

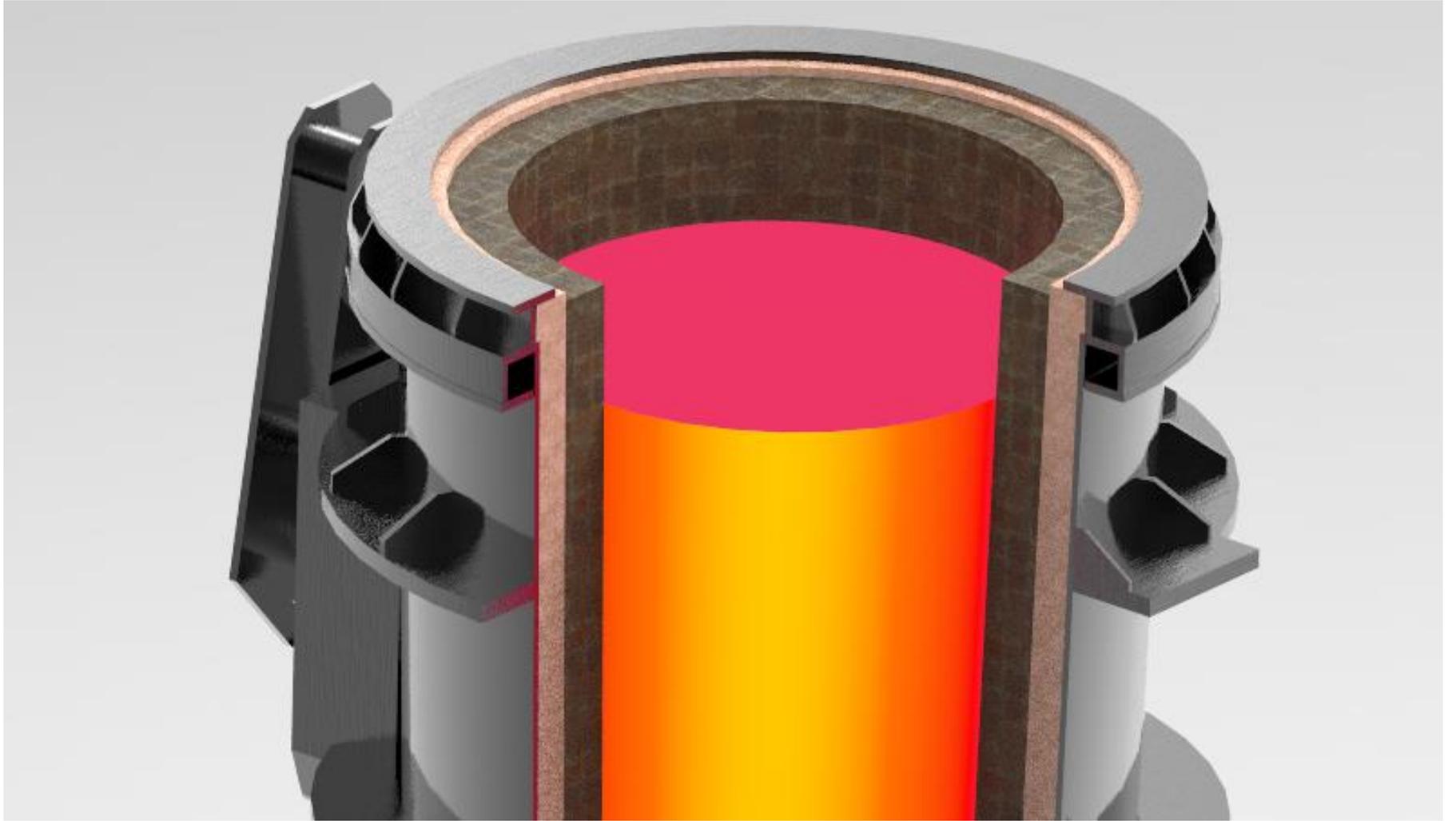
METALURGIA EXTRATIVA DOS NÃO FERROSOS

PMT 3409

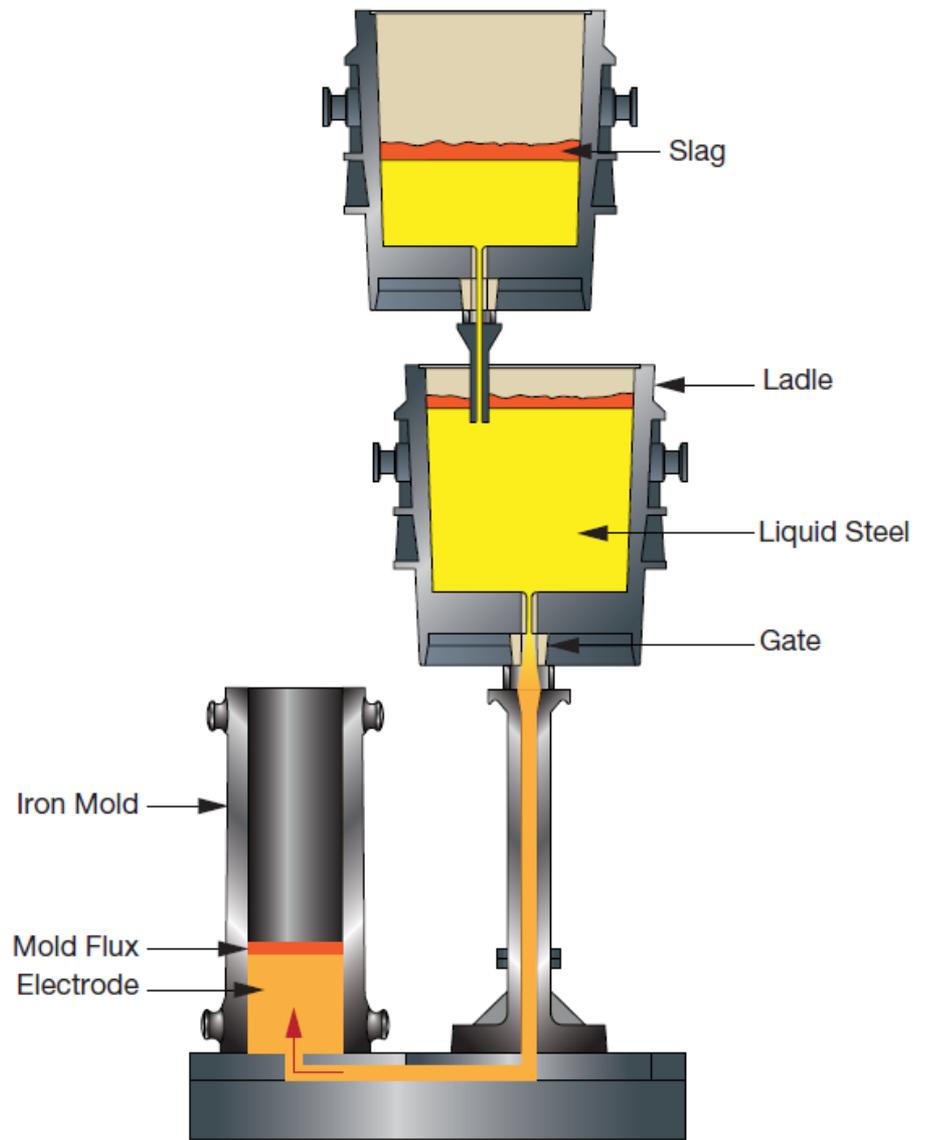
Flávio Beneduce

TRANSPORTE DE CALOR POR IRRADIAÇÃO

Uma panela de seção circular tem 4m de diâmetro interno e 6 m de altura. O aço líquido ocupa 67% da panela. Sabendo que as emissividades dos refratários das paredes são iguais a 0,5 e a do aço líquido igual a 0,45 , determinar o tempo de solidificação do aço, supondo que a sua temperatura inicial é de 1600°C e não há perdas significativas através das paredes. Compare este valor quando se coloca uma tampa com um furo circular de 0,5m.







TRANSPORTE DE CALOR POR IRRADIAÇÃO

Uma panela de seção circular tem 4m de diâmetro interno e 6 m de altura. O aço líquido ocupa 67% da panela. Sabendo que as emissividades dos refratários das paredes são iguais a 0,5 e a do aço líquido igual a 0,45 , determinar o tempo de solidificação do aço, supondo que a sua temperatura inicial é de 1600°C e não há perdas significativas através das paredes. Compare este valor quando se coloca uma tampa com um furo circular de 0,5m.

$$\frac{D}{X} = \frac{4}{6 \times 0,33} = 2,02 \therefore \bar{F}_{12} \approx 0,67 \quad \blacksquare$$

$$\frac{1}{\frac{\pi x 4^2}{4} x \tilde{\mathcal{J}}_{12}} = \frac{1 - 0,45}{\frac{\pi x 4^2}{4} x 0,45} + \frac{1}{\frac{\pi x 4^2}{4} x 0,67} + \frac{1 - 1}{\frac{\pi x 4^2}{4} x 1} \quad \therefore \tilde{\mathcal{J}}_{12} = 0,262$$

$$q'_{1,l} = \frac{\pi x 4^2}{4} x 0,262 x 5,6697 x 10^{-8} x (1873^4 - 0^4) = 2,30 x 10^6 \text{ W}$$

TRANSPORTE DE CALOR POR IRRADIAÇÃO

$$q'_{1,l} = 2,30 \times 10^6 \text{ W}$$

$$\Delta H_{\text{refriamento}} = 1,17 \times 10^{11} \text{ J}$$

$$t_{\text{solidificação}} = \frac{1,17 \times 10^{11}}{2,3 \times 10^6} = 50.862,98 \text{ s} \equiv 14,13 \text{ h}$$

TRANSPORTE DE CALOR POR IRRADIAÇÃO



TRANSPORTE DE CALOR POR IRRADIAÇÃO

Uma panela de seção circular tem 4m de diâmetro interno e 6 m de altura. O aço líquido ocupa 67% da panela. Sabendo que as emissividades dos refratários das paredes são iguais a 0,5 e a do aço líquido igual a 0,45 , determinar o tempo de solidificação do aço, supondo que a sua temperatura inicial é de 1600°C e não há perdas significativas através das paredes. Compare este valor quando se coloca uma tampa com um furo circular de 0,5m.

$$\frac{D}{X} = \frac{0,5}{6 \times 0,33} = 0,253 \quad \therefore \bar{F}_{12} \approx 0,23 \quad \blacksquare$$

$$\frac{1}{\frac{\pi x 4^2}{4} x \mathfrak{S}_{12}} = \frac{1 - 0,45}{\frac{\pi x 4^2}{4} x 0,45} + \frac{1}{\frac{\pi x 4^2}{4} x 0,23} + \frac{1 - 1}{\frac{\pi x 0,5^2}{4} x 1} \quad \therefore \mathfrak{S}_{12} = 0,0144$$

$$q'_{1,l} = \frac{\pi x 4^2}{4} x 0,0144 x 5,6697 x 10^{-8} x (1873^4 - 0^4) = 1,26 x 10^5 \text{ W}$$

TRANSPORTE DE CALOR POR IRRADIAÇÃO

$$q'_{1,l} = 2,30 \times 10^6 \text{ W}$$

$$\Delta H_{\text{refriamento}} = 1,17 \times 10^{11} \text{ J}$$

$$t_{\text{solidificação}} = \frac{1,17 \times 10^{11}}{1,26 \times 10^5} = 924.965,42 \text{ s} \equiv 256,94 \text{ h} \equiv 10,71 \text{ dias}$$

TRANSPORTE DE CALOR POR IRRADIAÇÃO

Considere a mesma panela com as mesmas condições. Calcule a perda de calor através das paredes e do fundo e compare com a perda de calor por irradiação. Desconsiderar a irradiação pela carcaça. Temperatura do ar de 50°C. $h = 6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Dados das camadas: carcaça de aço, isolante, segurança e trabalho

		aço	isol	seg	trab
ρ	kg/m ³	7840	570	2500	3000
λ	W/m.K	50	0,3	2,2	20
c_p	J/kg.K	530	1000	1100	1000
ε		0,6			0,9
e	mm	50	25	80	150

TERMODINÂMICA DA REDUÇÃO

- Boa parte dos metais são produzidos através de matérias-primas óxidas
- Poucos metais podem ser convertidos pela simples decomposição térmica (Ag, Pt, Pd,...)
- Há a necessidade de um agente redutor



R = redutor (sólido, líquido ou gasoso)

$R_{x'}O_{y'}$ = produto de redução (sólido, líquido ou gasoso)

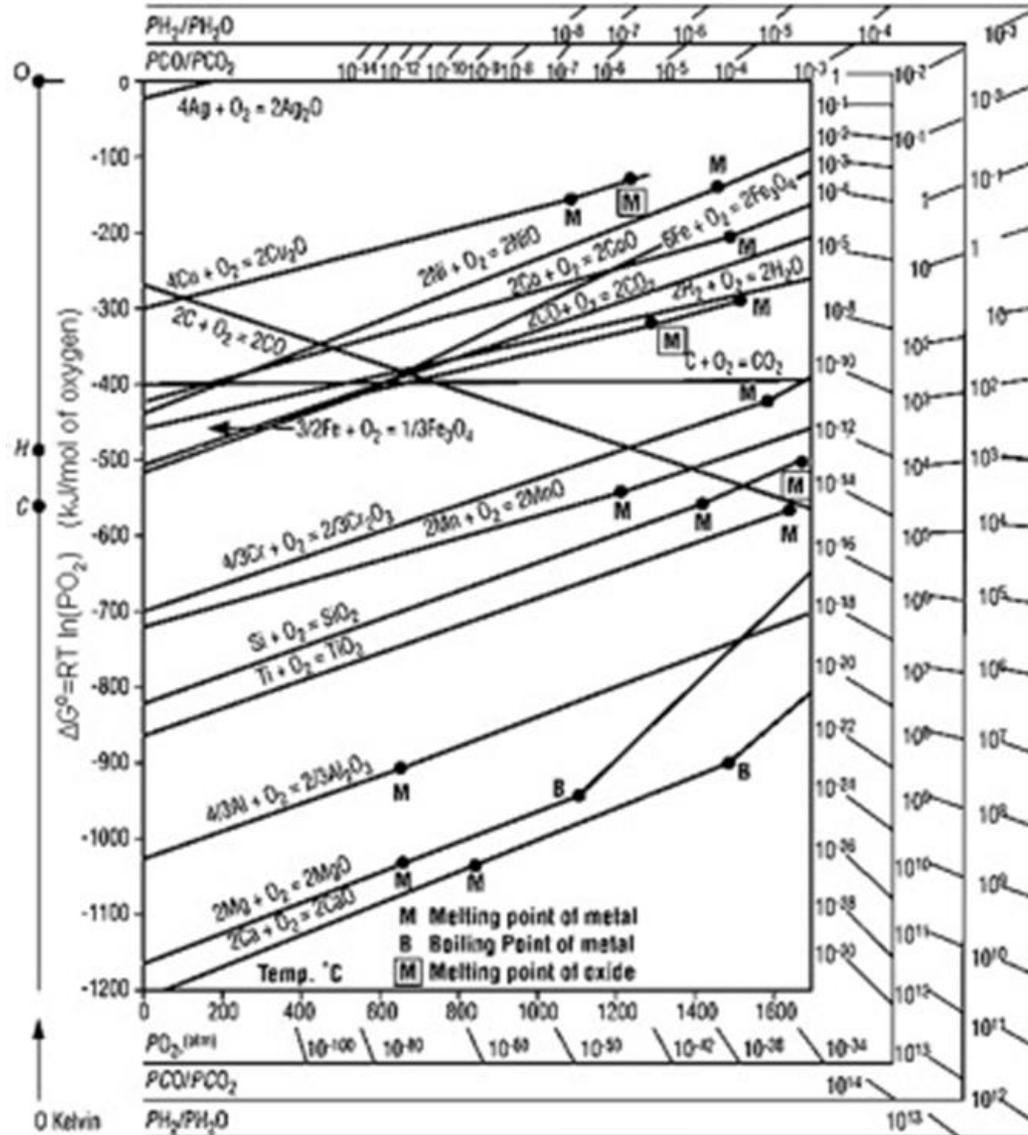
TERMODINÂMICA DA REDUÇÃO

- A possibilidade da utilização de um redutor dependerá sempre das condições termodinâmicas do sistema \longrightarrow estabilidade relativa dos óxidos



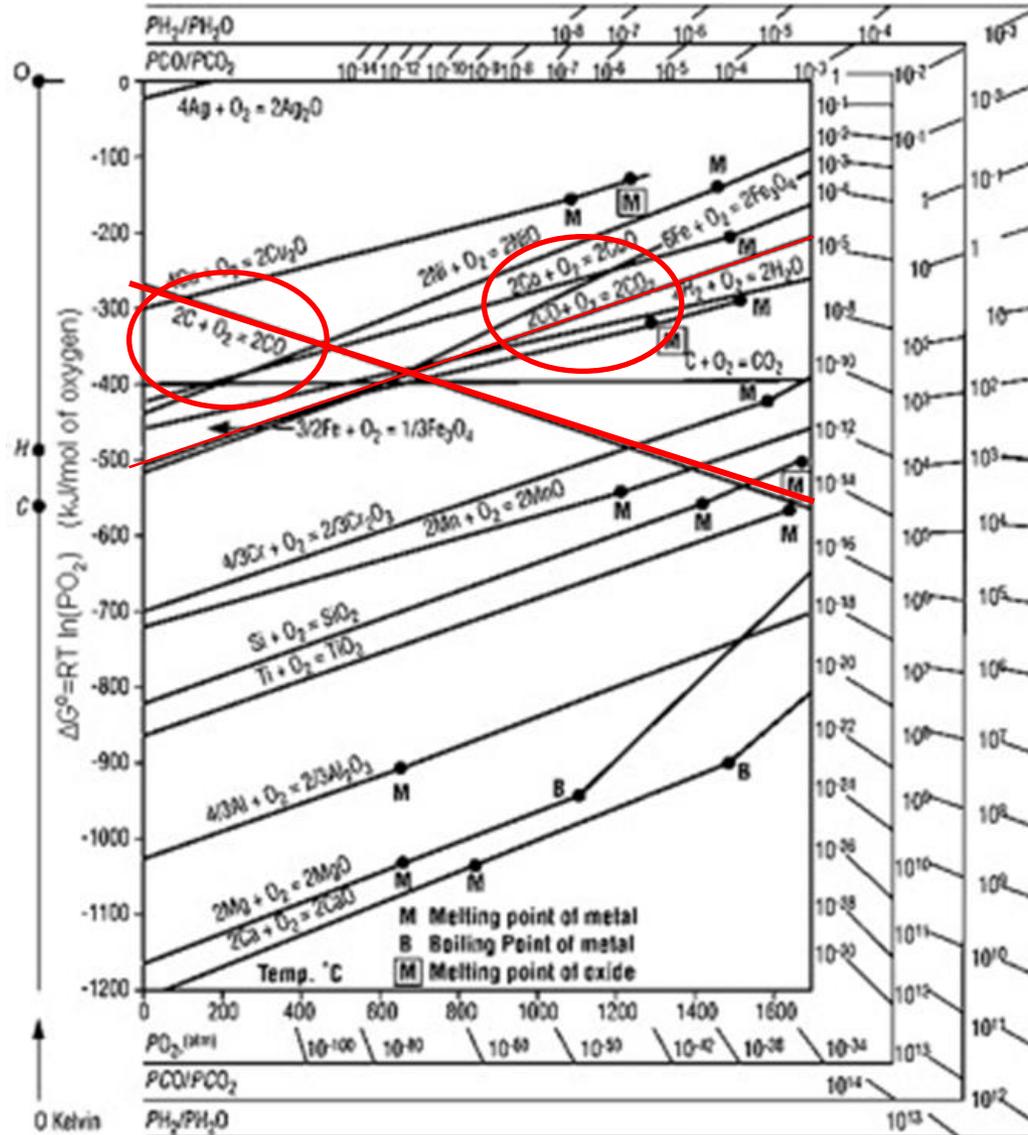
Se $\Delta G_1 > \Delta G_2 \implies R_{x'}O_{y'}$ é mais estável que M_xO_y e R é redutor de M_xO_y

TERMODINÂMICA DA REDUÇÃO



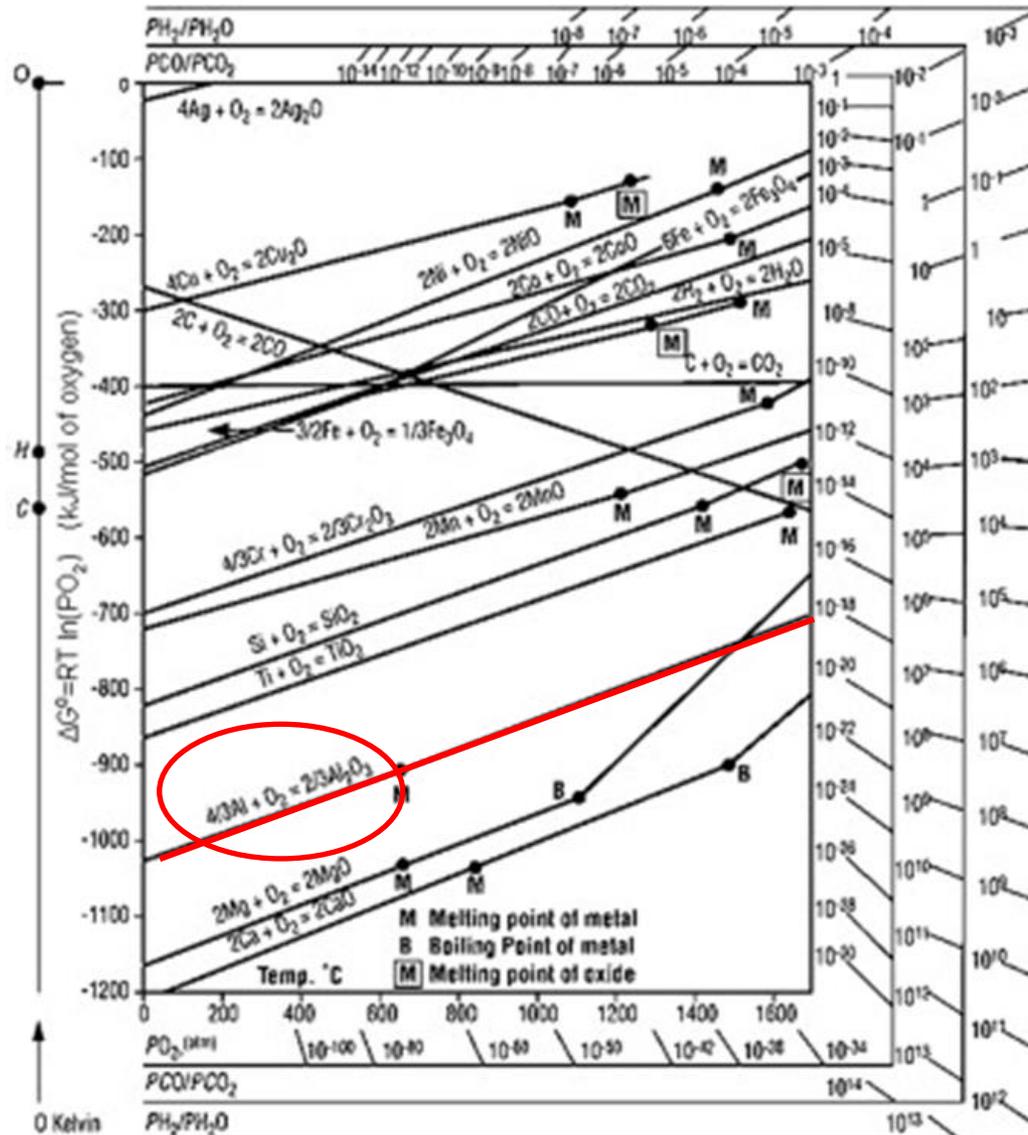
Estabilidade

TERMODINÂMICA DA REDUÇÃO



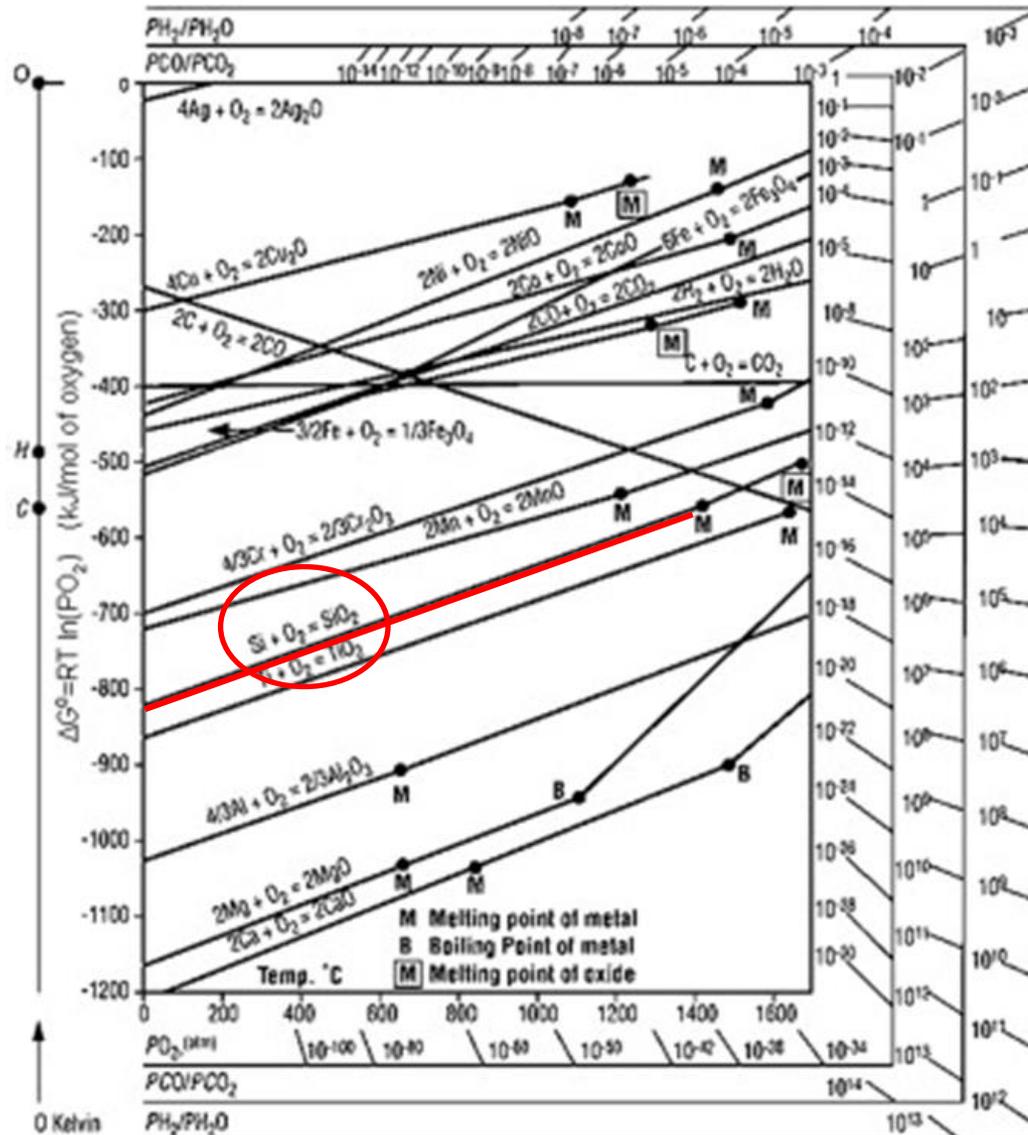
Estabilidade

TERMODINÂMICA DA REDUÇÃO



Estabilidade

TERMODINÂMICA DA REDUÇÃO



Estabilidade

TERMODINÂMICA DA REDUÇÃO

- Outras condições:

$$x'/y'R + 1/yM_xO_y = x/yM + 1/yR_{x'}O_{y'}$$

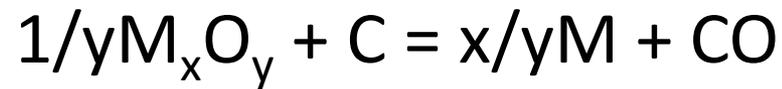
- A redução é facilitada:
 - Se as atividades de M e de $R_{x'}O_{y'}$ forem inferiores a 1
 - Com a diminuição da pressão se M e $R_{x'}O_{y'}$ forem gasosos
- A redução é dificultada:
 - Se as atividades de R e M_xO_y forem inferiores a 1

REDUÇÃO COM C

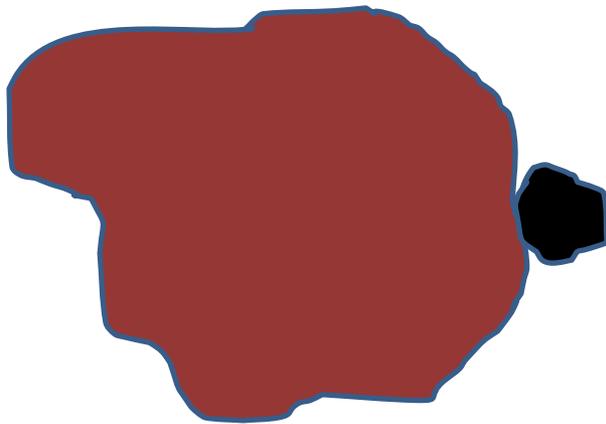
- Definição: redução de óxidos por um produto carbonoso – redução carbotérmica
 - Carvão
 - Coque
 - Grafite
 - Gás natural
 - Resíduos (pneus, madeira,...)
 - outros

REDUÇÃO COM C

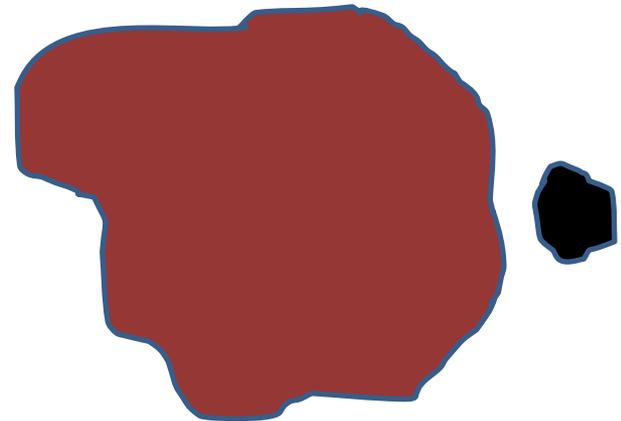
- Carbono



- É considerado o redutor universal ($\Delta S > 0$)
- Perde o contato físico: reação cessaria



t=0



t > 0

REDUÇÃO COM C



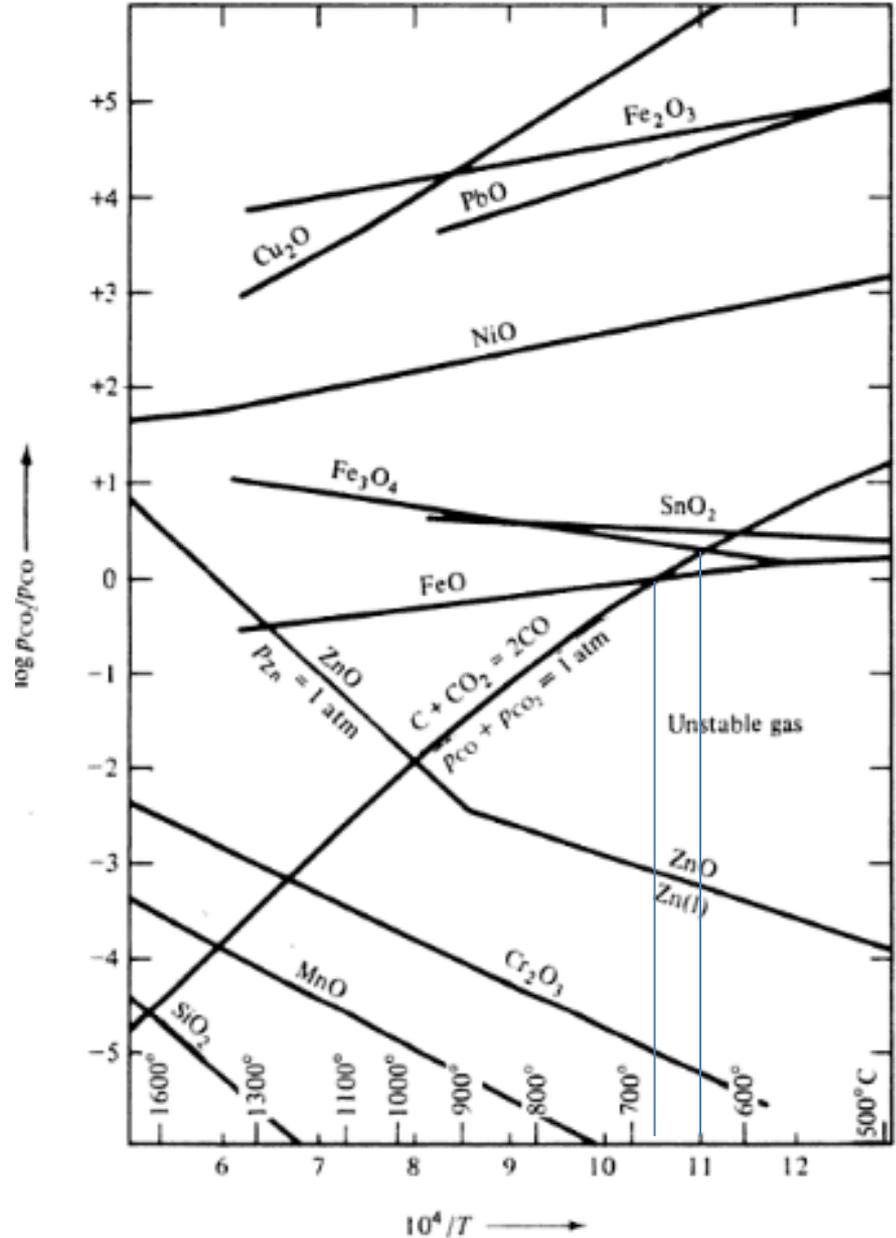
- Para que a reação de redução tenha continuidade: reação de Boudouard deve ocorrer:



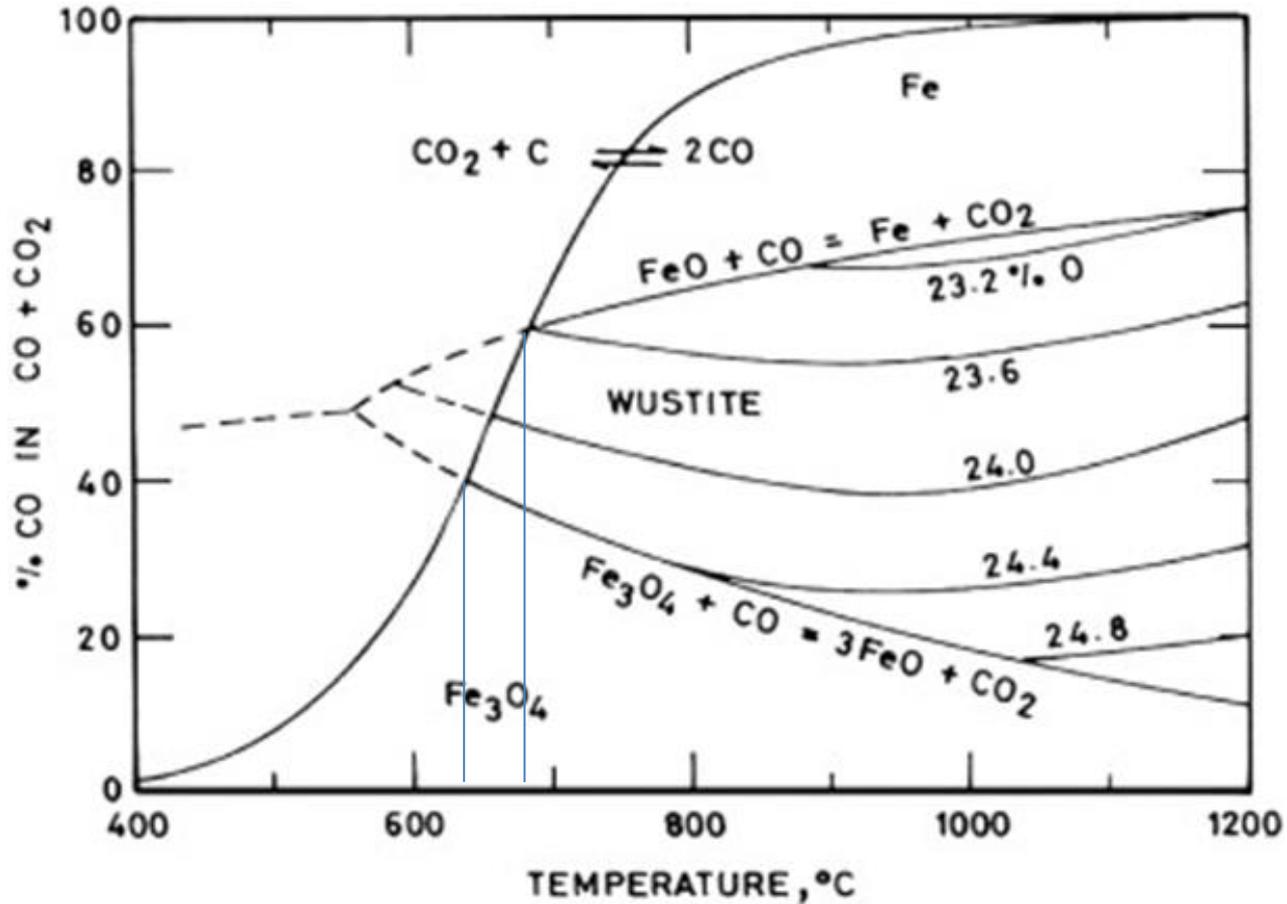
- A continuidade da redução dependerá da relação CO/CO₂ da reação de Boudouard
- Conclusão: reação prossegue através de intermediários gasosos

REDUÇÃO COM C

- Quanto menos estável o óxido
 - Menor a temperatura
 - Menor a relação CO/CO_2
- A diluição no minério afeta as condições de redução



REDUÇÃO COM C



REDUÇÃO COM C

