

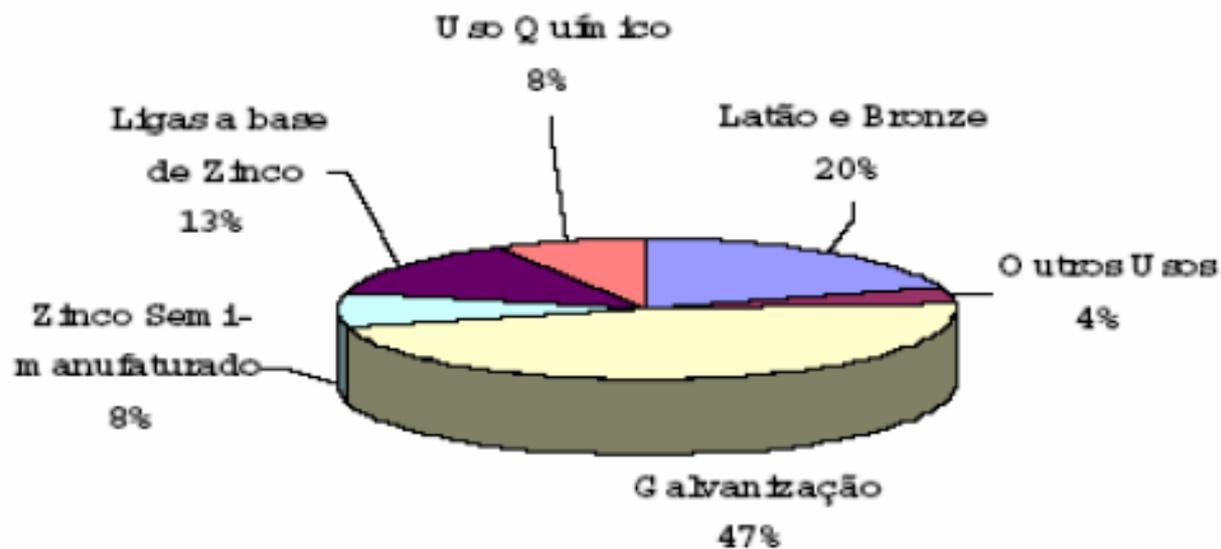
METALURGIA EXTRATIVA DOS NÃO FERROSOS

PMT 3409

METALURGIA DO ZINCO

- Massa atômica: 65,38 g/atg
- Densidade: 7,14 g/cm³
- Ponto de fusão: 692,68 K
- Ponto de ebulição: 1180 K
- Entalpia de fusão: 7,32 kJ/mol
- Entalpia de vaporização: 123,6 kJ/mol
- Pressão de vapor: 1 Pa a 610 K

METALURGIA DO ZINCO



Fonte: ILZSG - International Zinc and Lead Study Group

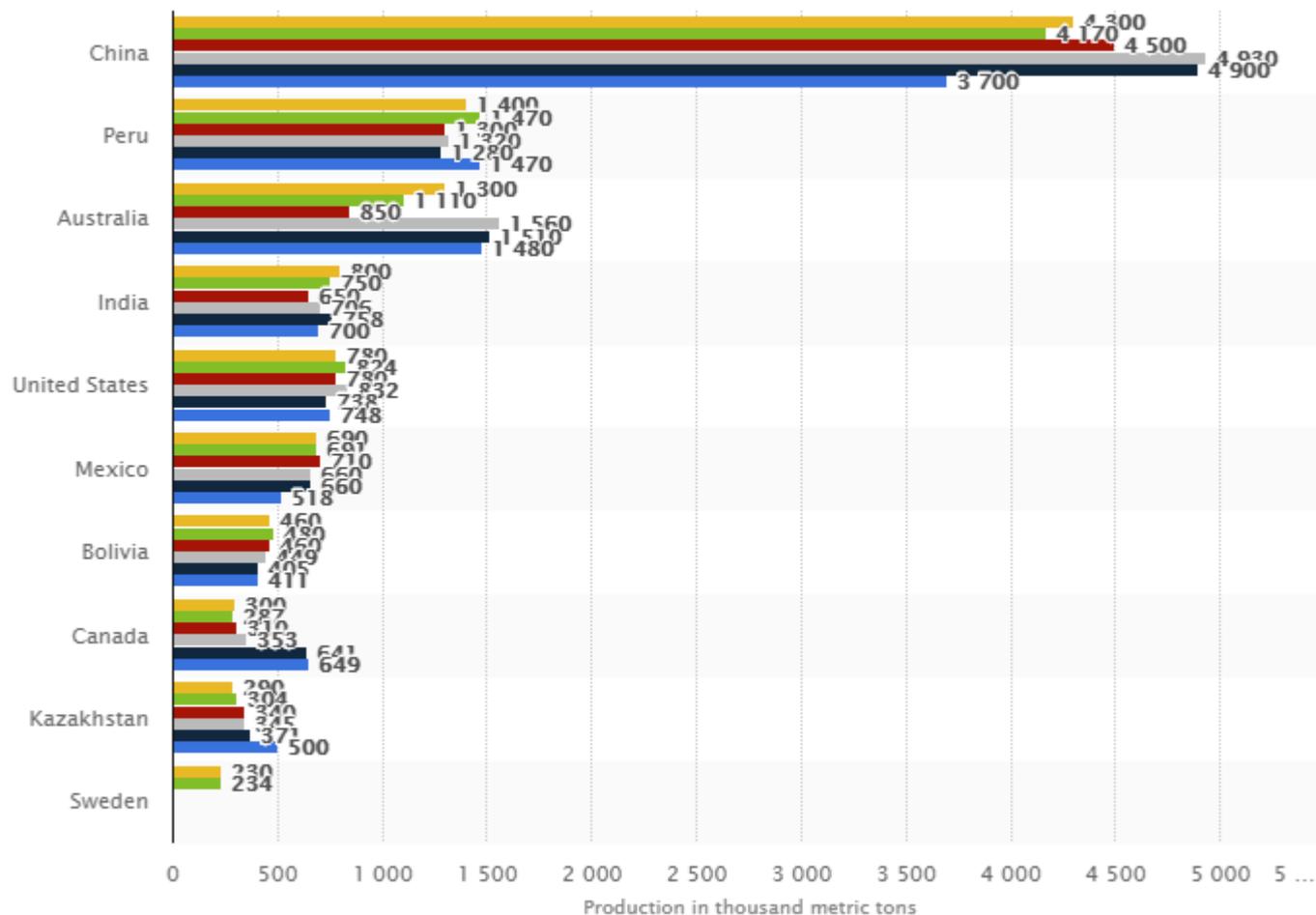
- ZnO: Formulação de barrachas, fertilizantes, pigmento branco, protetor solar
- ZnCl₂: desodorante, proteção de madeira

METALURGIA DO ZINCO

(in 1,000 metric tons)

Reserves (Data in thou

| |
|----------------------------|
| United States |
| Australia |
| Bolivia |
| Canada |
| China |
| India |
| Ireland |
| Kazakhstan |
| Mexico |
| Peru |
| Other countries |
| World total (rounded) |
| World Resources: Identifi |
| about 1.9 billion metric t |



● 2010 ● 2012 ● 2014 ● 2016 ● 2018 ● 2019*

METALURGIA DO ZINCO

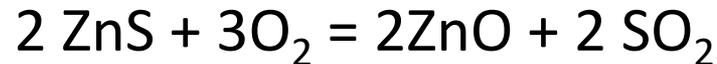
- Os principais minérios de zinco são:
 - blenda ou esfarelita (ZnFeS)
 - willemita (Zn_2SiO_4)
 - smithsonita (ZnCO_3)
 - calamina ou hemimorfita ($\text{Zn}_4\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot (\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
 - wurtzita (ZnFeS)
 - franklinita (ZnMnF_2O_4)
 - hidrocincita [$2\text{ZnO}_3 \cdot 3\text{Zn}(\text{OH})_2$]
 - zincita (ZnO)
- Brasil: calamina, willemita e esfarelita
- Se associado a Pb: a concentração deve ser realizada em 2 etapas

METALURGIA DO ZINCO

- Composição química de um minérios de zinco :
 - 2-7,5% Zn
- Composição química de um minérios de zinco concentrado:
 - 47-60% Zn
 - Esfarelita (ZnFeS): 70,3%
 - Galenita (PbS): 5,2%
 - Calcopirita (CuFeS₂): 3,1%
 - Pirita (FeS₂) e outros sulfetos de Fe: 11,3%
 - Silicatos e carbonatos: 10,1%
- Composição química de um óxido de zinco Waelz:
 - >60%

METALURGIA DO ZINCO

- Ustulação:

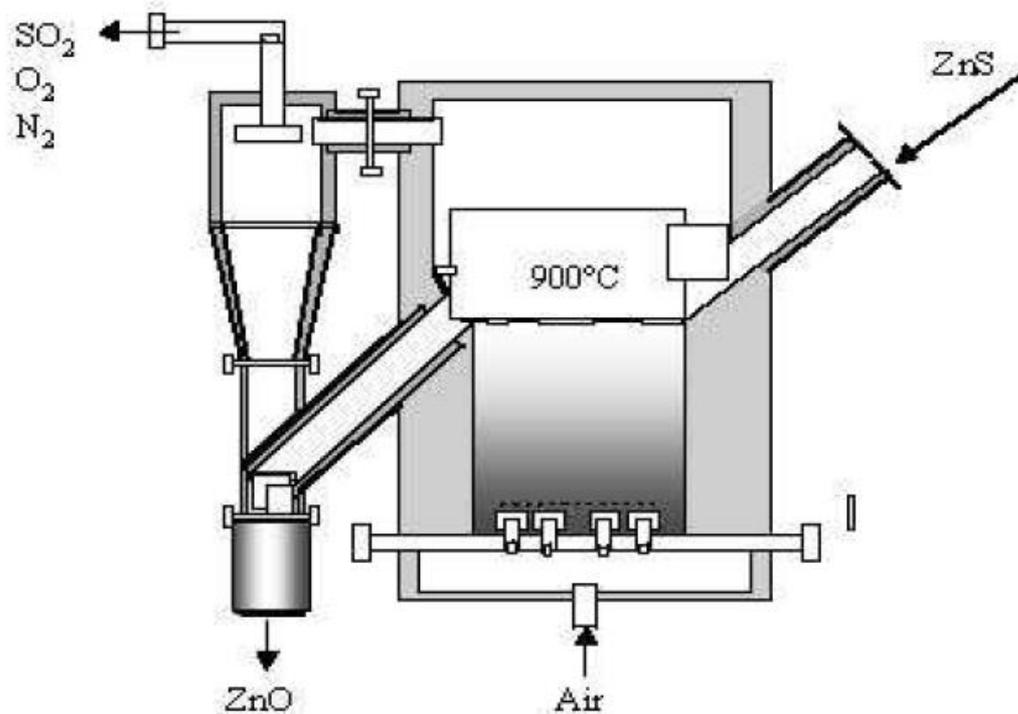
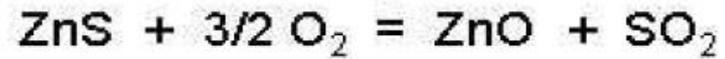


- É uma reação exotérmica
- A temperatura depende da granulometria do minério: por exemplo, para a esfarelita com 1mm de diâmetro, a temperatura inicial de ustulação é de 647°C; com 2mm de diâmetro, tal temperatura é de 810°C
- O reator de leito fluidizado é o mais indicado

METALURGIA DO ZINCO

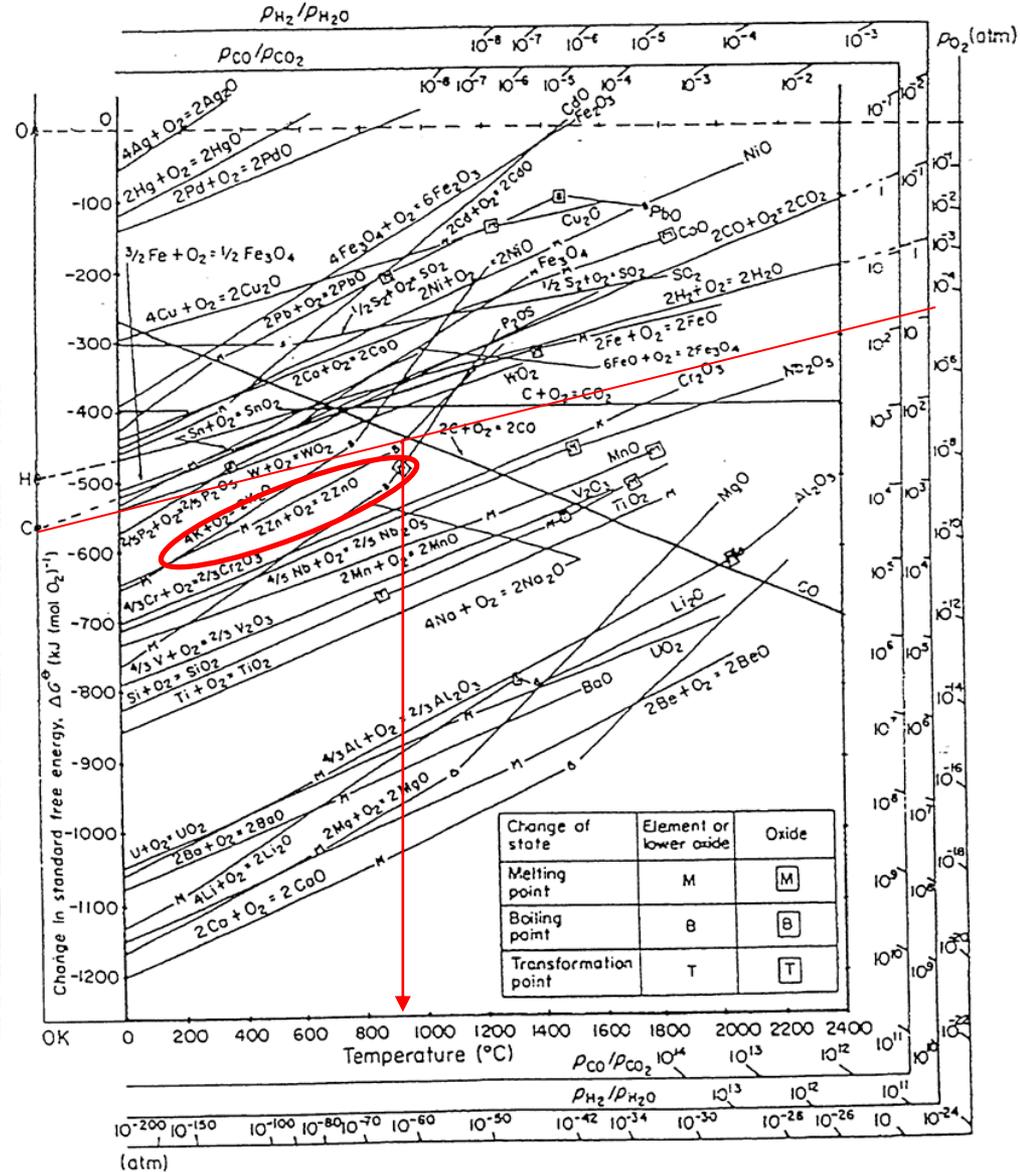
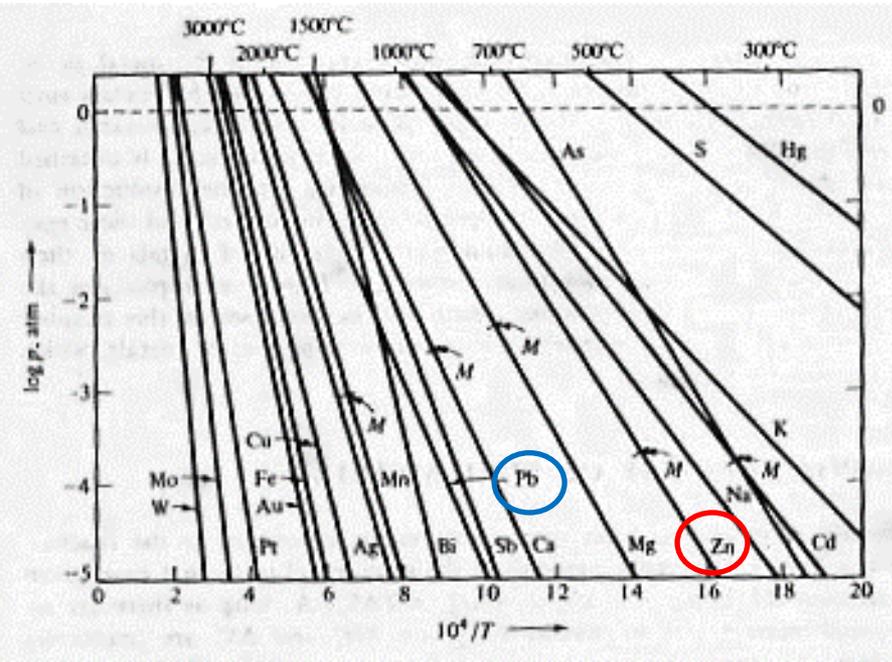
Ustulação

Roasting of zinc sulphide

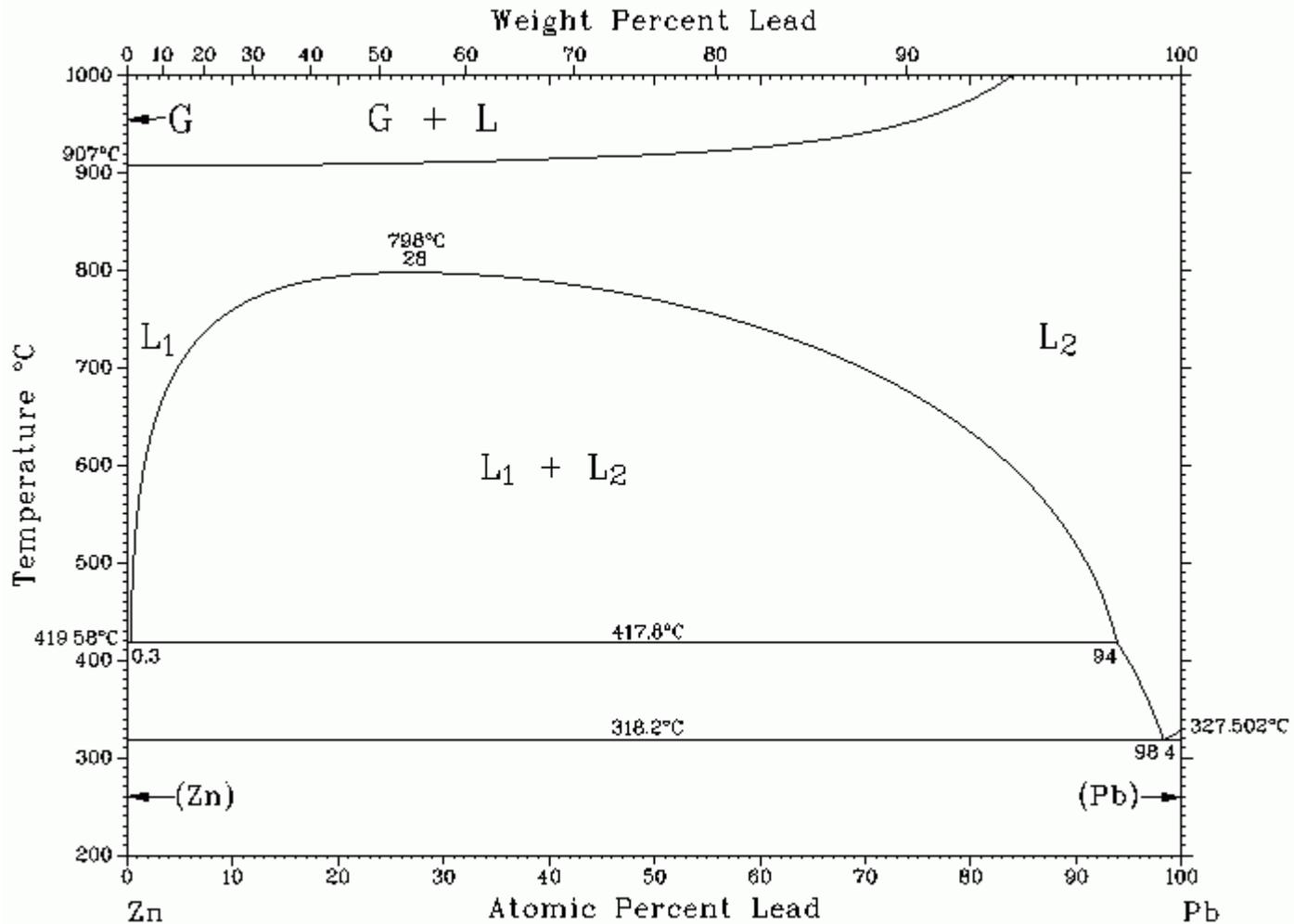


METALURGIA DO ZINCO

- Processos de produção
 - Pirometalúrgico
 - Hidrometalúrgico

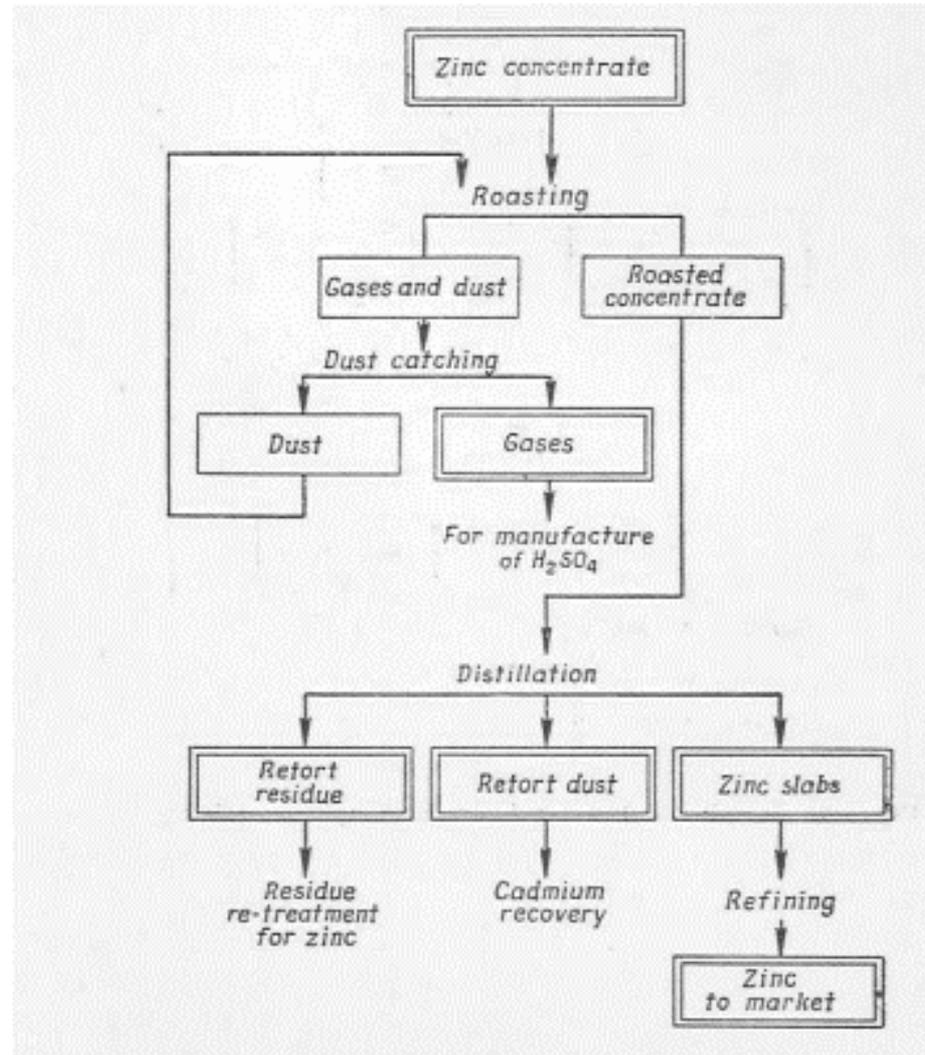


METALURGIA DO ZINCO



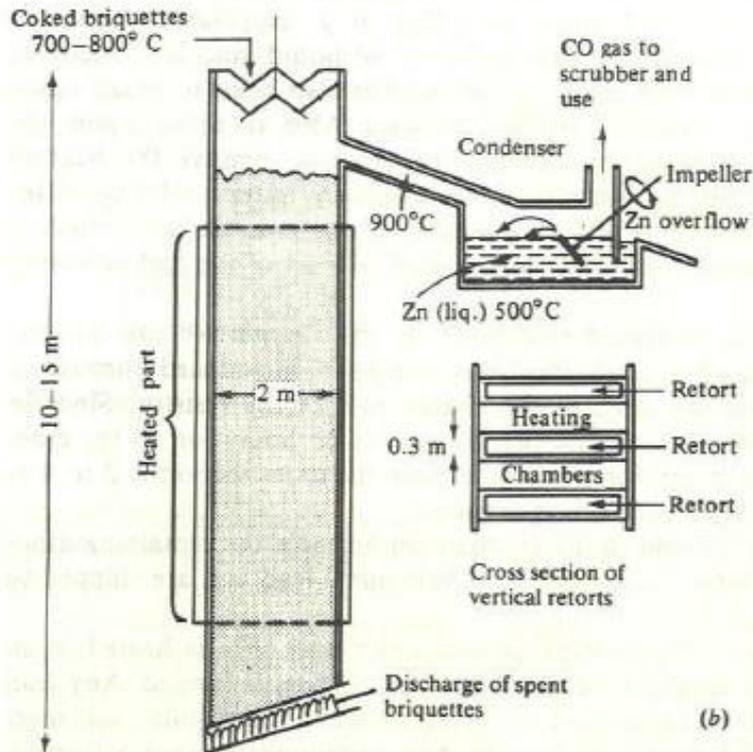
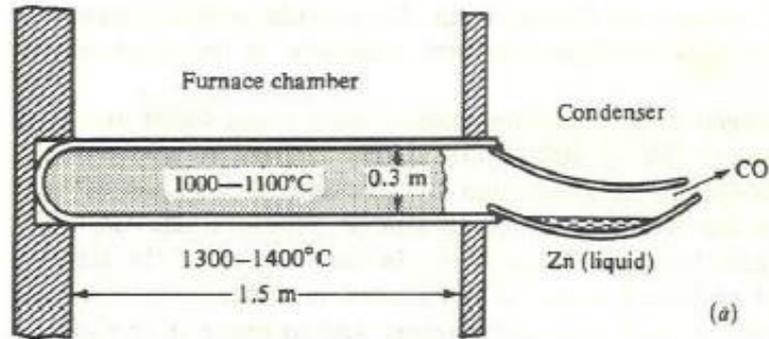
METALURGIA DO ZINCO

- Pirometalúrgico



METALURGIA DO ZINCO

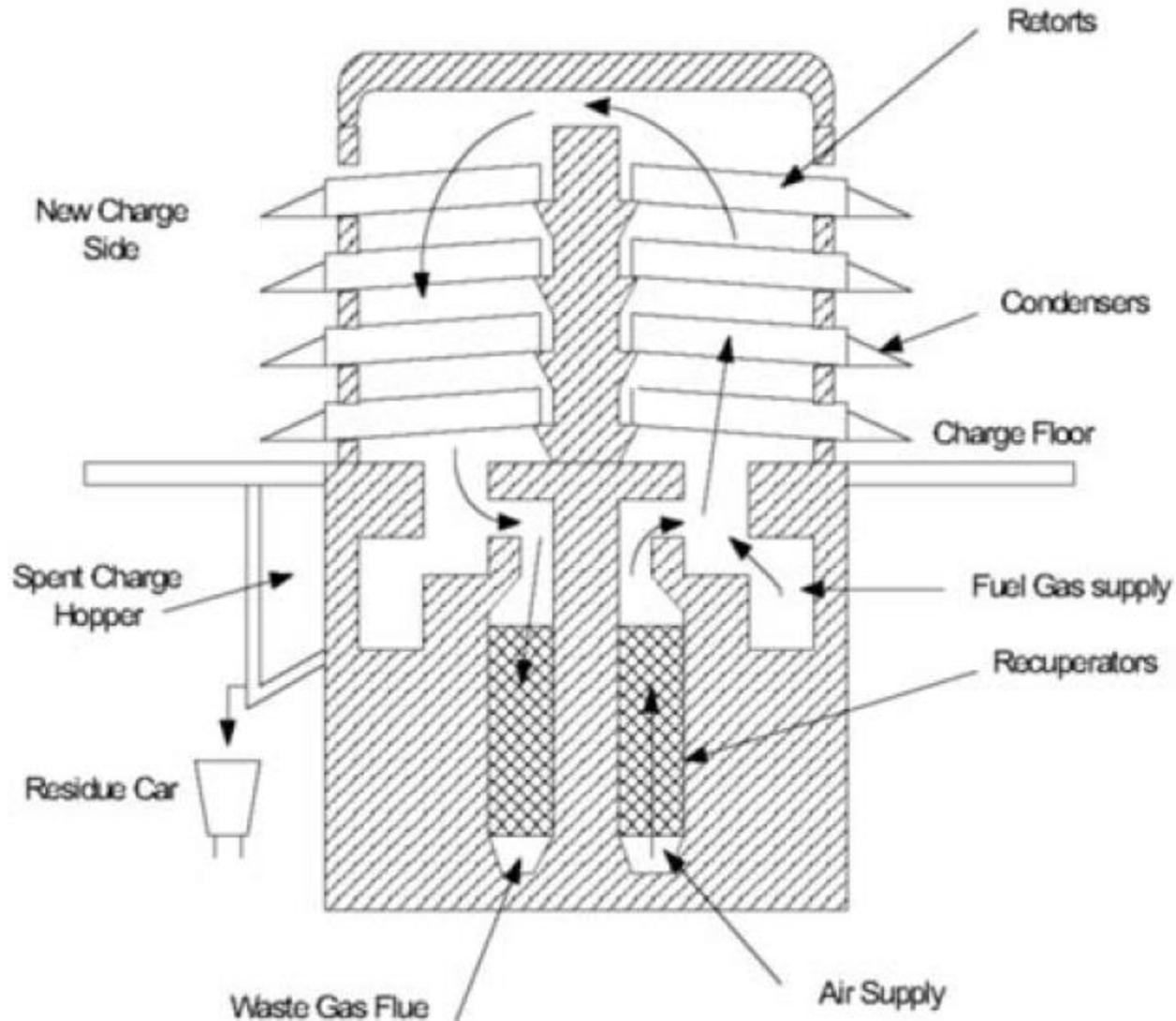
- Pirometalúrgico



METALURGIA DO ZINCO

Pirometalúrgico

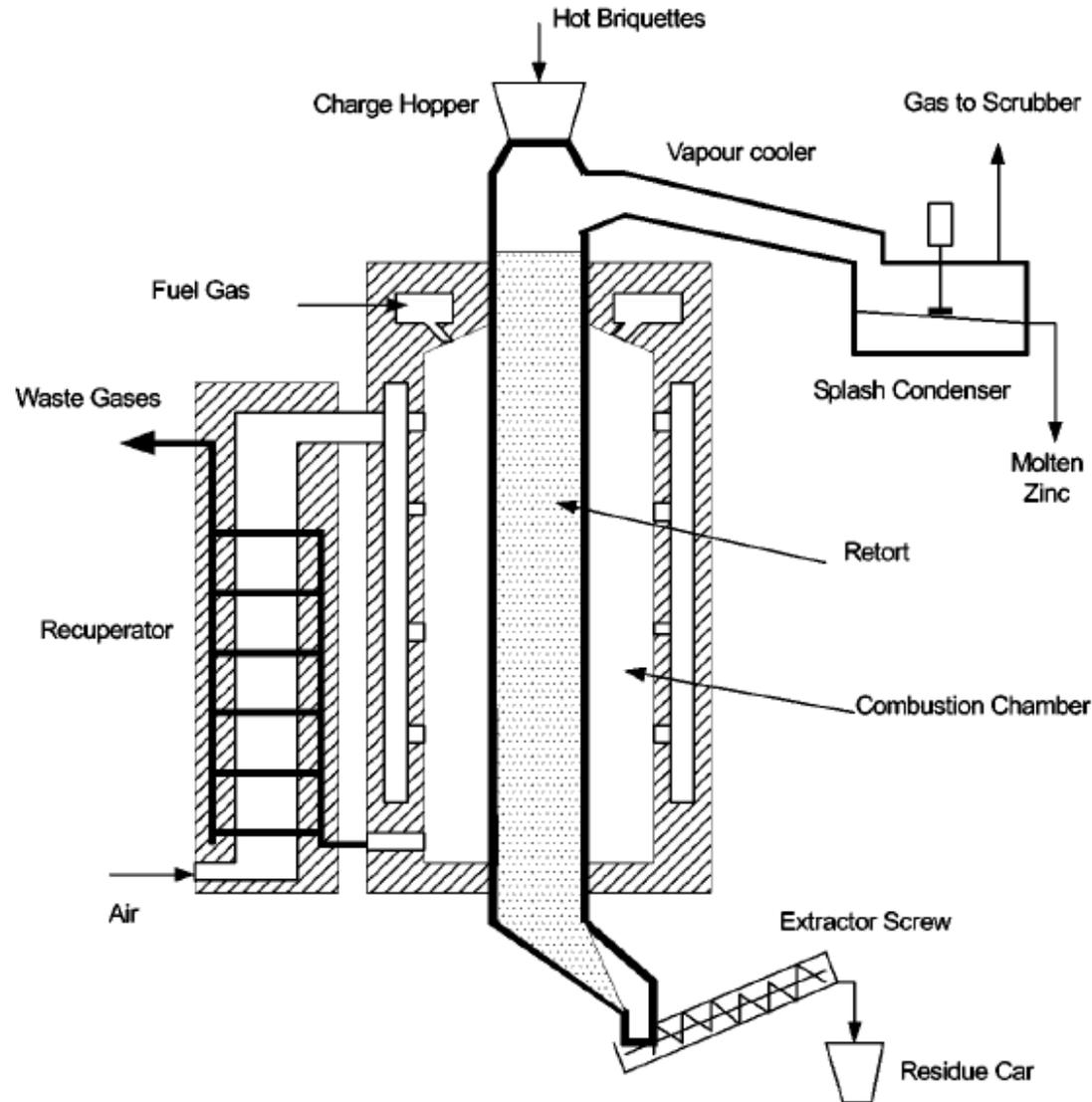
- Retorta horizontal
- Ciclo: 24-48h
- $\phi=230\text{mm}$ x $L=1500$ mm
- Aço ou refratário
- $T_{\text{max}} = 1250^{\circ}\text{C}$



METALURGIA DO ZINCO

Pirometalúrgico

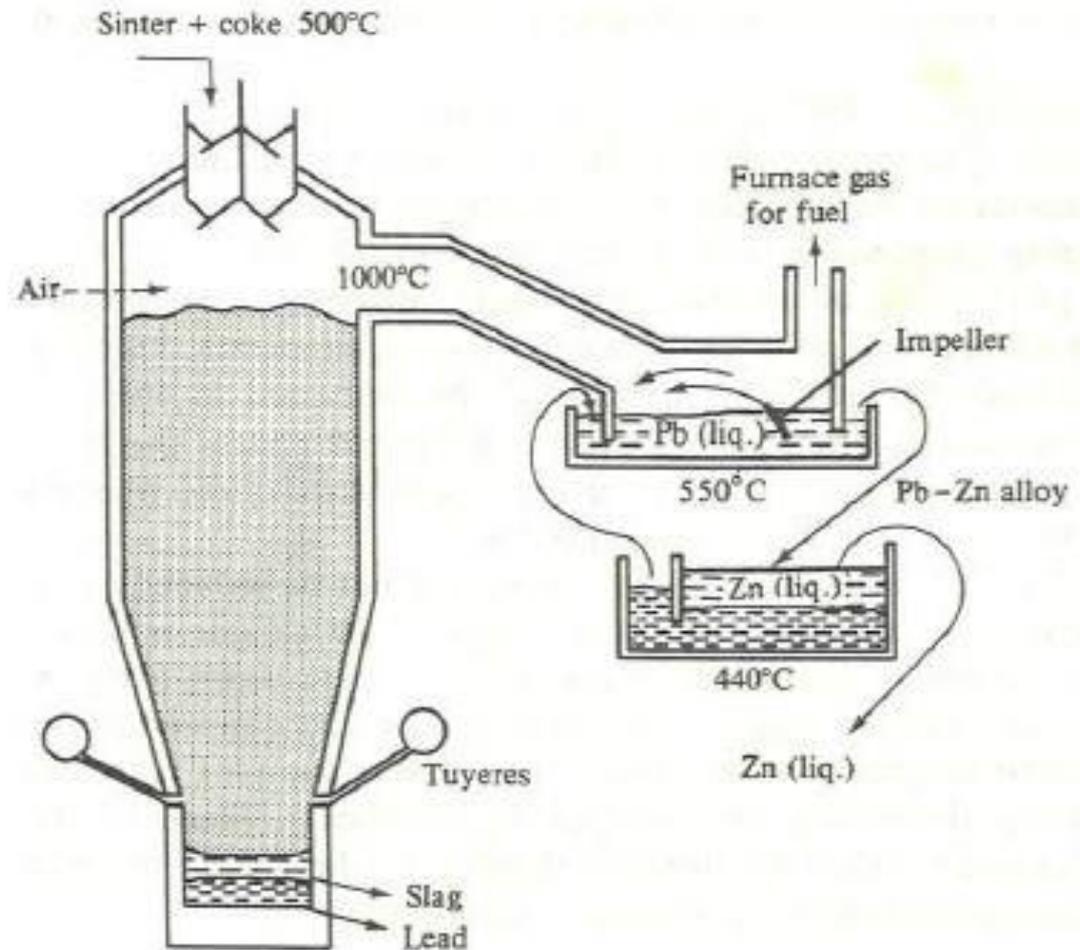
- Retorta vertical
- Ciclo: 24-48h
- H=10-12 m x L=1,5-2,2 m x e=0,3 m
- SiC
- $T_{\max} = 1250^{\circ}\text{C}$
- Briquetes auto-redutores de 0,5 kg



METALURGIA DO ZINCO

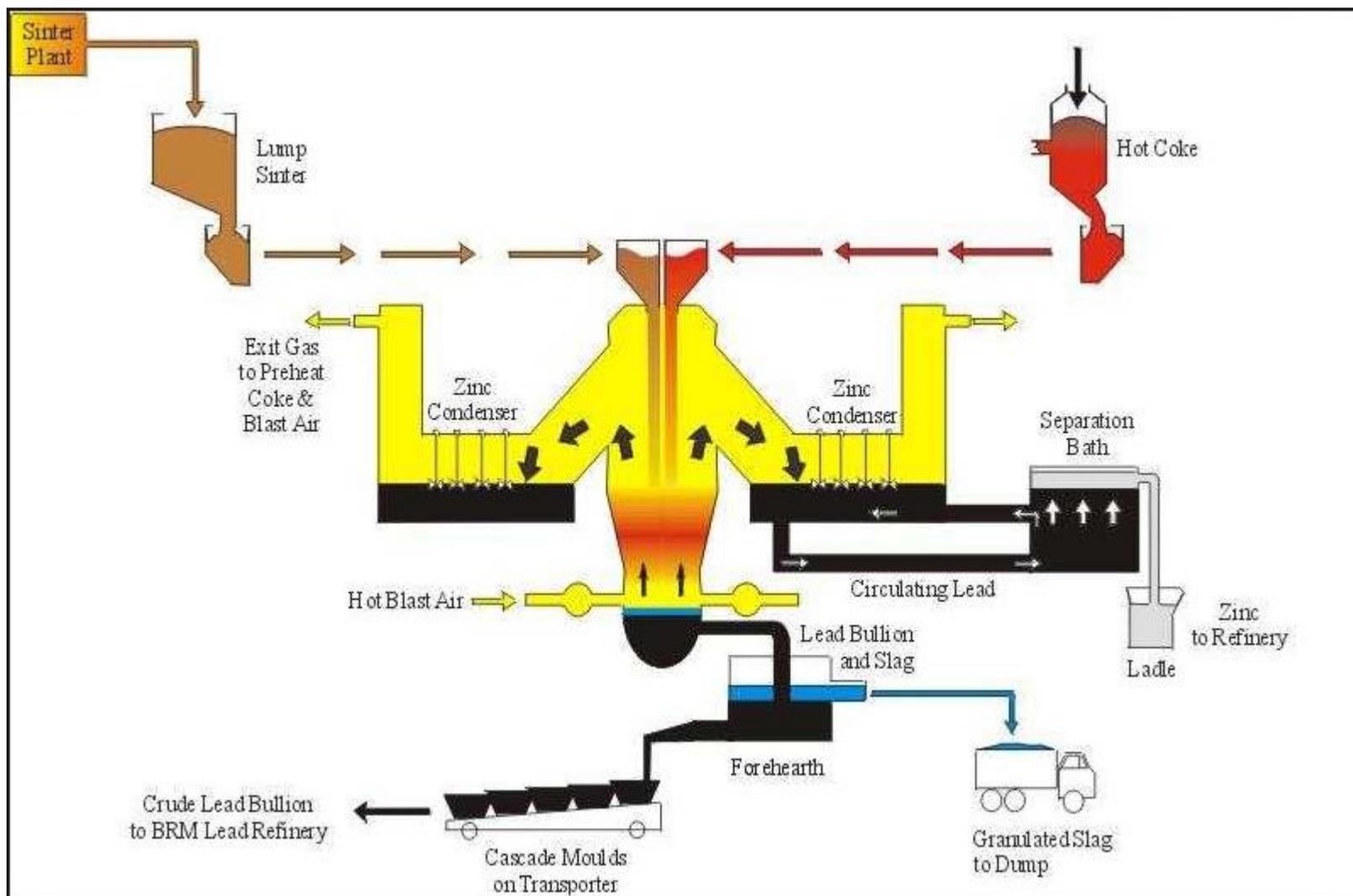
Pirometalúrgico

- Alto-forno (Imperial Smelting)
- $H=6,3m$ x $\phi=3,2m$
- Ar pré-aquecido a 800-1000°C
- Carga: sínter + coque pré-aquecido 500-700°C



METALURGIA DO ZINCO

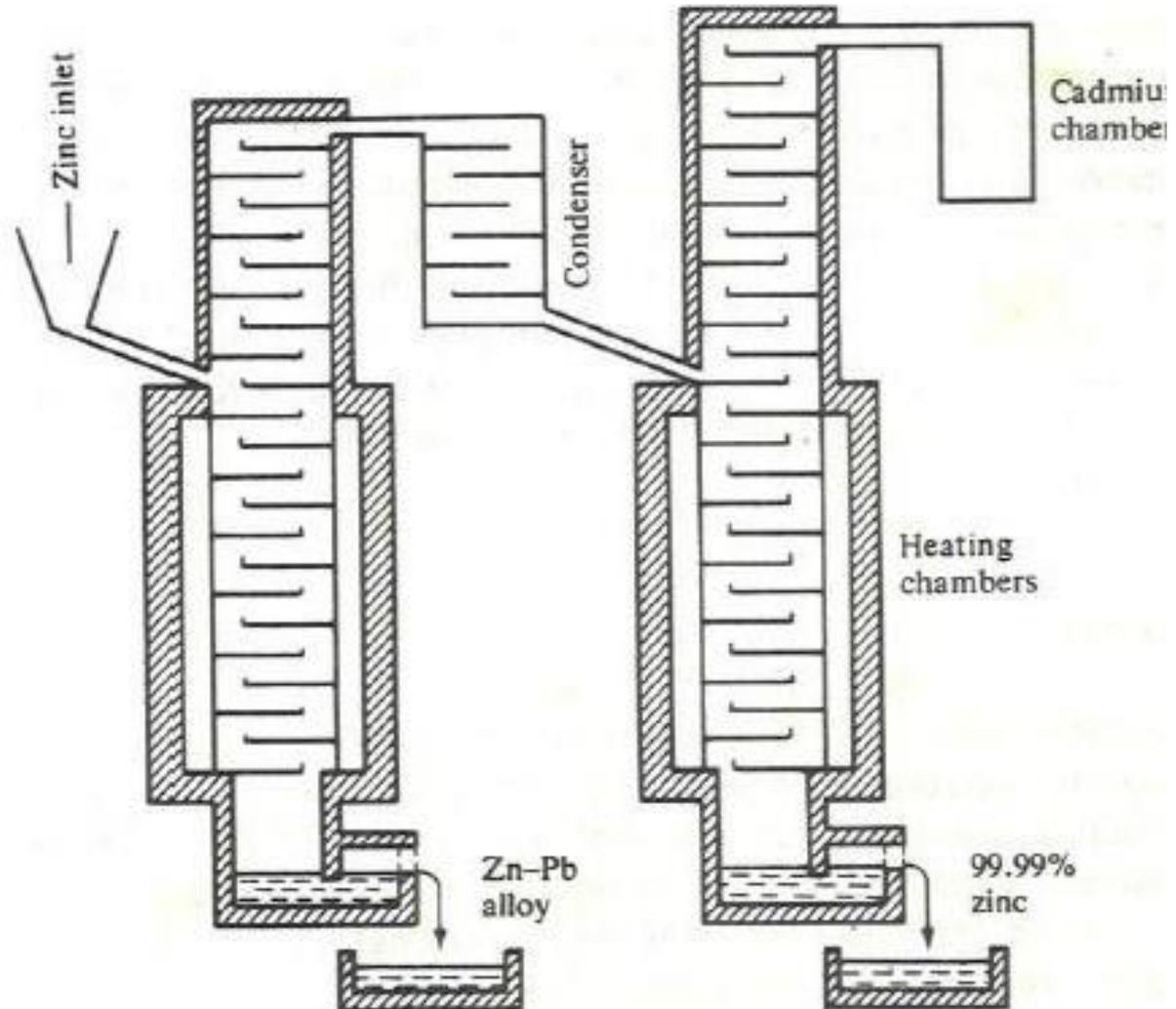
Forno Imperial Smelting



METALURGIA DO ZINCO

Refino

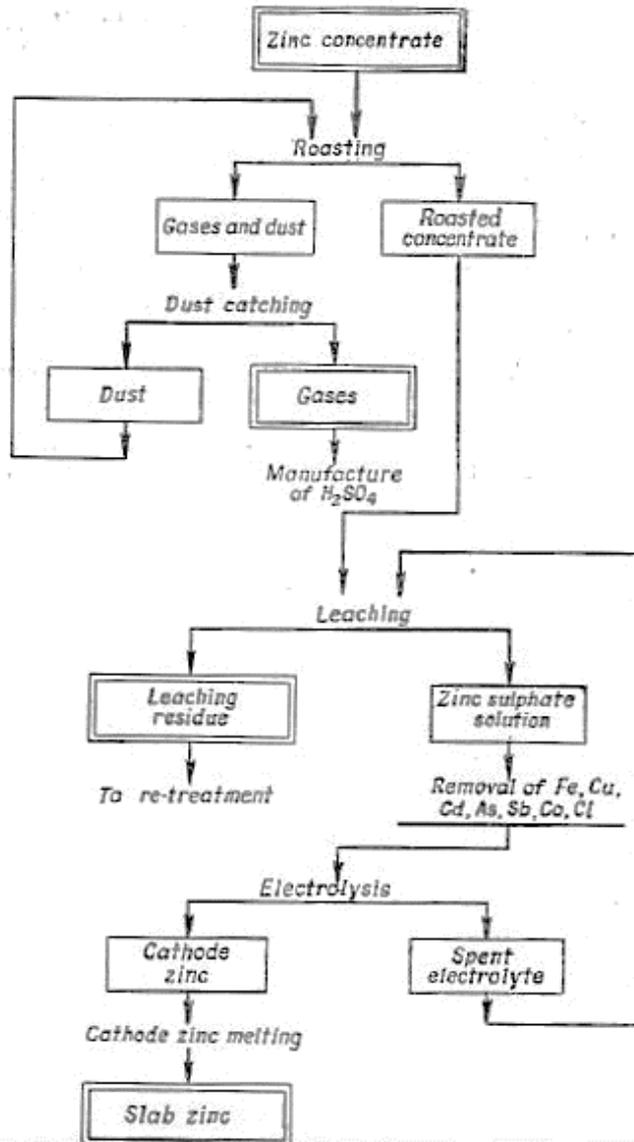
- Destilação
- $T=1250^{\circ}\text{C}$
- $T_{\text{eb}}=907^{\circ}\text{C}$



METALURGIA DO ZINCO

- Hidrometalúrgico
 - Lixiviação:
 - Neutra: com eletrólito exaurido (evita a dissolução do Fe)
 - Ácida com H_2SO_4
 - A solução aquosa de ZnSO_4 filtrada
 - Deve-se minimizar o % SiO_2 pela formação de coloides (impossível de filtrar)
 - Velocidade: concentração de ácido, tamanho da partícula, agitação e temperatura
 - A solução é então reduzida eletroliticamente (*electrowinning*) produzindo-se catodos de Zn

METALURGIA DO ZINCO



- Cu e Cd: pó de zinco
$$\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} = \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$$
- Co: xantogenato de Na ($\text{NaS} \cdot \text{CS} \cdot \text{OC}_2\text{H}_5$) e vitriol azul (CuSO_4)

METALURGIA DO ZINCO

Relative contribution of different smelting processes.

| Process Type | Horizontal Retort | Vertical Retort | Electrothermic Retort | ISF | Electrolytic |
|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------|------------|---------------------|
| 1950 | 55% | 7% | 6% | 0% | 32% |
| 1970 | 5% | 9% | 4% | 9% | 73% |
| 1990 | 0% | 3% | 3% | 13% | 81% |
| 2000 | 0% | 3% | 2% | 12% | 83% |
| 2003 | 0% | 2% | 1.5% | 7.5% | 89% |
| Number of plants -2003 | 0 | 2 | 1 | 10 | 86 |