 indica estes impactos ambientais. Os resultados são normalizados com base no maior fator de contribuição (consumo de recursos). O comprimento das barras é uma medida do estresse ambiental.

Os fatores em favor do sistema com galvanização por imersão a quente são menores que os valores do sistema com pintura em todas as categorias de efeito. Em várias categorias, as diferenças são acentuadas. Em comparação com a tinta, a porcentagem referente à galvanização por

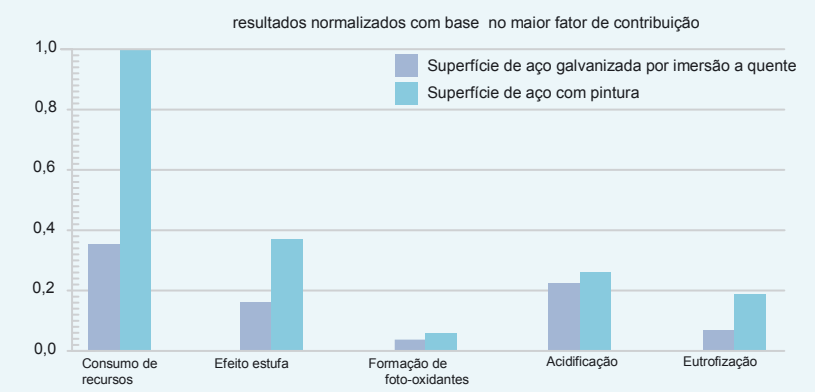
imersão a quente na categoria de eutrofização é apenas 18%, ela chega a 23% na categoria de consumo de recursos e a apenas 38% com relação ao efeito estufa.

A galvanização por imersão a quente se destaca por um consumo menor de recursos e menos poluição no decorrer de sua vida útil.

Conclusões

O estudo mostra que a verificação do ciclo de vida é um método sério, baseado em práticas reais de comparação ecológica entre produtos. Ele destaca as diferenças acentuadas entre os dois sistemas de prevenção contra corrosão estabelecidos para estruturas de aço.

O sistema de prevenção contra corrosão através da galvanização por imersão a quente apresenta menor índice de impacto ambiental para uma estrutura de aço com um longo tempo de vida útil, quando comparado a um sistema de prevenção por pintura. Um longo tempo de serviço e manutenção não necessária, as vantagens mais conhecidas da galvanização por imersão a quente, são a base dos benefícios ambientais do processo.



3. Impactos ambientais do ciclo de vida

Tempo de vida útil (Anos)	Estrutura de aço Com galvanização por imersão a quente (Kg de equivalente de CO <sub>2</sub> )	Estrutura de aço com pintura (Kg de equivalente de CO <sub>2</sub> )	Economia de potencial de aquecimento global por meio da galvanização por imersão a quente (Kg de equivalente de CO <sub>2</sub> )
60	41.500	98.600	57.100
40	41.500	71.600	30.100
20	41.500	60.500	19.000

4. Economia de potencial de aquecimento global: proteção por meio da galvanização por imersão a quente para estacionamento com grades de aço (estrutura de aço de 500t)



## SEÇÃO SEIS

—

## TÍTULO ESTUDO DE CASO NÚMERO 3

—

### DURABILIDADE PONTE NA HOLANDA APÓS 60 ANOS



A durabilidade de revestimentos galvanizados pode ser prevista de maneira confiável utilizando uma série de técnicas. Uma das mais seguras é o uso de casos históricos, como esta ponte na Holanda. Estruturas de aço galvanizado existem há muitas décadas e estes exemplos oferecem demonstrações reais de desempenho de revestimentos.

A Ponte Ehzer foi construída rapidamente por tropas canadenses em 1945 para auxiliar na libertação da Holanda. Por ela passa uma pequena estrada local, sobre o canal Twente, de Almen a Laren, e que ainda é utilizada pelo tráfego local. A ponte é larga o suficiente para que carros passem em cada direção, mas pontes próximas já começam a absorver o tráfego urbano com seu ritmo mais acelerado, fazendo com que ciclistas e pedestres, em maior parte, utilizem a ponte.

#### Inspeção visual

A ponte foi recentemente inspecionada por técnicos da Associação Holandesa de Galvanizadores (SDV), que ficaram surpresos com a boa aparência da ponte, que era caracterizada por um revestimento galvanizado de cor cinza, com apenas algumas leves manchas de ferrugem.

Alguns trabalhos de reparo foram feitos nas áreas em volta das juntas cavilhadas e jovens, com suas latas de tinta, também contribuíram com a aparência da ponte! O mais importante é que a estrutura em si não apresentava nenhum tipo significativo de corrosão.

Espessura de revestimento remanescente Durante a inspeção, a espessura do revestimento foi determinada eletromagneticamente, sendo medida em áreas selecionadas aleatoriamente, utilizando uma média de 10 leituras para cada área. Em três perfis diagonais de suporte (150 x 150 mm) foram encontrados revestimentos de 74µm, 115µm e 219µm. Em dois outros perfis diagonais (130 x 130 mm), revestimentos de 69 µm e 82 µm foram encontrados. Duas placas de ligação apresentaram um revestimento de 114µm (espessura de aço de 19mm) e 86µm (espessura de aço de 9mm).

Em comparação com a espessura das camadas de zinco conforme relatadas por Van Eijnsbergen, especialista holandês em galvanização, 25 anos após a construção da ponte, a espessura do revestimento não apresentou nenhuma redução significativa.

Observe que as exigências da norma EN ISO 1461 para novos aços galvanizados são de 85µm para aço de espessura seccional maior que 6mm.

#### Futuro da ponte

A Ponte Ehzer, em Almen, pode alcançar 100 anos sem trabalhos consideráveis de manutenção. Se a ponte realmente durará todo este tempo, isso depende de outras considerações. A estrada que passa sobre a ponte continuará uma estrada local tranquila ou veículos mais pesados passarão a atravessá-la no futuro? Será que o uso do canal será completamente modificado, fazendo com que a altura da ponte precise ser alterada ou com que o vão da ponte seja aumentado?







## SEÇÃO SEIS

### TÍTULO ESTUDO DE CASO NÚMERO 4 — DURABILIDADE MARINA LOCALIZADA NA SUÍÇA SPÓS 38 ANOS



A galvanização por imersão a quente pode proporcionar proteção contra a corrosão de longa duração e sem manutenções, mesmo nos ambientes mais inóspitos. Um exemplo são as instalações da marina e do porto em Arbon e Bottighofen, na Suíça. Estas duas pequenas cidades estão bucolicamente localizadas na margem sul do Lago Constance, e são muito procuradas por fãs de esportes aquáticos.

#### Utilização do aço galvanizado

Um novo porto foi construído em Bottighofen em 1968 utilizando quantidades consideráveis de aço. A pilastra de chapa utilizada na bacia do porto, de 150m de comprimento, e em diversos outros elementos, como balaustradas, barreiras, portas, portões, cais de caixotes, além dos cabeços de amarração e molhes tubulares pesados, foram protegidos contra corrosão por meio da galvanização por imersão a quente.

As instalações do porto de Arbon foram expandidas em 1971. A galvanização também foi utilizada como o principal sistema de proteção das partes de aço contra corrosão. Mais de 100t de pacotagem de lâminas e perfis de proteção foram utilizados no projeto.

#### Resultados da inspeção

Quando as duas instalações foram inspecionadas pela primeira vez, em 1983, nenhum tipo significativo de corrosão foi encontrado no revestimento de galvanização. Mesmo nas áreas mais agressivas (pilastras de chapa), nenhum efeito corrosivo foi detectado.

Uma segunda inspeção das duas instalações aconteceu no outono de 2006, cerca de 38 anos após o projeto de construção original. Novamente, o revestimento galvanizado se mostrou em boas condições e completamente funcional. Conforme esperado, a aparência original do zinco, brilhante, havia se transformado em uma superfície cinza e sem brilho. Esta mudança na aparência ocorre à medida que o filme protetor se acumula na superfície quando entra em reação com a atmosfera.

O relatório de inspeção enfatizou as boas condições das pilastras de chapa de aço mesmo depois de tantos anos de exposição, apesar da exposição a efeitos abrasivos e de impacto gerado pelos barcos. De fato, somente alguns cabeços de amarração, aos quais grandes navios se prendem utilizando correntes pesadas apresentaram danos no revestimento galvanizado. A proteção eletroquímica do zinco no entorno evitará que este dano se espalhe por meio de corrosão lateral.

O mais importante é que a espessura verificada no revestimento remanescente se encontrava entre 50 e 100 µm. Portanto, as partes de aço galvanizado destas instalações também permanecerão protegidas contra corrosão por muitos e muitos anos.

## SEÇÃO SEIS

### TÍTULO ESTUDO DE CASO NÚMERO 5 — A PONTE DA SUSTENTABILIDADE



Durante anos, crianças de uma comunidade chinesa separada pelo Rio Po - um afluente do Rio Amarelo - tinham que atravessar o rio por meio de uma precária ponte, com apenas uma tora, e construída sobre pilares de palha, rocha e terra. Dentre diversos acidentes, uma mulher e seu filho foram lançados à morte ao fazerem o caminho até a escola do outro lado do rio.

Quase 400 alunos do ensino primário da vila de Maosi, na província de Gansu, frequentam quatro escolas em grutas, localizadas em ambas as margens do Rio Po, que congela no inverno e que pode se transformar num rio turbulento durante a época de monções no verão, de acordo com o Professor Edward Ng Yang-ynug do Departamento de Arquitetura da CUHK, que tomou conhecimento da comunidade e de seus problemas durante trabalhos de campo para estudar as propriedades termais de habitações em grutas, encontradas na região.

Isso quer dizer que os alunos não frequentam as aulas de novembro a fevereiro, com medo de cair em na água congelada, e entre maio e agosto porque o rio está em cheia.

Para facilitar a vida de pais e crianças e tornar a travessia mais segura, um grupo liderado pelo professor Edward Ng projetaram uma passarela flutuante especial - num projeto chamado "A Bridge Too Far" - que faz parte de uma campanha para melhorar as instalações educacionais para a população local. O professor Ng afirmou que o plano original era construir uma ponte submersível, mas as forças da natureza se revelaram um autêntico obstáculo.

"Estamos tentando construir uma ponte barata e simples para os moradores - uma ponte cuja manutenção seja fácil", disse o Professor Ng.

Alunos e profissionais propuseram a solução - a ponte Wu Zhi Qiao, de 80 metros de comprimento (ponte da sustentabilidade). A estrutura, que custou apenas 300.000,00 USD para ser construída, foi projetada utilizando materiais naturais locais, para manutenção por conta dos próprios moradores, e tal estrutura foi copiada para outros projetos de pontes.

Anthony Hunt, engenheiro britânico famoso pelo Eden Project, auxiliou na concepção inicial do projeto.

Era necessário que a ponte fosse barata, simples de construir, que não fosse destruída por enchentes anuais e que fosse facilmente consertada pelos próprios moradores da região.

A solução foi construir píeres sem fundações, com parafusos de fixação para prendê-los ao leito do rio. A forma dos píeres foi concebida para minimizar a resistência e formar gabiões pesados o suficiente para que eles não fossem arrastados. O tabuleiro da ponte consiste de uma armação de aço galvanizado, que é preenchida com tábuas de bambu para formar o referido tabuleiro. A ponte foi projetada em pequenas seções com alças para que cada seção, em caso de desprendimento, possa ser prontamente remontada por seis moradores.

Outra característica intrigante é o design em zigue-zague do tabuleiro, em conformidade com a tradicional crença chinesa de que maus espíritos não conseguem dobrar esquinas, mas também acrescentando integridade estrutural ao design.

Cerca de 50 alunos de Hong Kong e 30 de Xian levaram cinco dias para construir a ponte, trabalhando em conjunto com os moradores. A ponte de aço galvanizado já sobreviveu a uma enchente que cobriu a estrutura por completo.

## REFERÊNCIAS

1. Zinc Handbook: Properties, Processing and Design  
FC Porter, publicado por Marcel Dekker Inc., USA (1991).
2. JSCE's report on the cost of corrosion in Japan  
T Shibata, Corrosion Management, março/abril de 2001, pp.16-20.
3. Corrosion costs and preventative strategies in the USA  
P Virmani, US Federal Highway Administration Publication No. FHWA-RD-01-156, (2003).
4. Comparative costs of different surface treatment systems  
T.K.H. Chu and K.B. Watson, BHP Steel, Proceedings of Third International Asia-Pacific General Galvanizing Conference, (1996).
5. Diretriz do Conselho da UE 96/61/EC de 24 de setembro de 1996 referente a prevenção e controle integrados da poluição.
6. O Programa de Melhores Práticas para Tecnologias Ambientais do Reino Unido concluiu que "a galvanização utiliza menos de 25 litros de água por tonelada de produto, comparado aos 2000 litros utilizados na indústria de acabamento de metais em geral (1996).
7. Ecoprofile for Primary Zinc  
Boustead Consulting (1998).
8. Sachbilanz Zink  
Prof. Dr Ing J Krüger, RWTH Aachen (2001).
9. Material flow analysis of the UK steel construction sector  
J Ley, Corus Research and Development, M Sansom, Steel Construction Institute, A Kwan, University of Wales. Conferência Mundial do IISI, Luxemburgo, (2002).
10. Longer life of galvanized steel due to reduced sulphur dioxide pollution in Europe  
D Knotkova and FC Porter, Ações da 17ª Conferência Internacional de Galvanização p GD 8/1 – 8/20 (1994).
11. EN ISO 14713 (1999): Diretrizes de proteção contra corrosão do ferro e aço em estruturas – revestimentos de zinco e alumínio.
12. Conclusions of the International Conference on Zinc and Human Health – Recent Scientific Advances and Implications for Public Health Programs Stockholm, K H Brown, June 12-14, 2000. Associação Internacional do Zinco, (2000).
13. Relatório Mundial de Saúde de 2002  
Organização Mundial de Saúde, Genebra
14. Zinc – The Vital Micronutrient for Healthy, High-Value Crops  
Prof. B J Alloway. Associação Internacional do Zinco (2001)
15. Critical Review of Natural Global and Regional Emissions of Six Trace Metals to the Atmosphere  
M Richardson., Risklogic Scientific Services, Inc., (2001).
16. An assessment of global and regional emissions of trace metals to the atmosphere from anthropogenic sources worldwide  
J M Pacyna and E G Pacyna. Instituto Norueguês de Pesquisas Atmosféricas (NILU).
17. Review of Bioavailability Studies in the European Union Risk Assessment for Zinc  
F van Assche and A Green, Ações Revisadas da 21ª Conferência Internacional de Galvanização, Nápoles, Itália (2006).
18. 'Occurrence and environmental fate of corrosion induced zinc in run-off water from external structures'  
S Bertling, I Odnevall Wallinder, D Berggren Kleja and C Leygraf, The Science of the Total Environment 367, 2-3, 908-923, (2006).
19. Zinc in Society and in the Environment  
Landner and Lindstrom (1998).
20. CEN TC 350  
"Sustainability of Construction Works"
21. [www.legep.de](http://www.legep.de)
22. [www.bre.co.uk](http://www.bre.co.uk)
23. [www.usgbc.org/LEED/](http://www.usgbc.org/LEED/)
24. Diretriz do Conselho 89/106/EEC de 21 de dezembro de 1988 relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados-membros no que respeita aos produtos de construção (89/106/EEC) (OJ L 40, 11.2.1989, p.12).
25. ISO 14040  
Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações.
26. [www.environdec.com](http://www.environdec.com)

## GLOSSÁRIO

### Cinzas

Também chamadas de borras. São produtos sólidos formados na superfície do banho galvanizador decorrentes da reação entre o zinco e o ar. São periodicamente rmovidas da superfície do banho e recicladas.

### Drosse

Um subproduto sólido da reação que ocorre entre o ferro e o zinco fundido durante o processo de galvanização. O drosse contém aproximadamente 96% de zinco e 4% de ferro, e é removido periodicamente da parte inferior do banho e reciclado.

### Zinco arrastado

Pequenos glóbulos de zinco podem ficar aprisionados nas cinzas e são removidos para reciclagem. O zinco arrastado é separado das cinza e refundido para reutilização.

### Fundente

Uma solução de pré-tratamento que proporciona limpeza final da superfície do aço antes do processo de galvanização, garantindo um bom nível de molhamento da superfície do aço por parte do zinco fundido durante a imersão no banho galvanizador.

### Processo hidrometalúrgico

Processo que depende principalmente da eletrólise ou precipitação química para a separação de determinando metal de um minério.

### Fixação de guias e gabaritos

O engaiolamento de lotes de produtos de aço a serem galvanizados com ganhos ou fios.

### Pátina

Filme protetor formado na superfície do revestimento galvanizado de zinco quando ele reage com dióxido de carbono e oxigênio presentes na atmosfera.

### Decapagem

Uso de um ácido diluído para remover poeira e outros contaminantes do produto de aço antes da imersão no banho galvanizador.

### Processo pirometalúrgico

Processo que depende principalmente de calor para a separação de determinado metal de um minério.

### Têmpera

Esfriamento brusco de produtos galvanizados por imersão a quente logo após sua remoção do banho galvanizador. Isso faz com que a manipulação do aço revestido ocorra mais antecipadamente.

### Zinco refinado

Também denominado zinco primário. Trata-se de zinco metálico produzido a partir de concentrados de minério ou matérias-primas recicladas.

### Zinco refundido

Também denominado zinco secundário. Zinco metálico que foi recuperado do fim de vida útil de produtos ou sucata decorrente de processos que são refundidos para reutilização.

## LISTA DE ACRÔNIMOS

### BREEAM

Método de Avaliação Ambiental do Building Research Establishment

### CML

Instituto de Ciências Ambientais, Universidade de Leiden, Holanda

### DAIA

Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental (Instituto Finlandês do Ambiente)

### DFT

Espessura de Película Seca

### EGGA

Associação Geral de Galvanizadores Europeus

### EPD

Declaração Ambiental de Produtos

### KTH

Real Instituto de Tecnologia de Estocolmo

### LCA

Avaliação do Ciclo de Vida

### LCI

Inventário do Ciclo de Vida

### LEED

Liderança em Energia e Design Ambiental

### PCR

Regras da Categoria do Produto (para um EPD)

### SEMCO

Conselho Sueco de Gestão Ambiental

### VOC

Compostos orgânicos voláteis (como solventes)



# AGRADECIMENTOS

Capa	Acoustic barrier, Utrecht, Holanda. OLN [Oosterhuis_Lénárd] Meijers Staalbouw	Página 15	The Eden Project, Cornualha, Reino Unido. Nicholas Grimshaw + Parceiros Peter Cook, VIEW	Página 30	AWD-Arena em Hanóver, Alemanha. (2) Architekturbüro Schulitz + Parceiro
Página 5	Sede da NV Afvalzorg, Holanda. Kerste – Kajer Acchitecten bna avb, Amsterdam. Rob Hoekstra, Kalmthout	Página 16	Wedge Group Galvanizing	Página 32	Lewis Glucksman Gallery, Cork, Irlanda. O'Donnell & Tuomey Denis Gilbert/VIEW
Página 6	Jubilee wharf, Cornualha, Reino Unido Zedfactory www.zedfactory.com	Página 18	Bedzed, Reino Unido. Zedfactory www.zedfactory.com	Página 34	Naven Credit Union, Irlanda. Paul Leech, Gaia Ecotecture
Página 7	Ponte Maosi, China. Edward Ng Yan-ynung Departamento de Arquitetura do CUHK	Página 20	Casa particular, Antuérpia, Bélgica. Bart Coenen Architects Laurent Brandajs, Hoeilaart	Página 36	Casas em Constance, Alemanha. Schaudt Architects Reiner Blünck
Página 9	Croke Park Stadium, Dublin, Irlanda. (1+2) Abacus Lighting	Página 21	Wedge Group Galvanizing (1) Metaullics Systems Europe BV (2) Hasco – Thermic Ltd (3+4)	Página 37	Lyhner Dairy, Cornualha, Reino Unido. Sutherland Hussey Architects Morley Von Sternberg
Página 9	Barreira para colisão, Alemanha. (3+4) Mehrsi - Mehr Sicherheit für Biker e.V.	Página 22	Boliden AB (1+2) Esfarelita (mineral de zinco) com calcita (3)	Página 38	Estudo de caso número 1 Associação Internacional do Zinco
Página 11	Centro de Tecnologias Alternativas do Instituto Galês de Educação Sustentável (1)	Página 26	Rezinal nv	Página 40	Estudo de caso número 2 Institut Feuerverzinken, Alemanha.
Página 11	Casa alimentada a energia solar, em Friburgo - Alemanha.. (2) Hosrt Disch	Página 28	AWD-Arena, Hanóver, Alemanha. (1) Architekturbüro Schulitz + Parceiro	Página 42	Estudo de caso número 3 Stichting Doelmatig Verzinken Holanda
Página 12	Institut Feuerverzinken (Elevation 1) Mossbourne Academy, Londres, Reino Unido. (Elevação 2) Rogers Stirk Harbour + Parceiros	Página 28	estacionamento com múltiplos andares, Münster, Alemanha. (2) Petry und Wittfont Freie Architekten	Página 44	Estudo de caso número 4 Institut Feuerverzinken, Alemanha. Gackenhaimer, Neuhausen-Steinegg
Página 14	Eco-Boulevard de Vallecas, Madri, Espanha. Ecosistema Urbano Emilio P. Doiztua	Página 29	Hearst Tower, Nova York, EUA. Foster + Parceiros Chuck Choi	Página 42	Estudo de caso número 5 Departamento de Arquitetura do CUHK.
		Página 30	Aras Chill Dara, Kildare, Irlanda. (1) Heneghan.peng em associação a Arthur Gibney & Partners Dennis Gilbert, VIEW		

## INICIATIVA OPEIA PARA GALVANIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Associação Geral  
de Galvanizadores  
Europeus

Maybrook House  
Godstone Road  
Caterham  
Surrey CR3 6RE  
Reino Unido

Tel: + 44 (0)1883 331277

e-mail: [mail@egga.com](mailto:mail@egga.com)  
[www.egga.com](http://www.egga.com)

Associação Internacional  
do Zinco

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)

---

Consultores e  
Colaboradores:

Life Cycle Engineering  
[www.studiolce.it](http://www.studiolce.it)

Centro de Tecnologias Alternativas  
[www.cat.org.uk](http://www.cat.org.uk)

Instituto da Construção em  
Aço [www.steel-sci.org](http://www.steel-sci.org)

## GALVANIZERS ASSOCIATION

Wren's Court, 56 Victoria Road,  
Sutton Coldfield, West Midlands,  
B72 1SY

—

Telephone: +44 (0)121 355 8838  
Fax: +44 (0)121 355 8727  
e-mail: [ga@hdg.org.uk](mailto:ga@hdg.org.uk)  
[www.galvanizing.org.uk](http://www.galvanizing.org.uk)