

# Metalurgia e metais

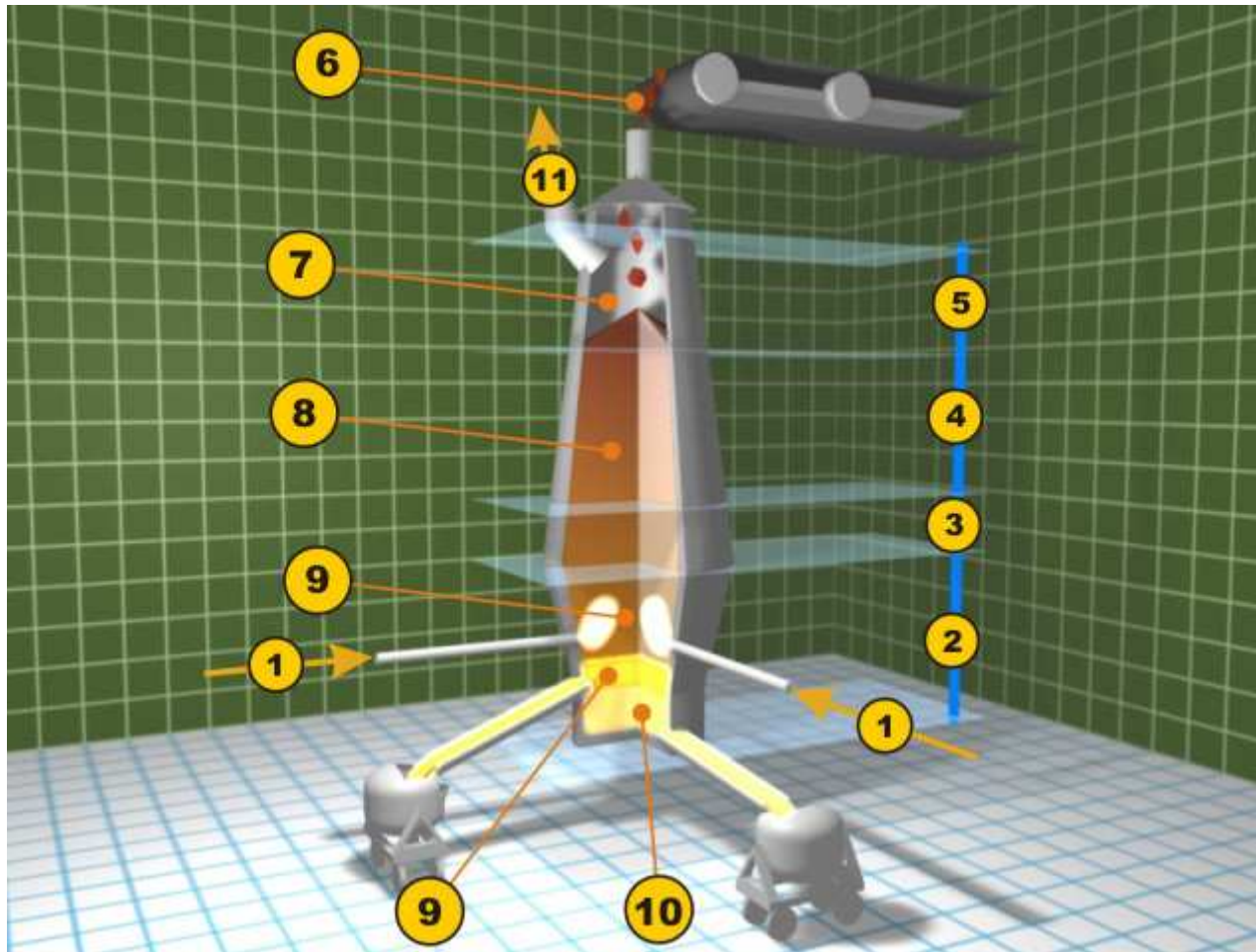


Estátua de Anteros, anjo da caridade cristã (Picadilly Circus, Londres 1893)

# Histórico

- Ouro nativo foi encontrado em cavernas do Paleolítico, c. 40.000 AC.
- Cobre, ouro, estanho e ferro meteorítico também são encontrados nativos. Ferro meteorítico foi usado pelos egípcios para fazer armas, 3.000 AC.
- A Idade de Bronze e a tecnologia metalúrgica começaram quando cobre e estanho foram combinados a partir de minérios e formando uma liga, o bronze, cerca de 3500 AC.
- A fabricação de ferro é muito mais difícil e foi inventada pelos hititas, 1200 AC, que é o início da Idade do Ferro. Foi também dominada pelos filisteus.
- Ocorreram desenvolvimentos tecnológicos em vários lugares e tempos: Oriente Próximo e Médio, Europa medieval, China, Japão e Índia (antigo e medieval). A tecnologia de mineração e metalurgia do ferro já era bem dominada no império romano.
- O livro [De re metallica](#), escrito no século 16 por [Georg Agricola](#) descreve os processos da época. O autor é chamado de “pai da metalurgia”.

# Diagrama de alto-forno



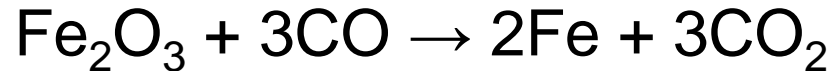
1. Ar pré-aquecido  
(900 a 1300 °C)
2. Zona de fusão
- 3-4. Zonas de redução
5. Zona de pré-aquecimento
6. Alimentação de minério, coque e calcáreo.
7. Gases de exaustão
8. Coluna de minério, coque e calcáreo.
9. Remoção de escória.
10. Tomada de ferro fundido.
11. Coleta de gases.



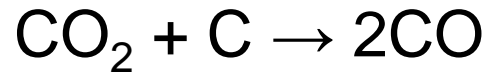
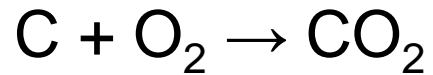
AF-3 da CSN    <http://www.alufer.com.br/obras.htm>

# Reações químicas

Redução do ferro:



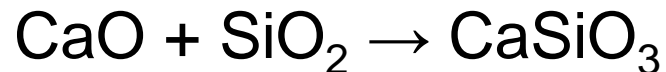
Formação de CO:



Decomposição de calcário:



Remoção de sílica, formando escória:



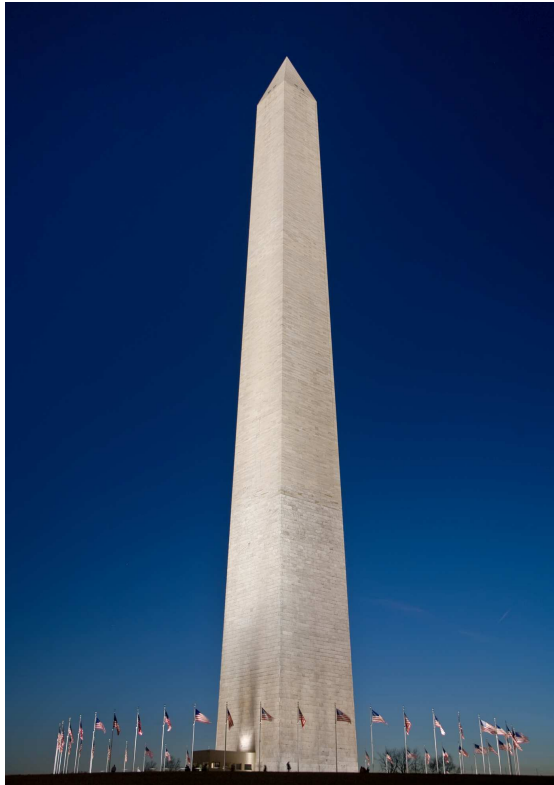
# Propriedades químicas de metais: oxidação

- Substances on the Earth's surface will come in contact with air, water or acids. A major concern for the use of metals is their corrosion. The shiny surface of many metals becomes dull in time. This is due to a slow chemical reaction between the surface of the metal and oxygen in the air; this is typically a surface coating of the metal oxide. The general word equation is:
  - **metal+oxygen** → **metal oxide**
- For example: The dull appearance of the metal lead is due to a coating of lead oxide.
  - lead+oxygen → lead oxide
- If the surface is scratched then the shiny lead metal can be seen underneath.
- Heating can speed up the reaction with oxygen. If a piece of copper is heated it quickly becomes coated in black copper oxide. The word equation is:
  - **copper + oxygen** → copper oxide



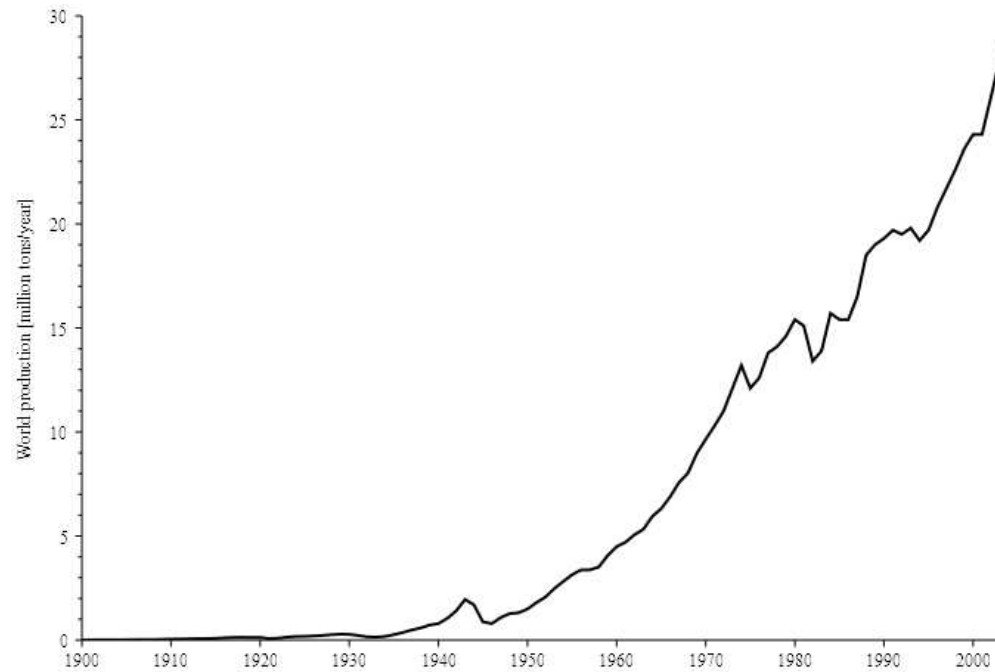
# Alumínio

- Metal mais abundante da crosta (ca. 8%)
- Aparece raramente na forma livre, em lama vulcânica.
- No passado, foi um metal precioso (os talheres de Napoleão III, a cúpula do monumento a Washington).
- Principal fonte mineral: bauxita
- Fabricado por eletrólise de alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dissolvida em criolita ( $\text{NaAlF}_4$ ) (em geral, sintética).
  - $\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al}$
  - $2 \text{O}^{2-} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{e}^-$
  - $\text{O}_2 + \text{C}$  (dos eletrodos)  $\rightarrow \text{CO}_2$
- Alto consumo de energia: 12.8 kW·h/kg (46.1 MJ/kg)
  - Linhas de 250 kA
  - Reciclagem requer apenas 5% deste consumo.



Colocado no topo do  
monumento a  
Washington:

30 g = 1 dia de salário de  
um trabalhador

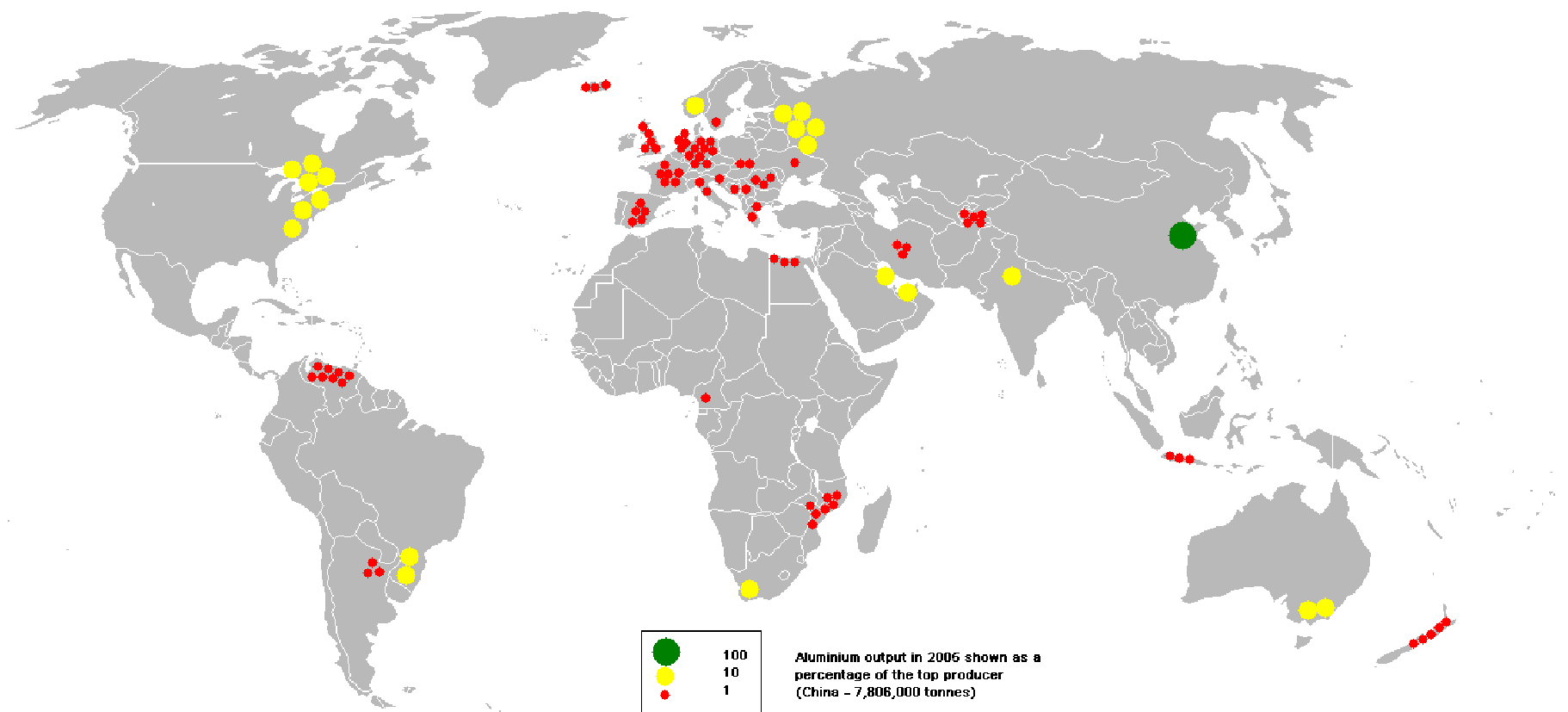


Produção global de alumínio

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/Aluminium\\_world\\_production\\_trend.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/Aluminium_world_production_trend.svg)

31.9 Mt em 2005, mais que qualquer outro  
metal exceto ferro, com 837.5 Mt.





# Usos

- Estruturas leves
  - Densidade =  $2.7 \text{ g cm}^{-3}$ , ponto de fusão =  $660^{\circ}\text{C}$
  - Substituído por aço em superestruturas de navios de combate
- Utensílios, embalagens
- Filmes, refletores para iluminação
- Sais: tratamento de água, antiperspirantes