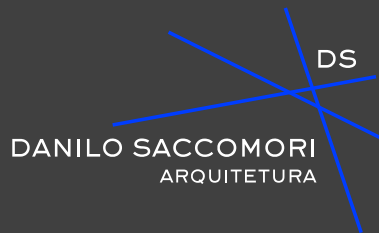


METAIS

DETALHAMENTO ARQUITETÔNICO

Professor: Danilo Saccomori
Colaboração: Lya Lopes



O QUE É?

- **Metal** é toda **substância mineral** que se apresenta em **estado sólido à temperatura ambiente** (com exceção do mercúrio), tem **brilho** característico, **dureza**, e capacidade de conduzir **eletricidade** e **calor**.



FERRO

- O ferro é usado desde os tempos mais remotos, cerca de **4000 a 3500 a.C.** quando era obtido por meio de **meteoros** e era considerado extremamente raro. Os mais antigos objetos feitos de ferro usados pela humanidade eram enfeites feitos no Egito.
- A descoberta da fundição levou ao início da **Era do Ferro**, por volta de 1200 a.C., quando o seu principal uso era para a fabricação de **ferramentas e armas**.
- Apesar de ser o 4º elemento mais abundante na crosta terrestre, não se encontra o ferro isolado na natureza. É obtido somente sob a forma de **minério de ferro**, que para ser utilizado precisa passar por processos de transformação.
- Atualmente, **o ferro é o metal mais utilizado**, com **95%** em peso da produção mundial de metal.



VANTAGENS

- Baixo custo de produção.
- Alta aplicabilidade.
- Encontrado em abundância na crosta terrestre.
- Pode ser combinado com outros elementos, a fim de formar ligas metálicas com propriedades específicas.

DESVANTAGENS

- Fácil oxidação.
- Pouca resistência mecânica (frágil). Precisa passar por tratamentos para ser utilizado.



Hematita – minério de ferro

PRODUÇÃO

Hematita

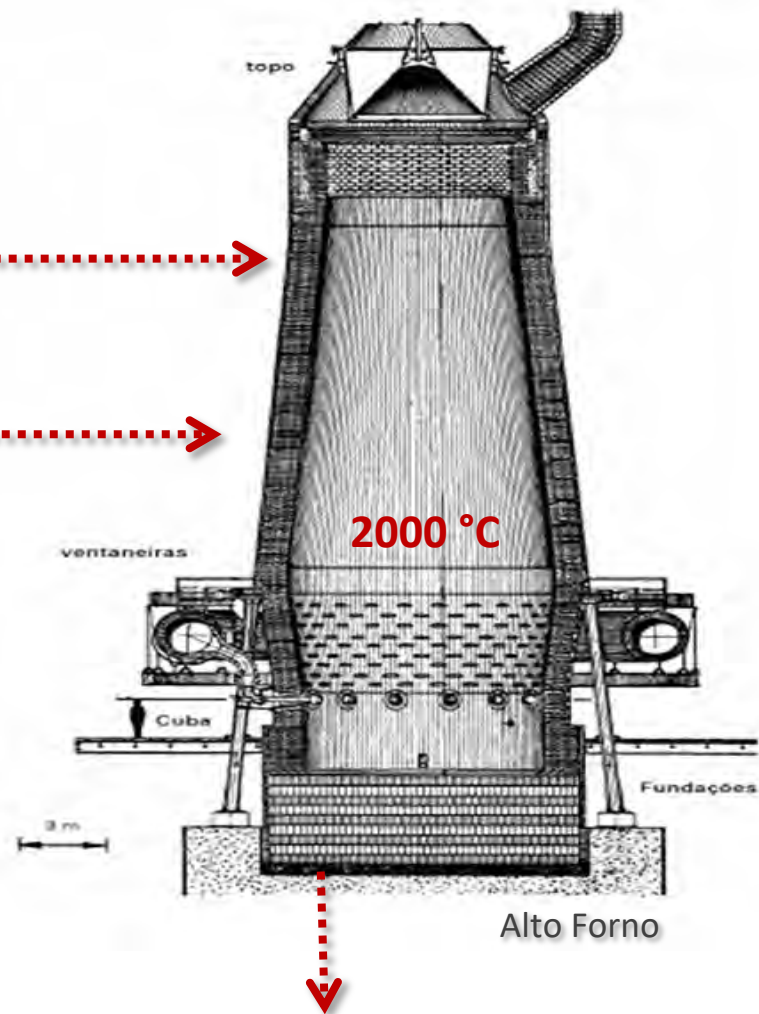
+

Carvão

→ **COMBUSTÍVEL** - Permite alcançar altas temperaturas

→ **REDUTOR** - O carbono presente no carvão associa-se ao oxigênio que se desprende da Hematita, deixando o Ferro livre.

- Na natureza o ferro não está em estado livre ou elementar, porém, é comumente encontrado na forma de minério, sendo o mais conhecido a **HEMATITA (Fe₂O₃)**.
- O Brasil se destaca como o **maior** produtor mundial de ferro-gusa a partir de carvão vegetal.



Alto Forno

FERRO-GUSA

- Elevado teor de carbono (4,5%)
- Quebradiço e frágil, não possui aplicação industrial.

PRODUÇÃO

O ferro-gusa (base) possui duas destinações básicas:

- Produção de **aço**, liga metálica de ferro.
- Produção de **ferro fundido**.

A maior **diferença** entre os dois subprodutos é o **teor de CARBONO**:

- O **ferro fundido** apresenta, em geral, de **3% a 4,5% de carbono**.
- O **aço** contém **menos de 2% de carbono**.



TIPOS – FERRO FUNDIDO

Existem **diversos tipos** de ferros fundidos, cada um com suas **propriedades e diferentes aplicações**. A **diferença entre eles** é basicamente a **forma de resfriamento e a presença de elementos de liga**.

FERRO FUNDIDO NODULAR

VANTAGENS

- Boa ductilidade
- Boa resistência mecânica
- Fácil usinagem
- Baixa contração na solidificação, facilitando a produção

Algumas aplicações: válvulas para vapor e produtos químicos, cilindros para papel, virabrequins, engrenagens, etc.



FERRO FUNDIDO MALEÁVEL

VANTAGENS

- Alta resistência mecânica
- Boa fluidez, facilitando a fundição

DESVANTAGENS

- Apresenta contração na solidificação
- Baixa ductilidade

Algumas aplicações: conexões para tubulações, sapatas de freios, caixas de engrenagens, cabos de rodas, bielas, etc.



TIPOS – FERRO FUNDIDO

FERRO FUNDIDO CINZENTO

VANTAGENS

- Fácil usinagem
- Alto amortecimento de vibrações
- Razoável resistência a corrosão
- Boa fluidez, facilitando a fundição
- Baixo custo de produção

DESVANTAGENS

- Pouco resistente a impactos

Aplicações: indústria de máquinas e equipamentos, indústria automobilística, ferroviária, naval e outras.



FERRO FUNDIDO BRANCO

VANTAGENS

- Elevada dureza
- Resistente a desgaste

DESVANTAGENS

- Pouco resistente a impactos
- Difícil usinagem

Aplicações: matrizes de estampagem, equipamentos para a moagem de minérios, pás de escavadeiras, etc.



AÇO

- O aço é uma liga metálica formada principalmente por **ferro** e **carbono**.
- Possui maior aplicação que o próprio ferro (representa cerca de **90%** de todos os metais consumidos pela civilização industrial) e também pode ser usado para produzir outras **ligas**.



VANTAGENS

- Pode ser trabalhado através de forja, laminação e extrusão, o que é difícil de ser feito com o ferro;
- Alta resistência mecânica;
- Maior dureza, ou seja, maior capacidade de riscar outros materiais quando usado em ferramentas de corte;
- Baixo custo de produção e manutenção em relação a outros metais;
- Resistência a baixas e altas temperaturas;
- Boa soldabilidade;

DESVANTAGENS

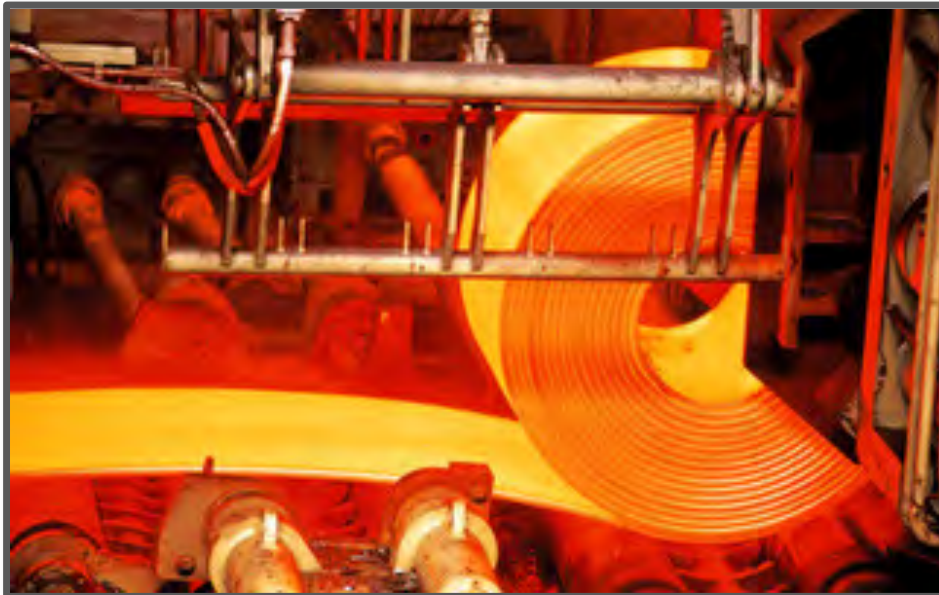
- Corrosão em contato com o ar (oxidação);



Base do aço: Ferro-gusa

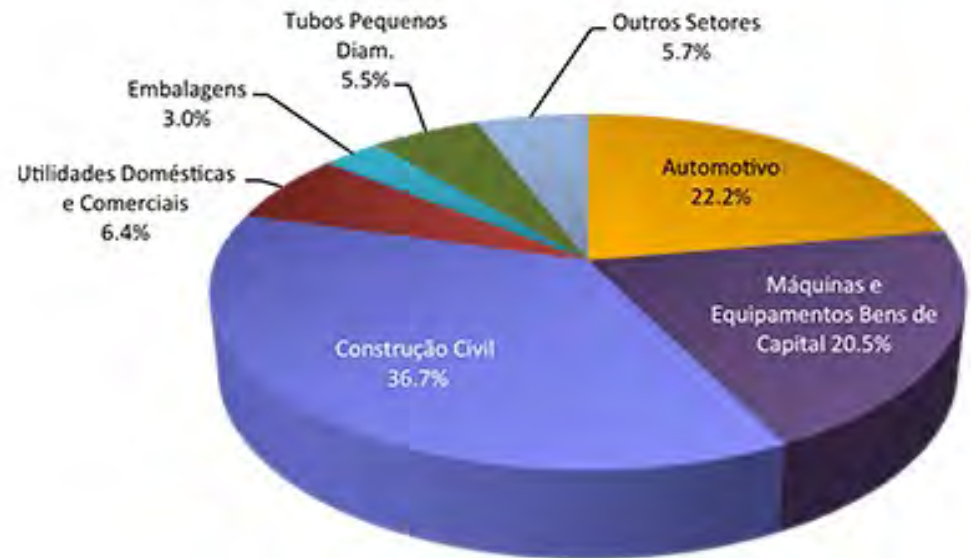
PRODUÇÃO

- Sua produção se faz em fornos, através da **purificação do ferro-gusa**, que possui cerca de **2 a 5%** de carbono. Uma das formas de se fazer isso é injetar **gás oxigênio** no interior do forno. Assim o carbono **reage** com o oxigênio e forma **dióxido de carbono (CO₂)**, que é um gás que se desprende, separando-se do ferro. O ferro passa a ter porcentagem de carbono de **0,5 a 1,7%**, e passa a ser chamado de **aço**, por ter adquirido propriedades diferenciadas.
- Na próxima etapa, ainda em processo de solidificação, o aço é deformado mecanicamente e transformado em produtos siderúrgicos, como **chapas grossas e finas, bobinas, vergalhões, arames, perfilados, barras**, etc.



UTILIZAÇÕES

- Uma de suas principais aplicações tem sido na **construção civil**, como no **concreto armado**, que é um concreto em estruturas de aço. Essa estrutura, além de diminuir o tempo da construção e o custo da obra com mais materiais que seriam gastos, também permite que sejam construídos vários andares, pois é o aço que fornece a resistência à tração ou à força perpendicular ao edifício, como a força dos ventos.
- Também pode estar presente como material principal. A **estrutura metálica** permite liberdade no projeto de arquitetura, maior área útil, flexibilidade, compatibilidade com outros materiais, menor prazo de execução, racionalização de materiais e mão-de-obra, alívio de carga nas fundações, garantia de qualidade, maior organização nos canteiros de obras e precisão construtiva.



Estrutura Metálica
(Casa Shopping – Barra da Tijuca, Rio de Janeiro)



Concreto Armado

TIPOS

- **AÇOS-CARBONO:** Sem adição de elementos de liga. São classificados em função do teor de carbono.

BAIXO CARBONO

- Baixa dureza.
- Baixa resistência mecânica.
- Alta ductilidade.
- Usinável e soldável.
- Baixo custo de produção.

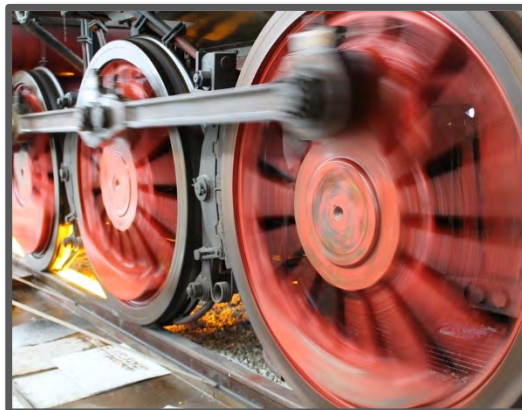
Aplicações: chapas automobilísticas, perfis estruturais, placas para produção de tubos, construção civil, pontes e latas de folhas de flandres.



MÉDIO CARBONO

- Média dureza.
- Boa resistência mecânica.
- Média ductilidade.
- Usinável e soldável.

Aplicações: engrenagens, rodas ferroviários, virabrequins e outras peças de máquinas.



ALTO CARBONO

- Alta dureza.
- Boa resistência a desgaste.
- Menor ductilidade.
- Resistente a altas temperaturas.

Aplicações: talhadeiras, folhas de serrote, martelos e facas.



TIPOS

- **AÇO-LIGA:** Com adição de elementos de liga, para promover mudanças nas propriedades físicas e mecânicas.

AÇO INOXIDÁVEL

Elemento de liga: cromo.

- Alta resistência a oxidação.
- Material inerte.
- Boa resistência mecânica.
- Alta resistência a baixas e altas temperaturas.

Aplicações: móveis e objetos de uso doméstico, equipamentos de produtos químicos em geral, componentes de fornos e motores térmicos, peças de aeronaves e mísseis.



AÇO CORTEN

Elementos de liga: cobre, fósforo, níquel e cromo.

- Alta resistência à oxidação.
- Alta resistência mecânica.
- Não precisa de manutenção.
- Aspecto estético diferenciado.

Aplicações: esculturas situadas ao ar livre e na fachada externa de edifícios, componente estrutural, peças de veículos, de ferramentas e de sistemas de exaustão, etc.



RECICLAGEM – AÇO E FERRO

- O aço é hoje o produto **mais reciclado do mundo**. Só no Brasil, cerca de **70%** de todo o aço produzido anualmente é reciclado.
- A reciclagem de estruturas ferrosas é uma importante alternativa, e tanto o **ferro** quanto o **aço** podem ser **reciclados infinitas vezes**, com **custos menores** e **menos consumo de energia** do que na sua produção inicial.



ALUMÍNIO

- O alumínio é um metal **consideravelmente leve, macio e resistente**, além de ser o elemento metálico **mais abundante** da crosta terrestre.



VANTAGENS

- Material leve/Baixa densidade;
- Alta maleabilidade;
- Boa ductilidade;
- Alta resistência e dureza;
- Resistência à corrosão;
- Boa condutibilidade térmica;
- Impermeável;
- Alta refletividade;
- Infinitamente reciclável;
- Possibilidade de criar ligas metálicas;
- Não produz faíscas;

DESVANTAGENS

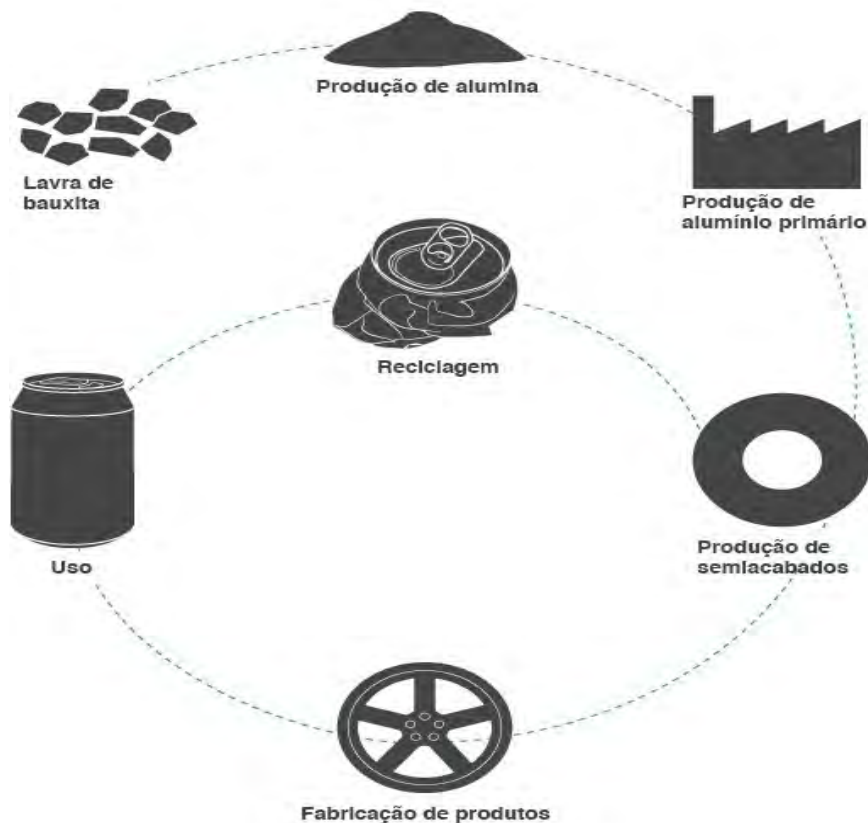
- Alto custo de produção;
- Pode ocorrer corrosão, em locais próximos ao mar;



Bauxita – óxidos de alumínio

PRODUÇÃO

- A matéria-prima principal do alumínio metálico é a **alumina**, que é extraída de um **minério** chamado **bauxita**, através do chamado processo Bayer.
- Após a obtenção da alumina, que é um **óxido de alumínio** (Al_2O_3), é necessário obter o alumínio metálico puro. Através de um processo eletroquímico chamado **eletrólise**, é passada uma corrente elétrica para que a alumina se transforme no **alumínio metálico**, o **alumínio primário**.

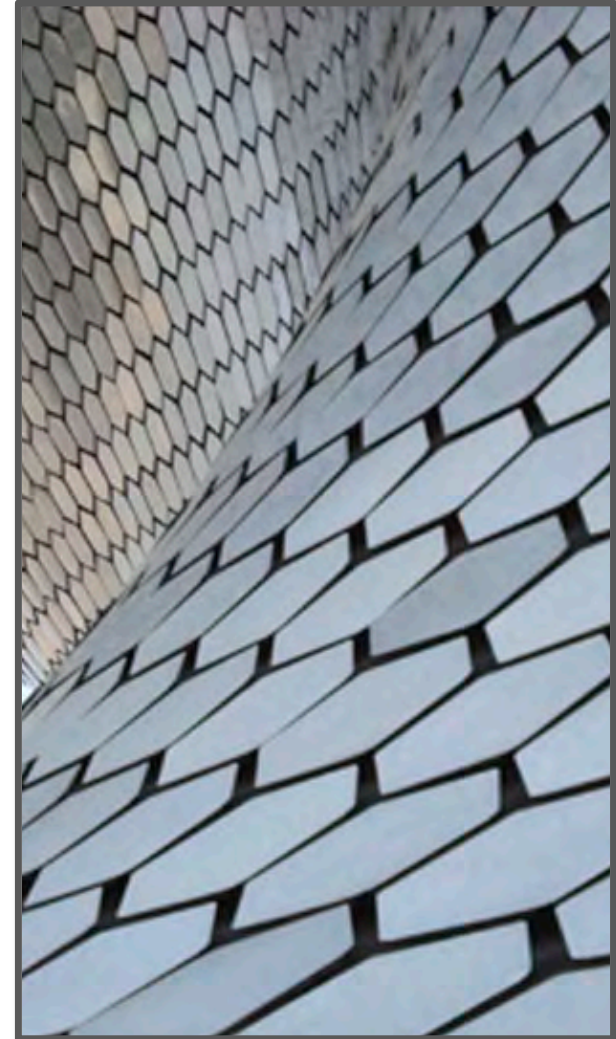


UTILIZAÇÕES

- O alumínio está presente em quase tudo que usamos, desde **latas de refrigerantes** até aviões. Além disso, é utilizado em **redes de transmissão elétrica, vidros à prova de balas, mecanismos de purificação de águas, eletrodomésticos, mobiliário, embalagens**, etc.
- Suas ligas, que apresentam uma vasta gama de **propriedades mecânicas**, são usadas na **construção civil, estrutura de aviões e de automóveis, sinais de trânsito, dissipadores de calor, depósitos de armazenamento, pontes e utensílios de cozinha**.
- Na **arquitetura**, pode ser utilizado em **fachadas, esquadrias, telhas, corrimãos, grades, portões**, etc.



UTILIZAÇÕES



Museo Soumaya
– Fernando Romero (Cidade do México)

RECICLAGEM

- Devido ao **impacto ambiental** e **alto custo de produção**, a reciclagem do alumínio é muito importante.
- O processo de reciclagem (**refusão**) utiliza apenas **5% da energia** originalmente necessária para a produção do alumínio primário.
- A perda total durante o processo é de menos de **3%**.
- Por volta de **75%** de todo o alumínio produzido até hoje ainda está em uso.
- Atualmente, o **Brasil** é o país que mais recicla latas de alumínio no mundo.



COBRE

- O cobre está entre os **primeiros metais descobertos** pelos seres humanos, utilizado desde a Antiguidade para a produção de moedas e enfeites. De coloração **laranja-avermelhado**, é normalmente utilizado em sua **forma pura**, mas também pode ser combinado com outros elementos (metais) para produzir uma enorme variedade de **ligas**.



VANTAGENS

- Durabilidade.
- Alto grau de dureza.
- Reciclável.
- Resistência ao fogo.
- Resistência a corrosão.
- Resistência mecânica.
- Molda-se facilmente.
- Alta condutividade elétrica e térmica.
- Ductilidade pode ser restaurada por recozimento.
- Não necessita manutenção.

DESVANTAGENS

- É um metal considerado caro.
- Dilatação térmica.



Calcopirita – Minério de Cobre

PRODUÇÃO

- Para obtenção do cobre puro, o principal minério de cobre, a **calcopirita**(CuFeS_2) passa por diversas etapas:
 - ✓ Ustulação: Nesta etapa, o minério é fundido e sofre reações químicas, formando um metal chamado cobre blister, com aproximadamente 98,5% de pureza e alguns agregados de enxofre, ferro e outros metais.
 - ✓ Refino: O cobre blister passa por um processo que o purifica até se tornar um cobre com 99,5% de pureza.
 - ✓ Eletrólise: O cobre é colocado em células eletrolíticas que, ao sofrerem um fluxo de eletricidade, produzem um cobre 99,9% puro.
- Resultando em diversos produtos sob a forma de vergalhões, fios, barras, tiras, tubos, entre outros.



LIGAS

- As **principais ligas** feitas a partir o cobre, combinado a outros **metais**, são:

BRONZE

Elemento de liga: estanho.

Concentração: 2 a 20%

- Facilidade de fundição.
- Mais duro que o cobre.
- Preserva ductilidade do cobre.
- Alta resistência mecânica.
- Alta resistência a corrosão.

Aplicações: esculturas, sinos, ferramentas, peças de instrumentos musicais, conexões hidráulicas, engrenagens, revestimento de motores, aparelhos elétricos, etc.



LATÃO

Elementos de liga: zinco.

Concentração: 3 a 45%

- Facilidade de fundição.
- Bastante maleável e dúctil.
- Boa resistência a impactos.
- Alta resistência a corrosão.

Aplicações: moedas, medalhas, bijuterias, radiadores de automóvel, ferragens, cartuchos, diversos componentes estampados e conformados, etc.



UTILIZAÇÕES

- O cobre puro possui excepcional importância na vida moderna, pela sua **condutibilidade**, que o torna indispensável em toda **aplicação elétrica**.
- Além disso, o cobre é muito utilizado em **painéis**, **fabricação de motores**, **tubulações para água quente**, **coletores solares**, etc. Na arquitetura é utilizado em **revestimento de paredes**, **fachadas**, **elementos decorativos**, etc.



UTILIZAÇÕES

- A **Estátua da Liberdade** (projetada por Frédéric Bartholdi – New York, EUA) foi construída com uma camada externa bem fina de **cobre** (totalizando 28 toneladas do material). Ou seja, originalmente, a escultura tinha a **cor alaranjada** do cobre.
- Com o tempo, a camada externa sofreu um **processo de oxidação** por causa do **ar** e da **água**, desenvolvendo uma **crosta esverdeada**.



UTILIZAÇÕES



Museu da Memoria e dos Direitos Humanos
– Estudio America (Santiago, Chile)

A construção tem a fachada revestida de cobre oxidado.

RECICLAGEM

- O principal fator que impulsiona a reciclagem do cobre é o seu **alto valor de mercado**. Um dos fatores que fazem com que o cobre tenha um alto valor é a **concentração** em que é encontrado na natureza, que é consideravelmente baixa se comparado ao ferro e o alumínio, por exemplo.
- O cobre é **infinitamente reciclável**, sem perda de desempenho ou qualidade.
- Atualmente, **30%** de toda a demanda global do cobre é obtida a partir de reciclagem.



REUTILIZAÇÃO



Barril transformado em suporte para bicicleta e lustre.



Peças de ferro velho.



Ralo Industrial.

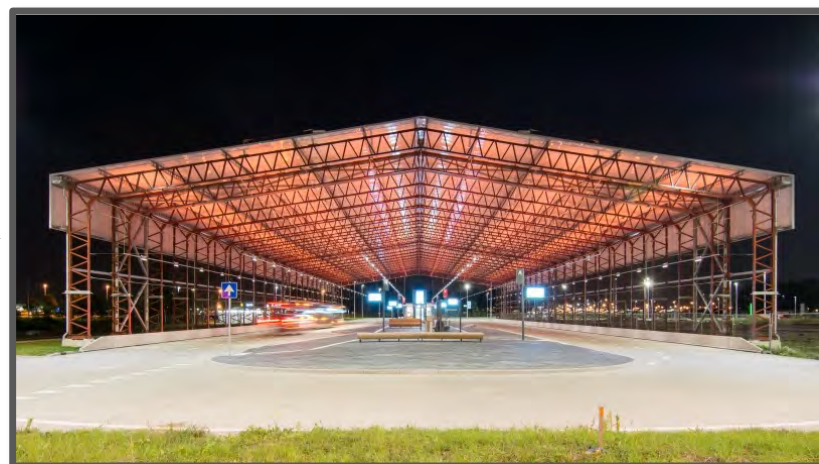
REUTILIZAÇÃO



Estrutura metálica como decoração.



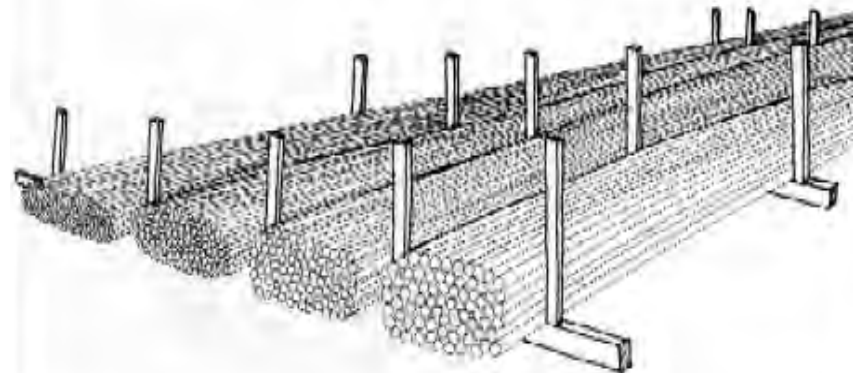
Grade transformada em mesa.



Hangar desmontado e transformado em terminal rodoviário.

ARMAZENAGEM

- No geral, os metais devem ser armazenados em locais limpos e **sem contato direto com o solo**, garantindo que não haja impregnação de sujeira na superfície e conseqüentemente diminua a aderência;
- Estoque sempre em **local coberto** e protegido de intempéries (sol, chuva, umidade...);
- Deve ser **manuseado com cuidado** para que não bata e amasse.
- Caso precise estocar a céu aberto, pelo menos cubra com **lona plástica** durante longos períodos de chuvas ou longos períodos de estocagem, evitando a corrosão do material;
- **Agrupe** as barras por feixes e por bitolas/diâmetro e **catalogue** o material utilizando etiquetas, visando aumentar a produtividade do canteiro;
- Armazene **longe de instalações elétricas, produtos químicos e metais diferentes**.



REPRESENTAÇÃO NO DESENHO ARQUITETÔNICO



CORTE



OBRIGADO