

Redução de óxidos não-ferrosos

- Óxidos de metais não-ferrosos reduzidos por carbono numa escala industrial: PbO , ZnO , SnO_2 . Em menores quantidades: CuO , Sb_2O_3 , NiO , MgO
- Em alguns casos não é possível obter o metal diretamente devido a formação de carbetos. Uma alternativa é reagir o carbetos com o óxido para formar o metal;
- Óxidos reduzidos pelo hidrogênio: MoO_3 , WO_3 ;
- Óxidos reduzidos por metal: MgO , B_2O_3 , V_2O_3

Chumbo

Principal minério : PbS (Galena), normalmente associado com FeS_2 , ZnS , Ag_2S

Minério é inicialmente ustulado em máquina de sinterizar do tipo Dwight-Lloyd para formar PbO

Equipamento para redução: Blast Furnace 7m x 7m x 1,5m opera a aproximadamente 900°C

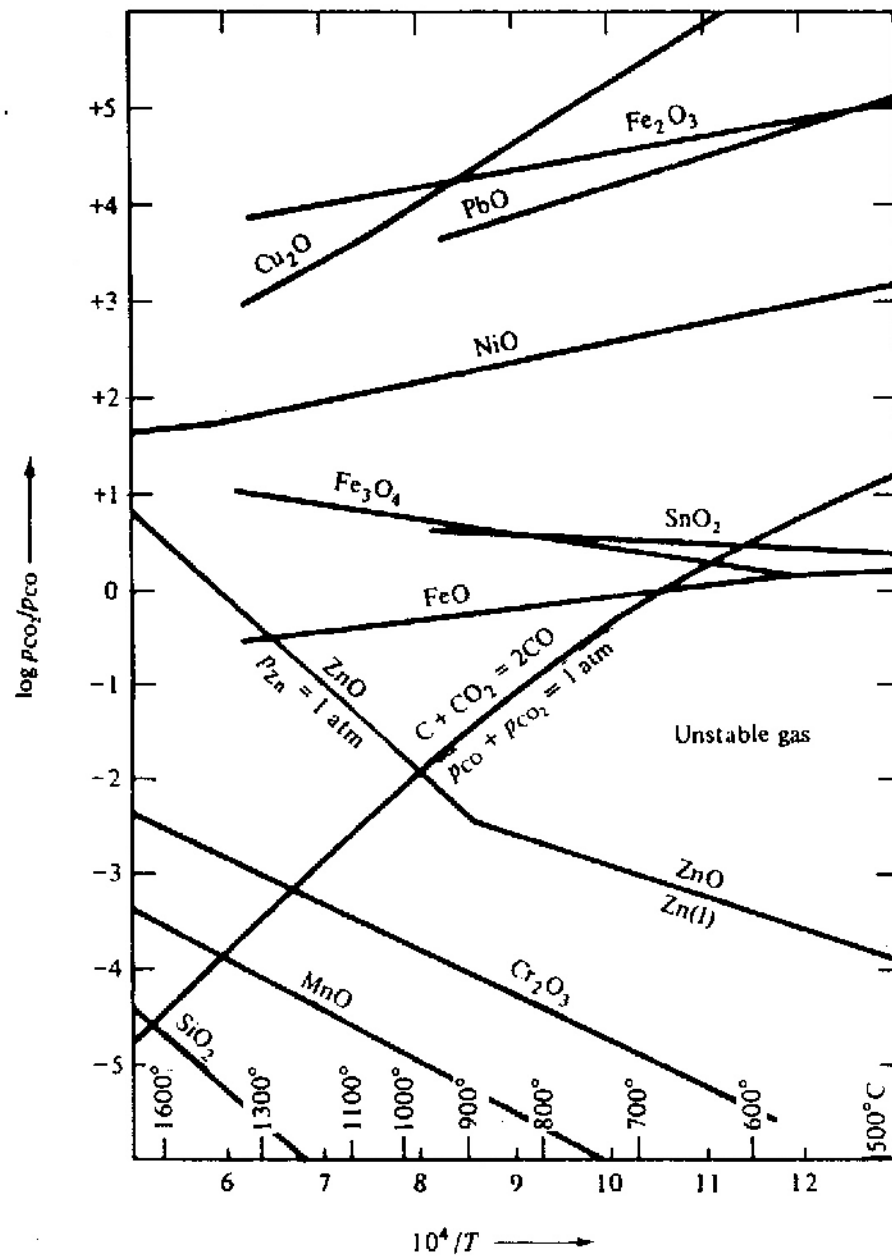
Carga é formada por sinter, fundentes (CaO e FeO) e coque para escorificar a sílica. A escória tem um ponto de fusão em torno de 1200°C, o ponto de fusão do chumbo é de 327°C

A escória é muito corrosiva e atacaria qualquer refratário comum. A parte baixa do forno é feita de placas de aço refrigeradas a água (water jackets). Nesta, uma camada de escória solidifica e serve de refratário. O cadinho é usualmente revestido com tijolos de magnésia

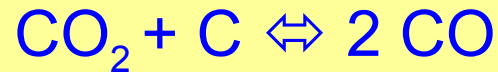
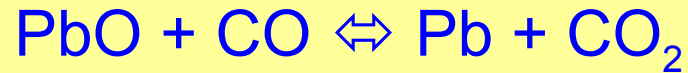
Se o minério não contém FeO suficiente para formação da escória, sucata de ferro pode ser adicionada. Neste caso o ferro atua também como redutor

$$\text{PbO} + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{Pb} + \text{FeO}$$

Análise típica da escória de chumbo (%)	
SiO ₂	20-40
FeO	30-40
CaO	5-20
Pb	1-2
Zn	15-20



Principais Reações:



Produtos:

Chumbo Bullion: Pb + Sb, Sn, As, Cu, Ag, Au

Matte: Sulfeto de Fe + Cu

Speiss (carga rica em As ou Sb): Fe, As, Ni, Co

O Chumbo bullion é corrido continuamente

Matte e Speiss possuem densidade entre
aquelea do chumbo e da escória

**Impurezas
típicas
no chumbo
bullion (%)**

Cu	1.0
Sb	2.2
Fe	0.3
As	0.5
Bi	0.01
S	0.2
Ag	0.33
Au	traços

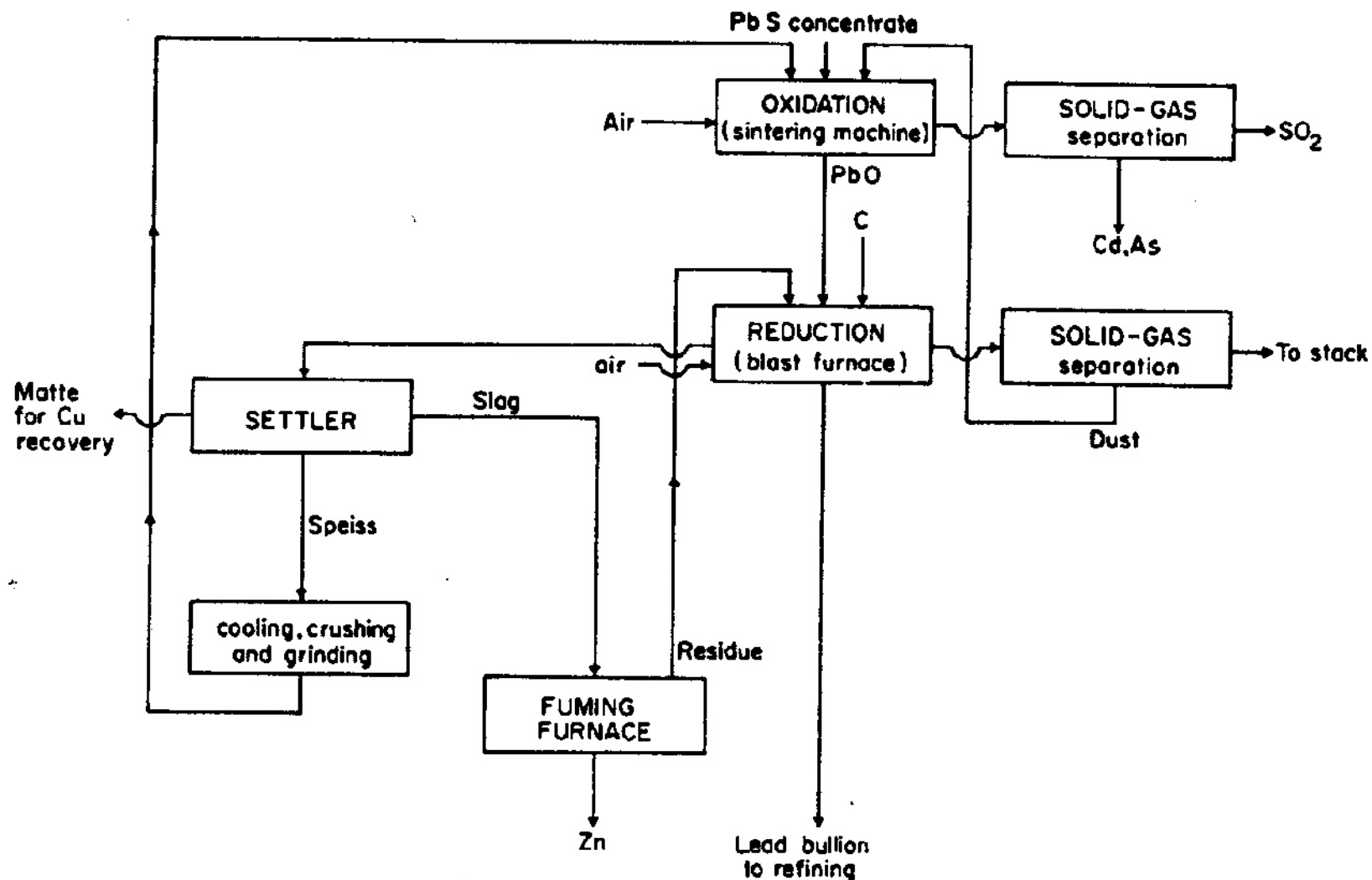


Fig. 21-1. Flowsheet for the reduction of lead oxide.

Estanho

Principal minério : SnO_2 (Cassiterita)

O concentrado de cassiterita é reduzido pelo carvão em forno de revérbero

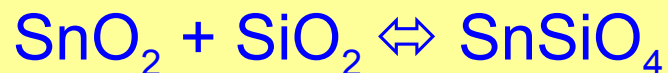
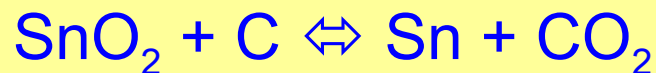
A aparentemente simples reação $\text{SnO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons \text{Sn} + \text{CO}_2$ torna-se complicada devido aos seguintes fatores:

- 1) O SnO_2 pode ser reduzido a baixas temperaturas, mas altas temperaturas são normalmente empregadas (1200-1300°C) para a produção de uma escória fluida; esta temperatura é muita alta comparada ao ponto de fusão do metal (231°C). Consequentemente, óxidos de outros metais presentes como impurezas são também reduzidos simultaneamente e ligados ao estanho. Também ocorre uma alta volatilização de estanho.
- 2) SnO_2 é um óxido anfótero, isto é, ele reage como um ácido ou como uma base. Reage com SiO_2 para formar silicatos e com CaO para formar estanatos.

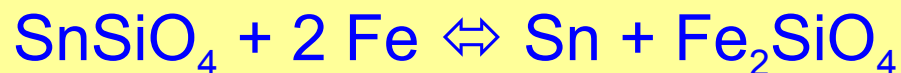
Assim, o concentrado de estanho deve ser tão puro quanto possível e o carvão usado de baixo teor de impurezas.

A redução deve ser conduzida em dois estágios:

- Num primeiro estágio, somente uma parte do óxido na carga é reduzido a metal. Isto leva a um estanho bastante impuro e a escória contém apreciável quantidade de estanho



- No segundo estágio, o silicato de estanho da primeira escória é reduzido por ferro metálico para produzir estanho impuro



O teor de estanho produzido neste estágio é de 95%.

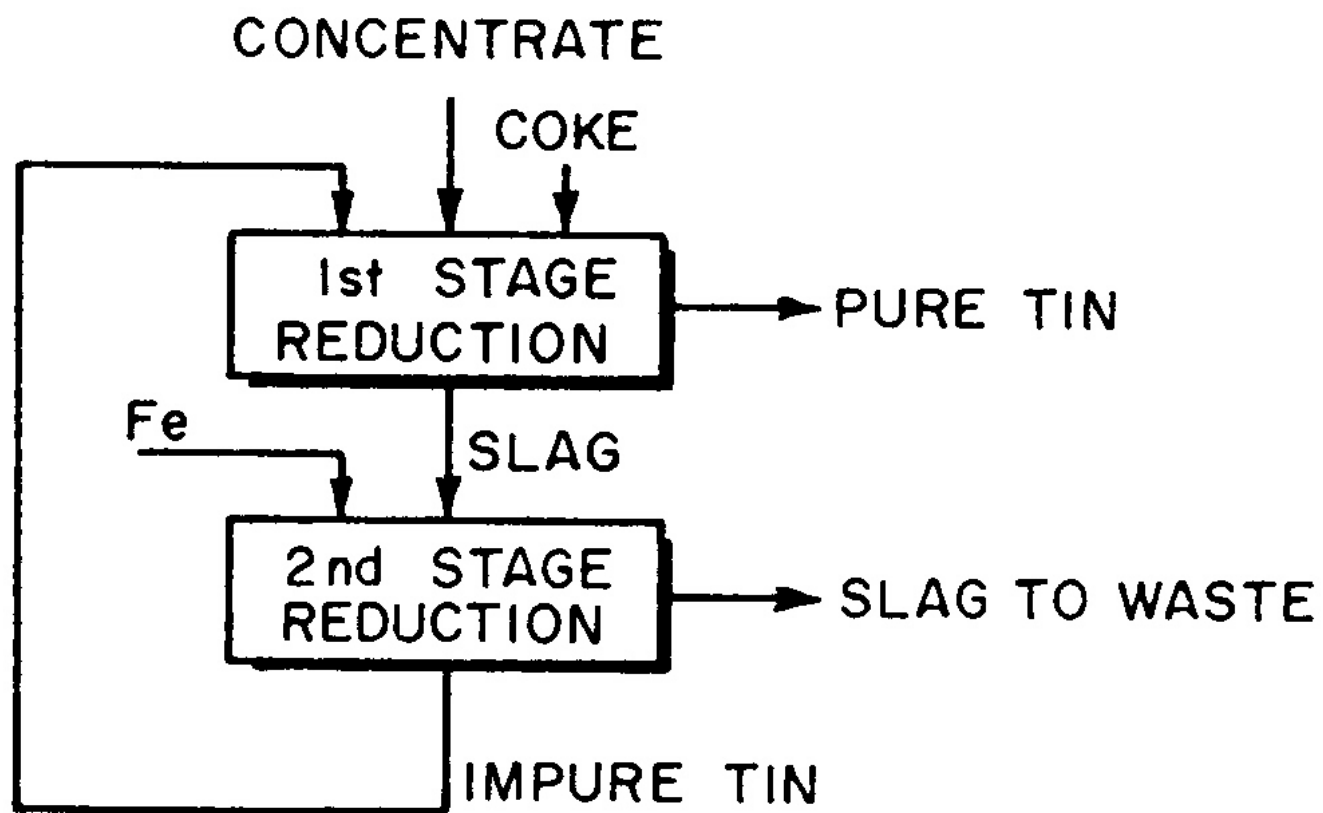


Fig. 21-7. Two-stage reduction of cassiterite concentrate.

**Análise de
uma escória
de estanho
Primeiro
estágio (%)**

SiO₂ 30-40

FeO 15-25

CaO 5-15

SnO₂ 5-25

**Concentrados
ricos
(>60% Sn)**

**Concentrados
pobres
(~40% Sn)**

Sn	98,5	97
As	0,1	0,4
Fe	1,0	1,3
Cu	0,2	0,4
Pb	0,1	0,5
Bi	-	0,1
Sb	0,1	0,3

Análise de escórias de estanho da Malásia e Tailândia

	%		%
Nb_2O_5	1-2,7	P_2O_5	0,5-0,7
Ta_2O_5	0,7-2,7	SiO_2	24-28
WO_3	1,3-2	Al_2O_3	9-11
SnO_2	0,8-1	CaO	20-22
MnO	0,6-1,8	MgO	2-6
TiO_2	6,7-11,3	FeO	12-20
Cr_2O_3	0,2-0,3		