# *Metalurgia de Mates*

# *Metalurgia de Mates*

Produção de Cu, Ni e Co

*Definição*

*Essencialmente, mates são misturas líquidas de sulfetos de metais.*

# Calcopirita $CuFeS_2$

34,5% Cu, 30,5% Fe, 35% S

***outros minerais***

***Calcocita $Cu_2S$***
***Bornita $Cu_2FeS_4$***

***pirita ($FeS_2$)***
***pirrotita ($Fe_{1-x}S$)***

**Vale – 0,85 a 1%**

# Cobre

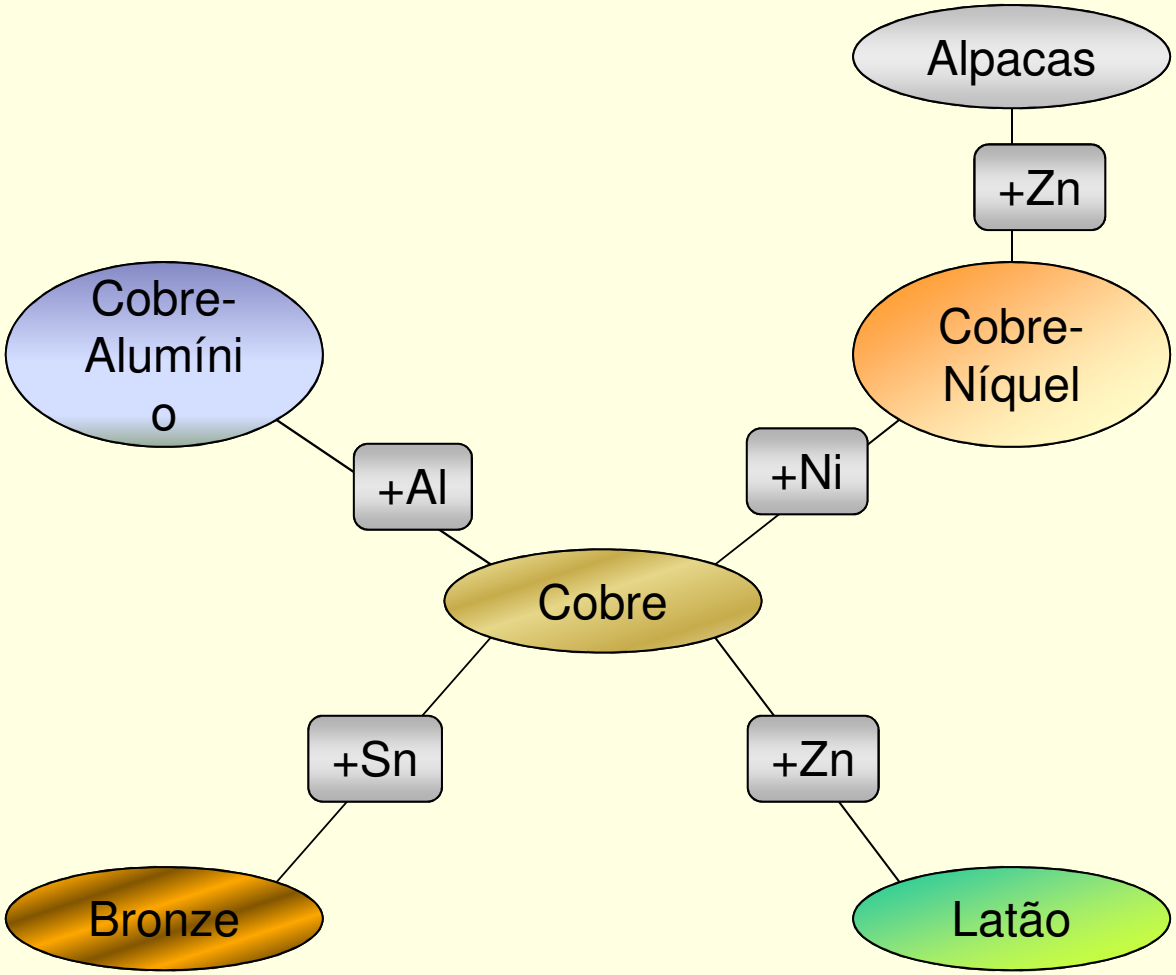
- As minas de cobre mais importantes do mundo, estão localizadas no Chile, Estados Unidos, Canadá, Rússia e Zâmbia.

- No Brasil sua história comercial não é muito antiga, mas está em desenvolvimento. Em 1874, foi descoberta a mina Caraíba, no sertão da Bahia. Somente após 70 anos, foram iniciados os trabalhos de prospecção.

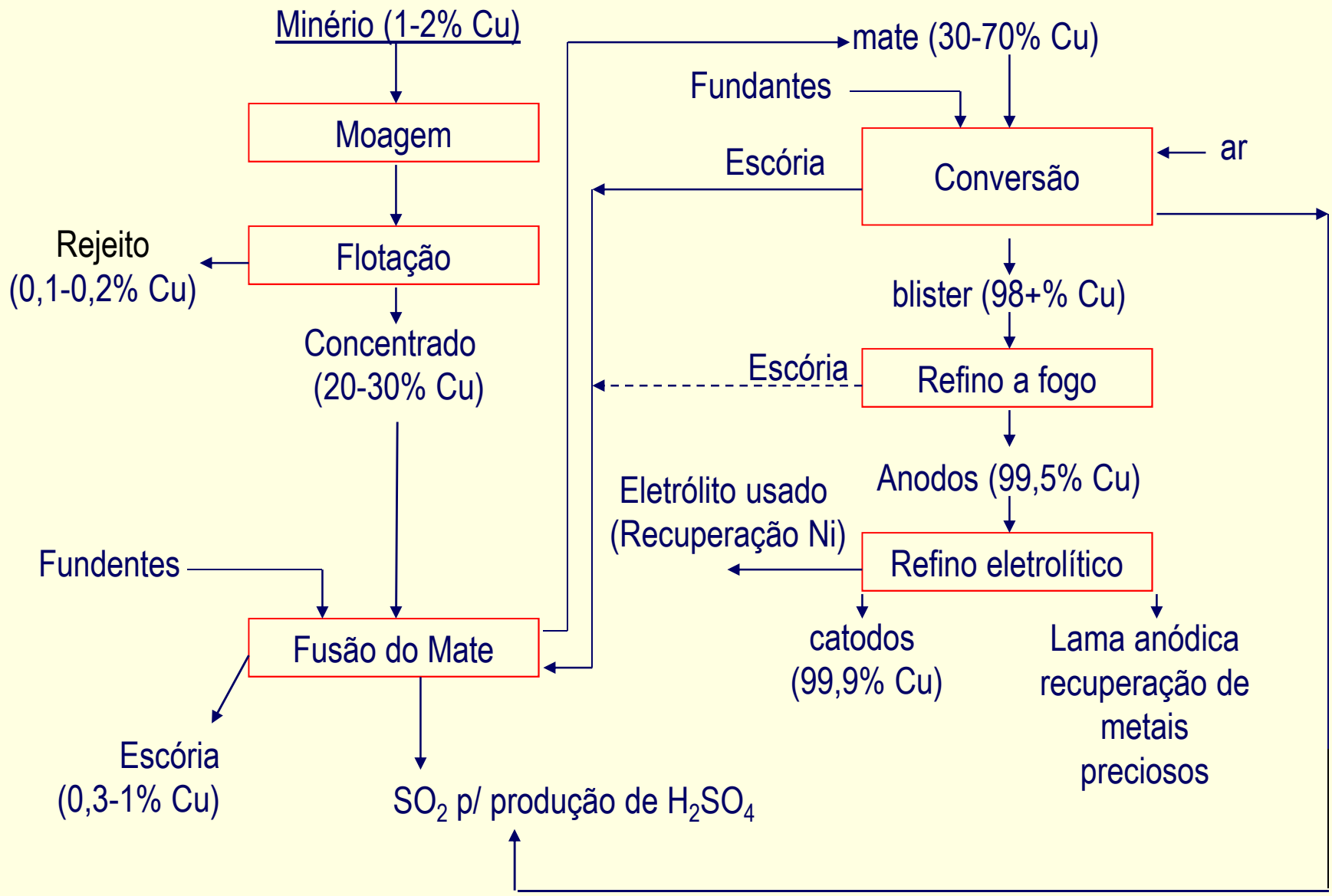
- Em 1969, 25 anos mais tarde, sob a liderança do Grupo Pignatari, foi estabelecida uma planta em Dias D'Ávila (Bahia) para a produção de cobre eletrolítico, que começou a produção no início da década de 1980.

- No final da década, em 1988, ocorreu o desmembramento entre a mina e a indústria metalúrgica, com a privatização desta última, que adotou o nome de Caraíba Metais.

# Ligas de Cobre



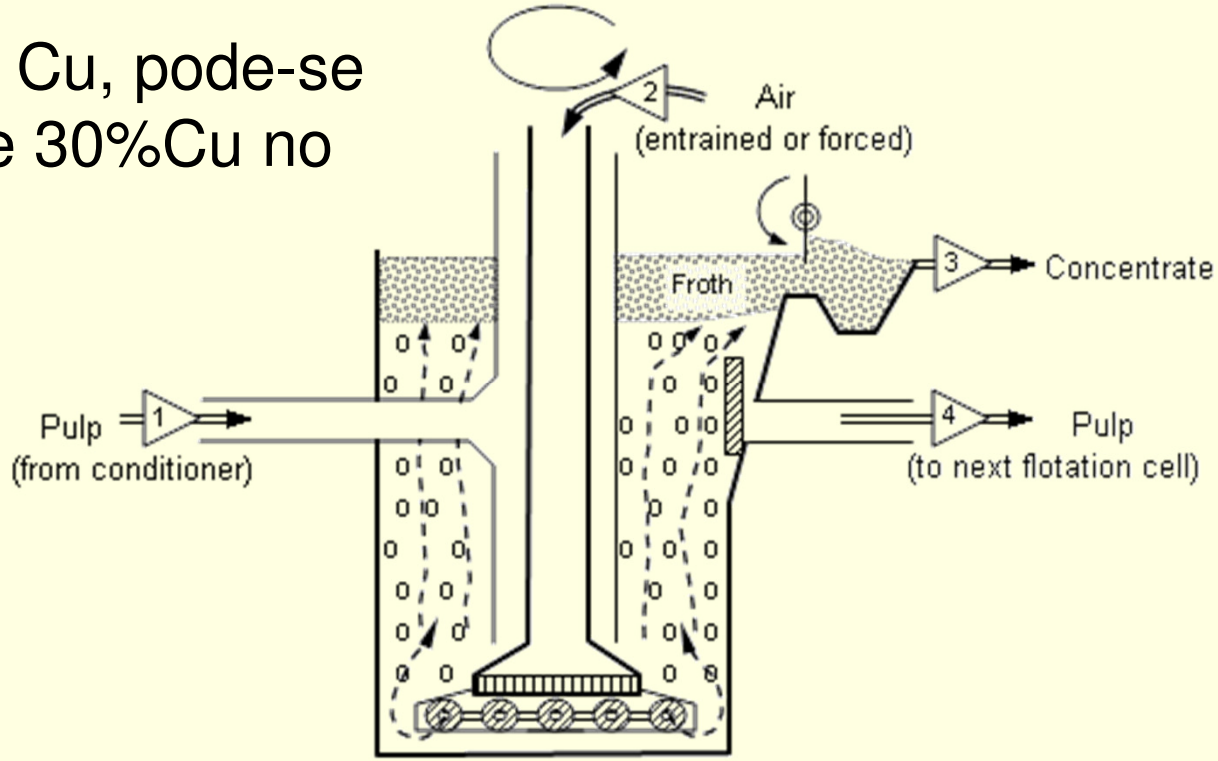
# Fluxograma


Minério (1-2% Cu)
Moagem
Flotação
Rejeito
(0,1-0,2% Cu)
Concentrado
(20-30% Cu)
Fundentes
Fusão do Mate
Escória
(0,3-1% Cu)
$SO_2$ p/ produção de $H_2SO_4$
mate (30-70% Cu)
Fundantes
Escória
Conversão
ar
blister (98+% Cu)
Escória
Refino a fogo
Anodos (99,5% Cu)
Eletrólito usado
(Recuperação Ni)
Refino eletrolítico
catodos
(99,9% Cu)
Lama anódica
recuperação de
metais
preciosos

# Concentração

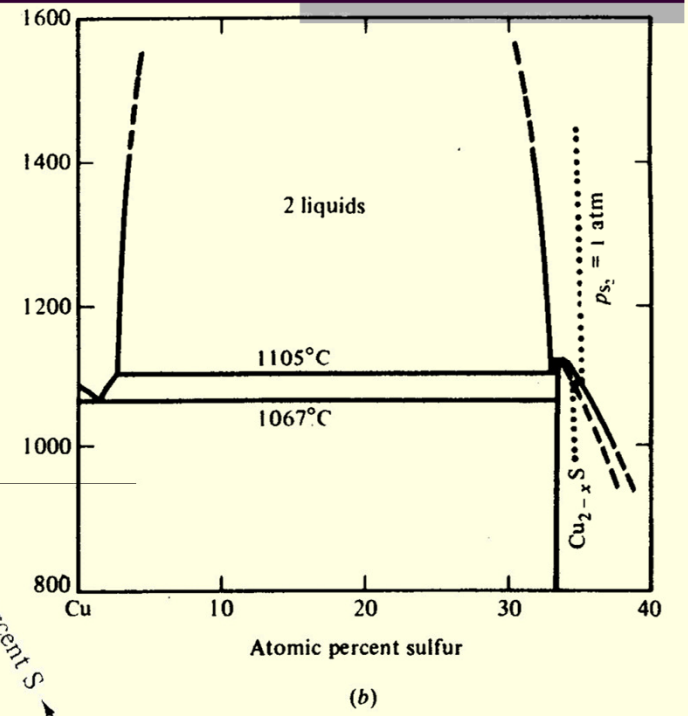
O minério é concentrado através de células de flotação *(froth flotation).*

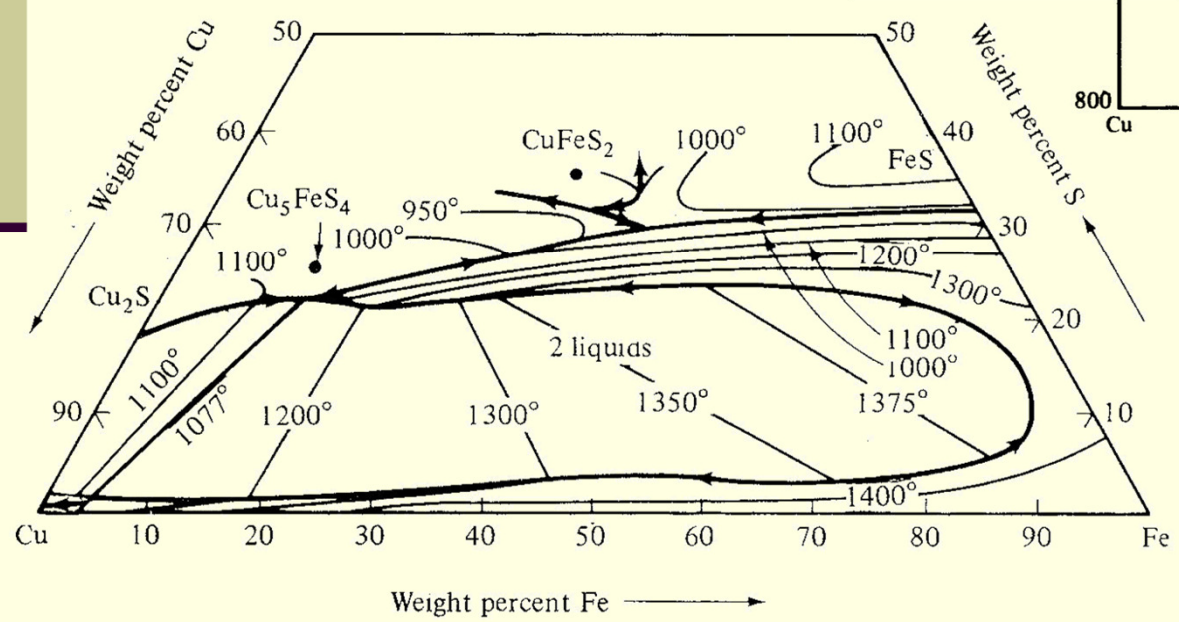
Partindo-se 1-2% Cu, pode-se chegar a cerca de 30%Cu no concentrado.



# Mate de Cobre e Ferro

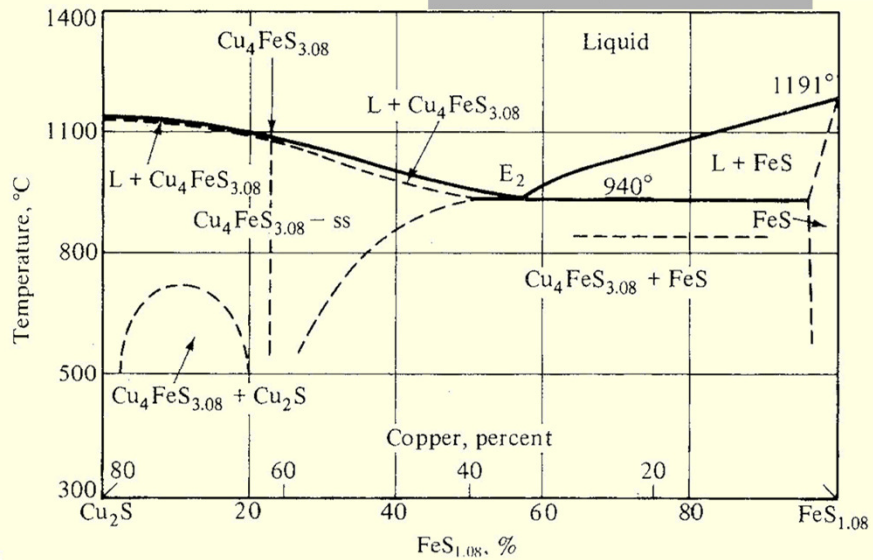
Cu-Fe-S

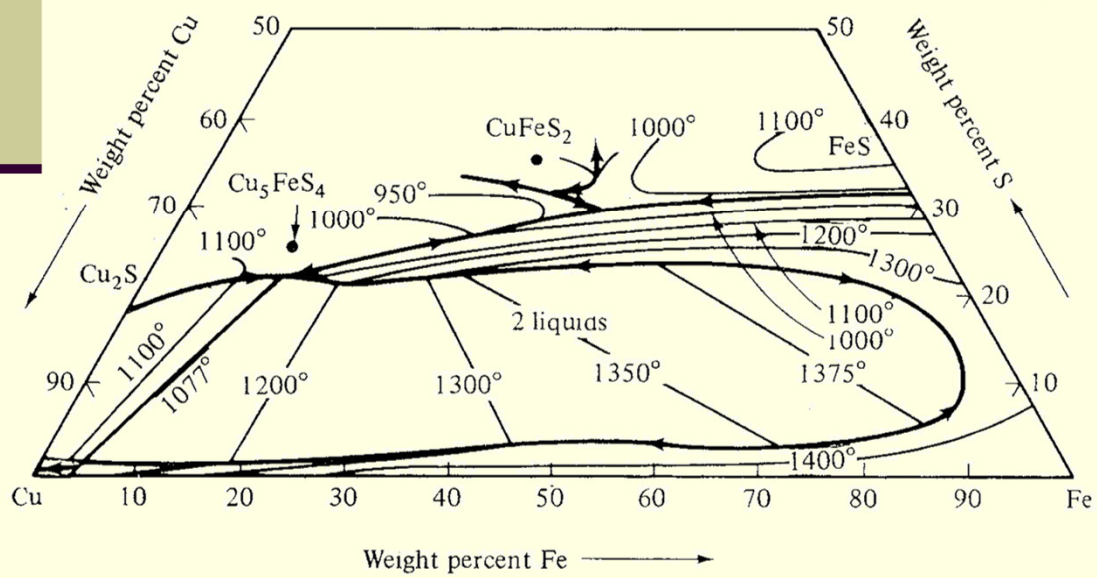


# Mate de Cobre e Ferro

## Cu-Fe-S



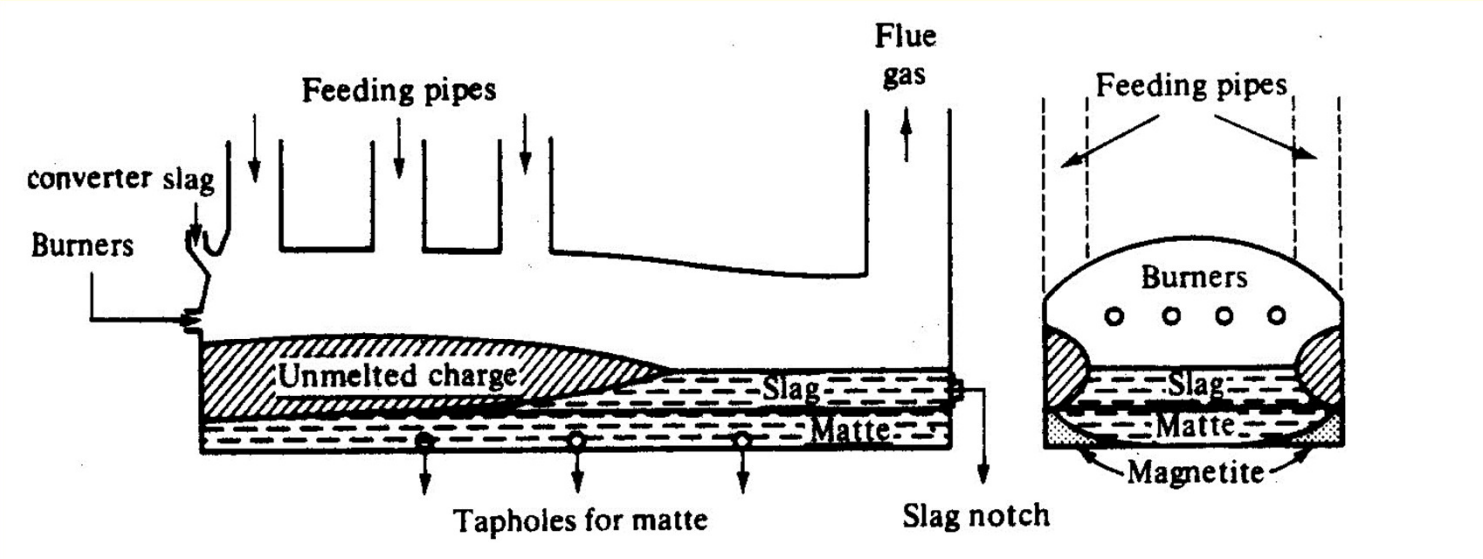



# Fusão

Tem o objetivo de separar a ganga e os sulfetos, ou seja, separar a escória do mate

**Forno de revérbero, ou**
Flash

1200ºC



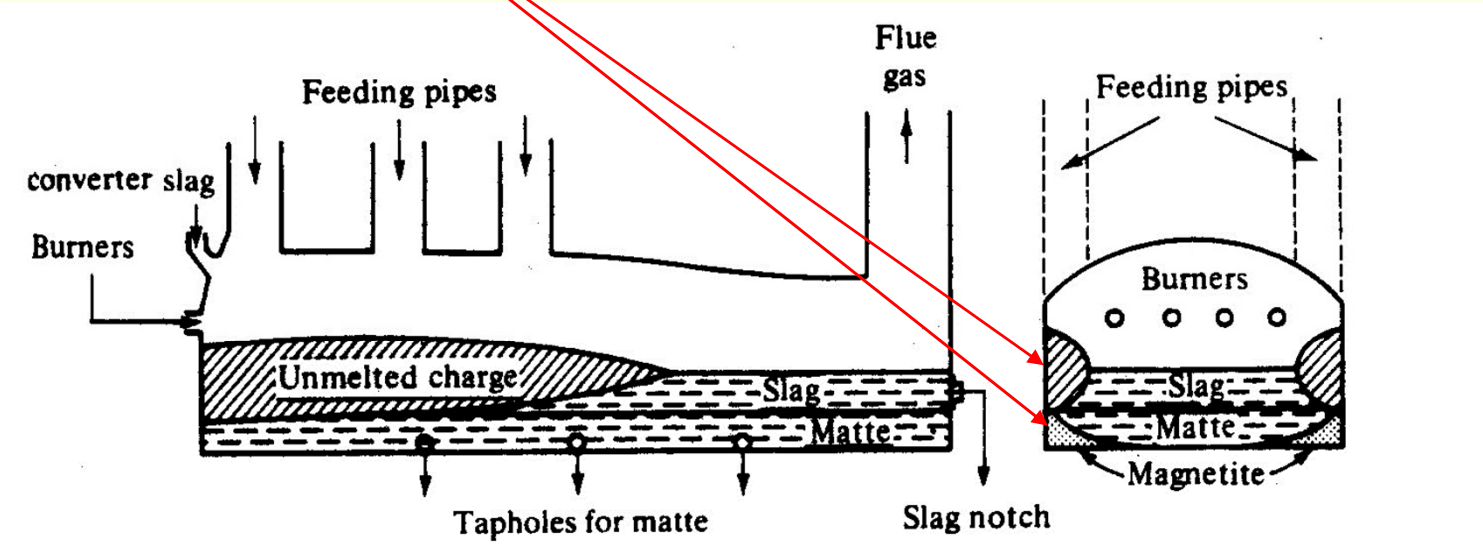

Fusão de concentrado em forno de revérbero

# Fusão

## *Magnetita*

Formação de crostas

Uso de fundentes



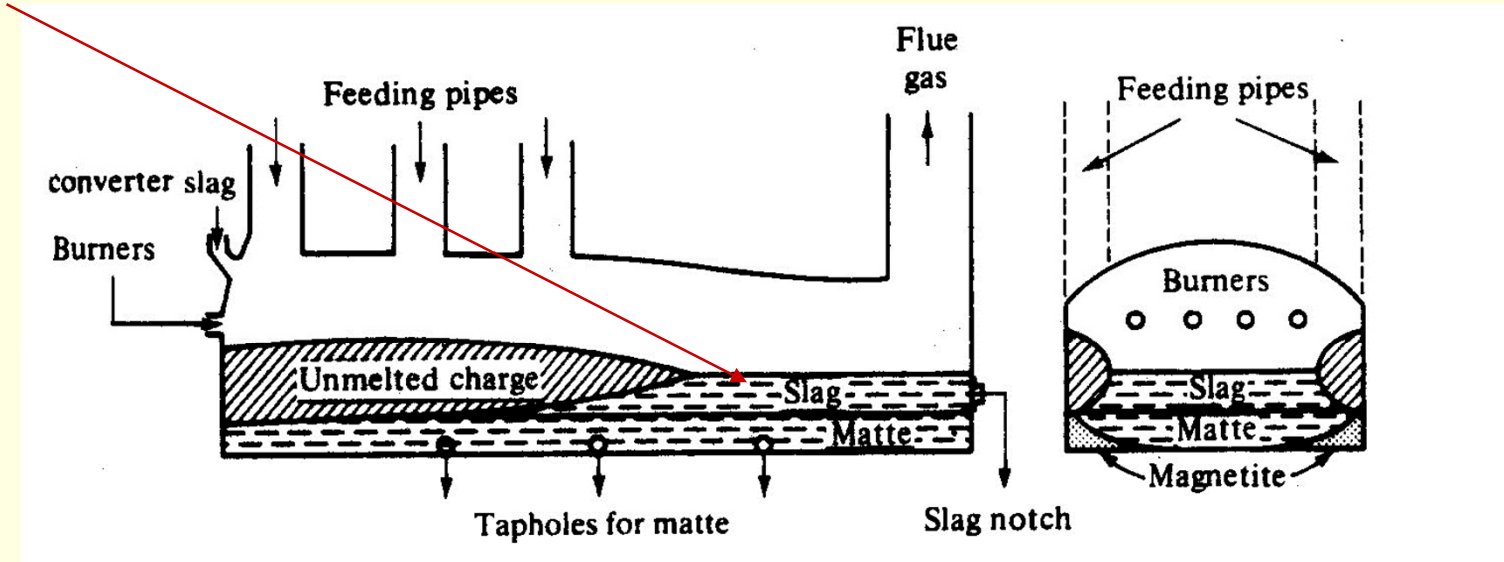

Fusão de concentrado em forno de revérbero

# Fusão

## *Magnetita*

Aumento da viscosidade da escória – retenção de mate na escória

Uso de fundentes




Fusão de concentrado em forno de revérbero

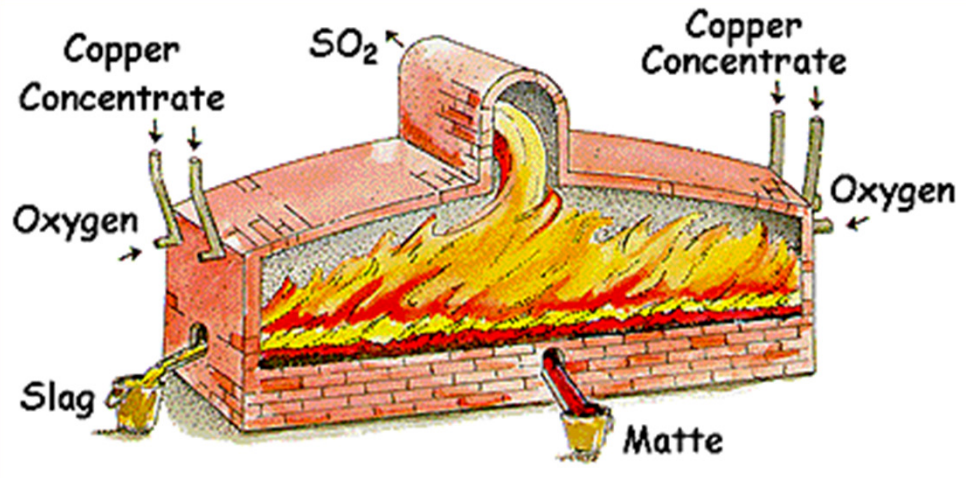
# Fusão

Tem o objetivo de separar a ganga e os sulfetos, ou seja, separar a escória do mate

Forno de revérbero, ou
**Flash**

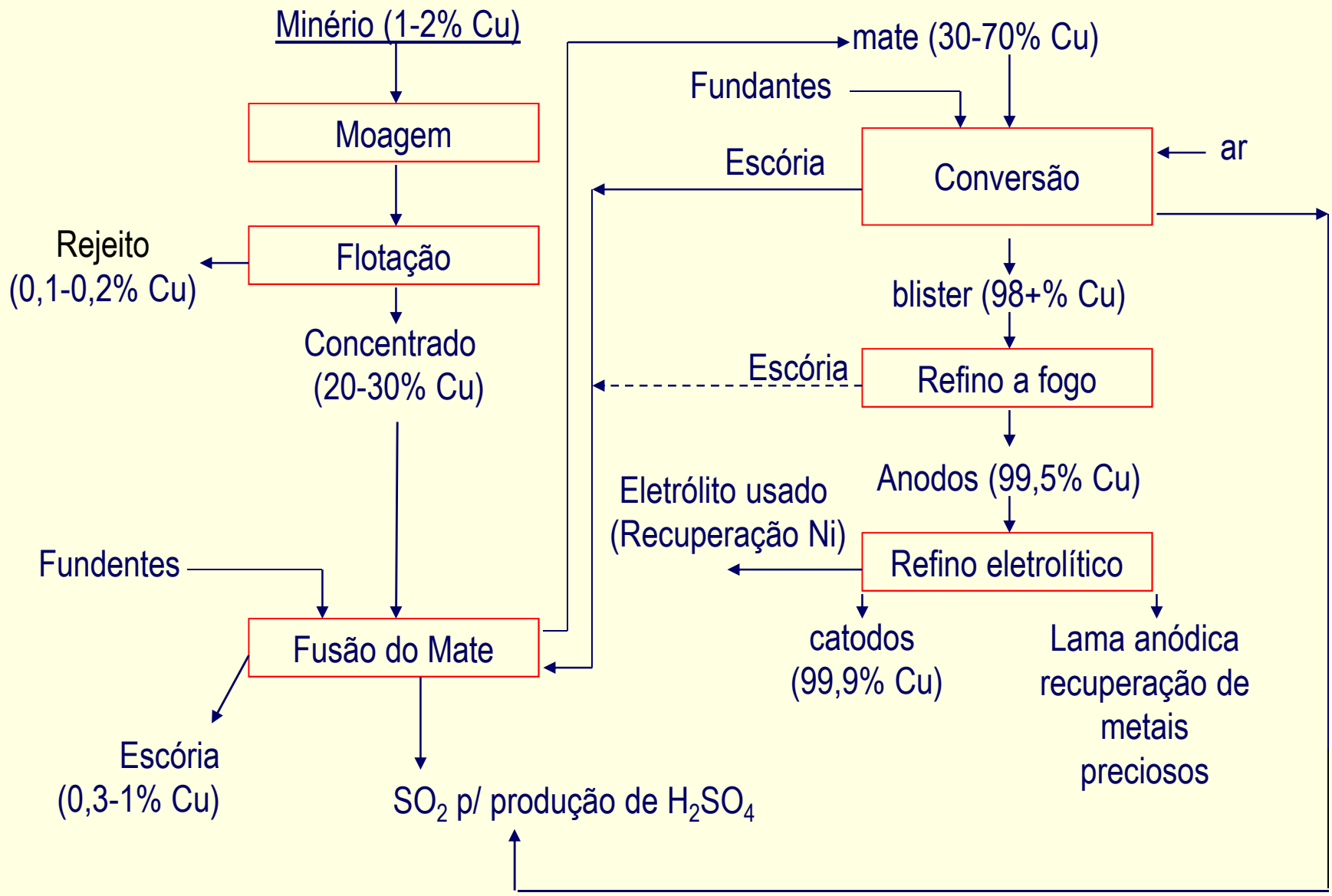
**International Nickel Co. – INCO – Canadá (Vale)**

**Outokumpo O/Y - Finlândia**



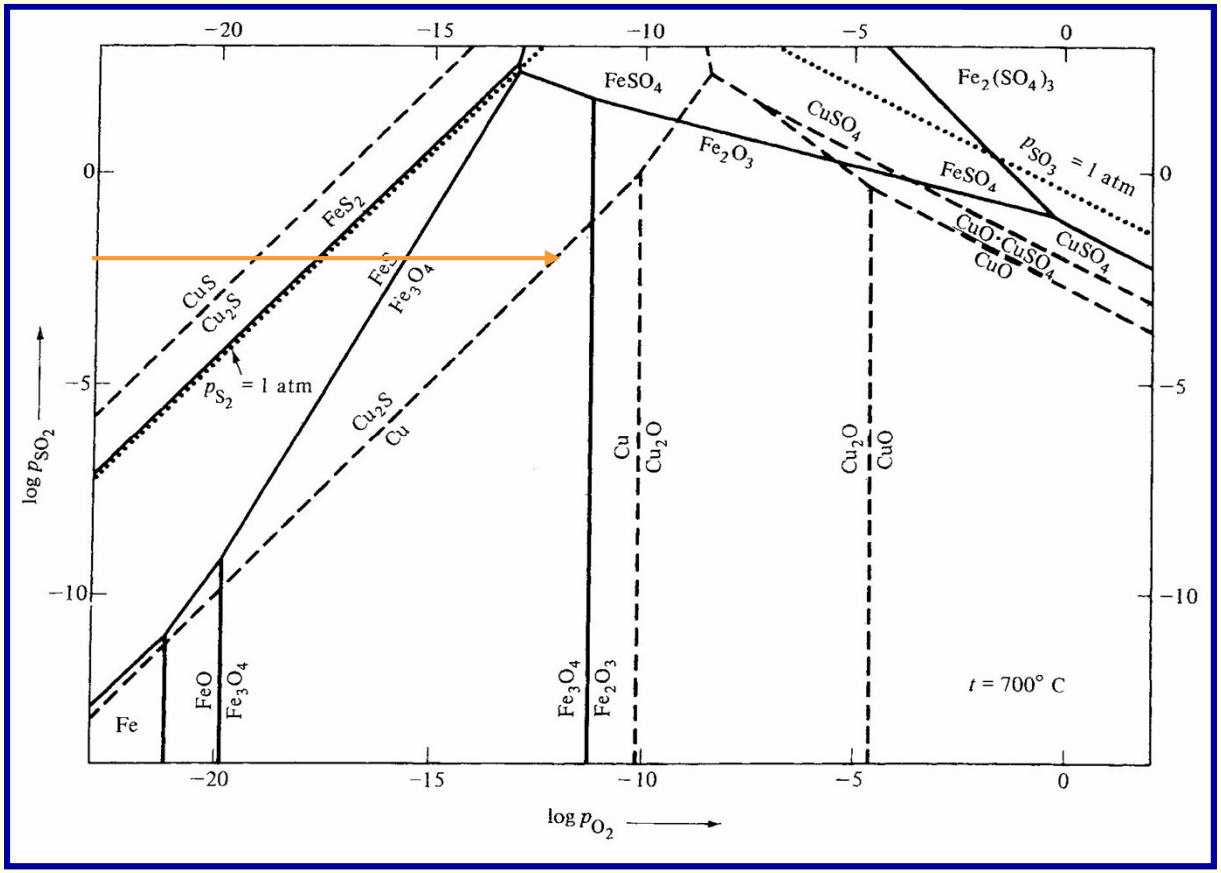

Fusão de concentrado em forno Flash

# Fluxograma


Minério (1-2% Cu)
Moagem
Flotação
Rejeito
(0,1-0,2% Cu)
Concentrado
(20-30% Cu)
Fundentes
Fusão do Mate
Escória
(0,3-1% Cu)
$SO_2$ p/ produção de $H_2SO_4$
mate (30-70% Cu)
Fundantes
Escória
Conversão
ar
blister (98+% Cu)
Escória
Refino a fogo
Anodos (99,5% Cu)
Eletrólito usado
(Recuperação Ni)
Refino eletrolítico
catodos
(99,9% Cu)
Lama anódica
recuperação de
metais
preciosos

# Conversão

Diagrama de Kellogg para ustulação de FeS e $Cu_2S$.




*Processo de ustulação seletiva do mate. Primeiro ustula-se o FeS, depois o $Cu_2S$.*

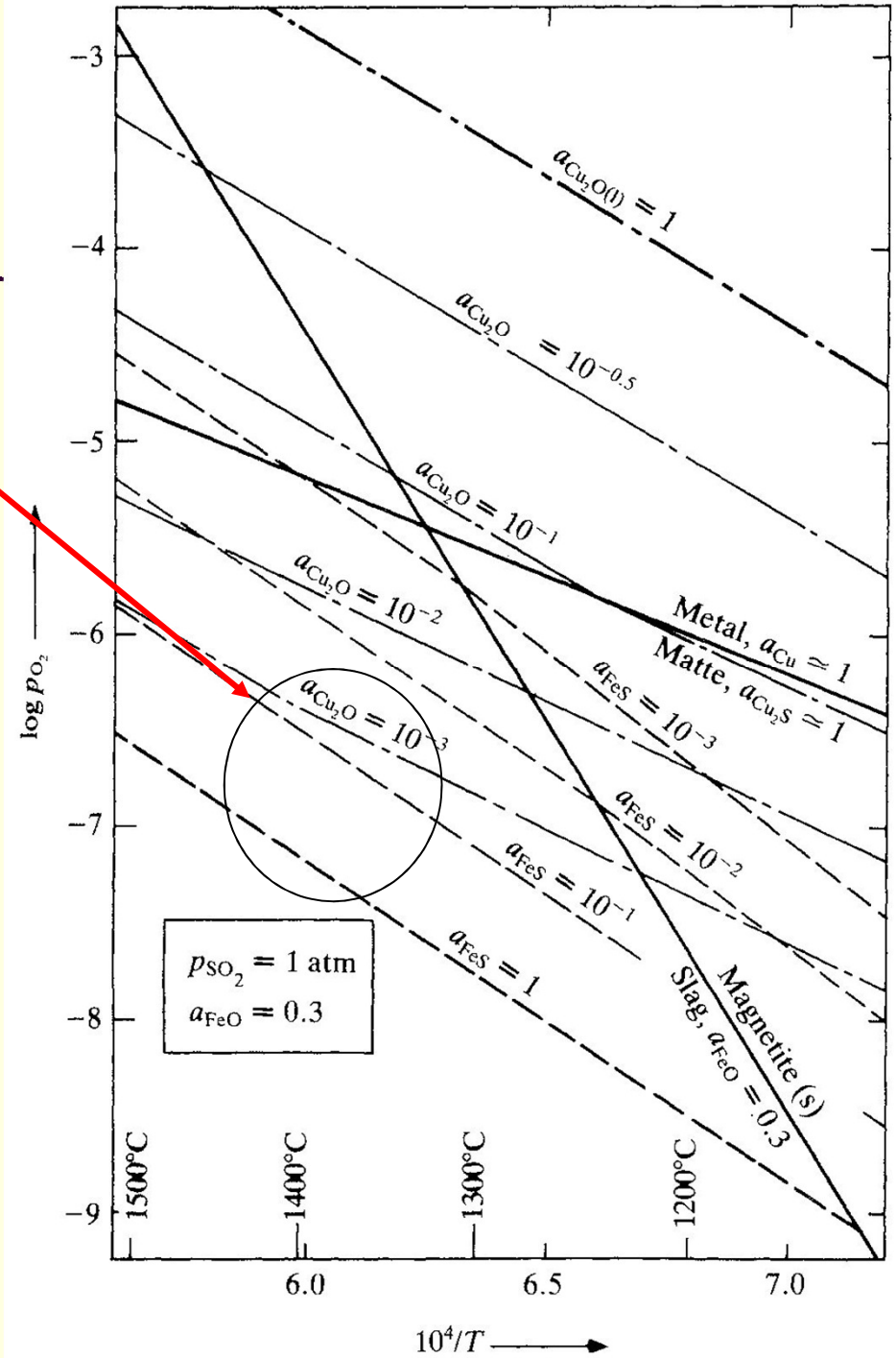
# Conversão

$FeS + 3/2O_2 = FeO + SO_2$

$3\ Fe_3O_4 + FeS = 10FeO + SO_2$

$Cu_2S\ (l) + O_2 = 2Cu(l) + SO_2$

$Cu_2S\ (l) + 3/2O_2 = Cu_2O + SO_2$



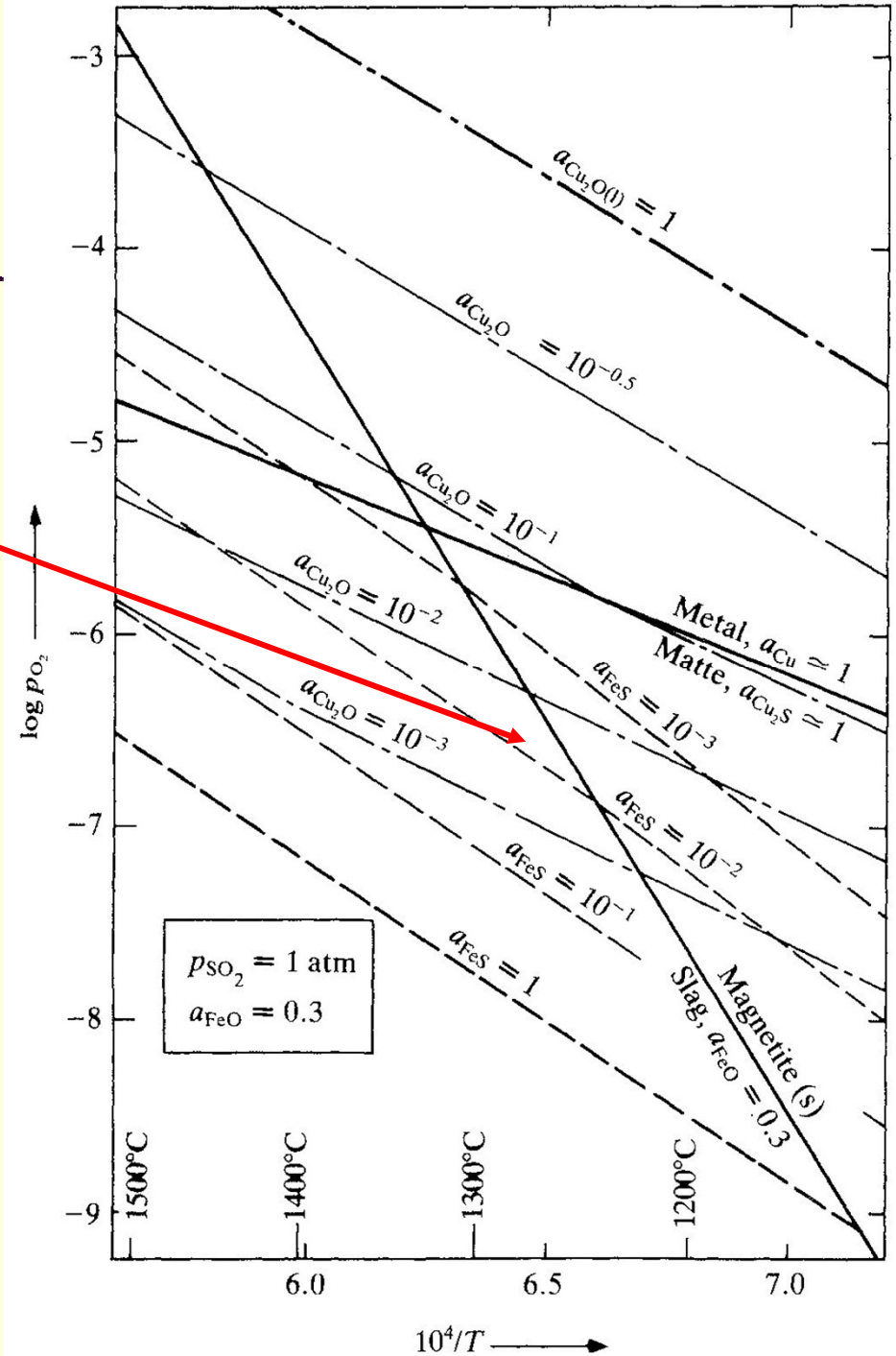
# Conversão

$FeS + 3/2O_2 = FeO + SO_2$

$3\ Fe_3O_4 + FeS = 10FeO + SO_2$

$Cu_2S\ (l) + O_2 = 2Cu(l) + SO_2$

$Cu_2S\ (l) + 3/2O_2 = Cu_2O + SO_2$



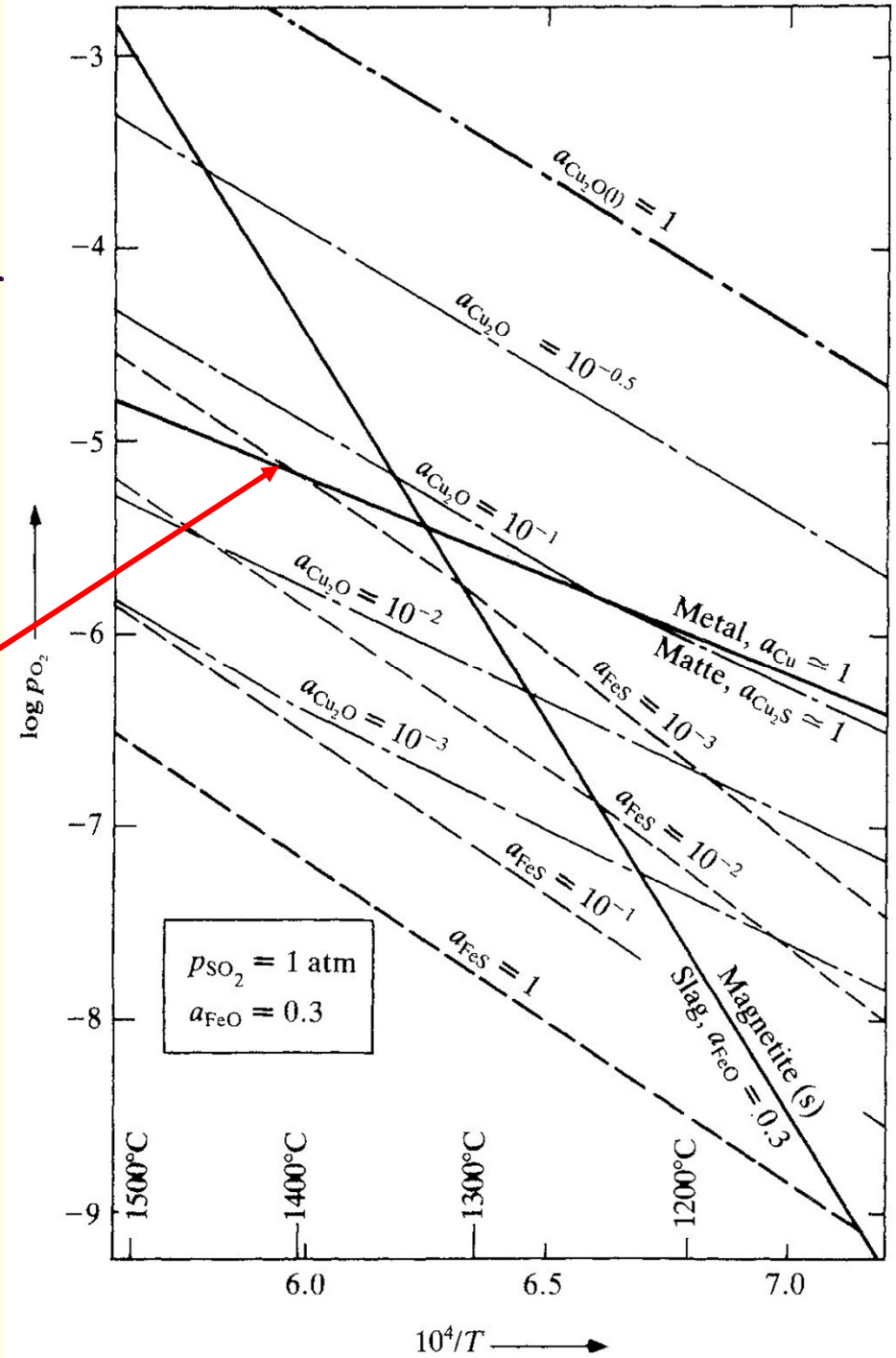
# Conversão

$FeS + 3/2O_2 = FeO + SO_2$

$3\ Fe_3O_4 + FeS = 10FeO + SO_2$

$Cu_2S\ (l) + O_2 = 2Cu(l) + SO_2$

$Cu_2S\ (l) + 3/2O_2 = Cu_2O + SO_2$



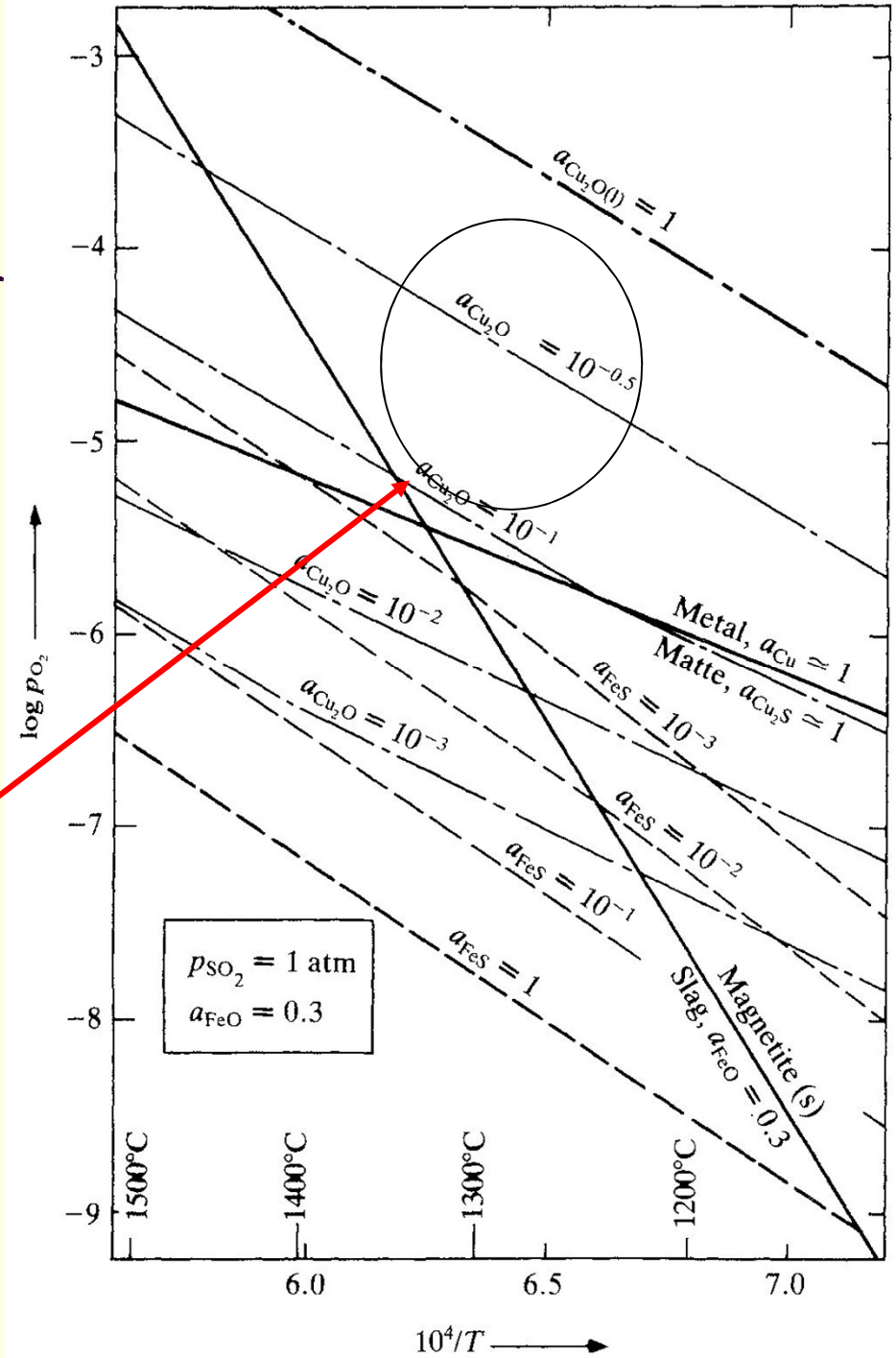
# Conversão

$FeS + 3/2O_2 = FeO + SO_2$

$3\ Fe_3O_4 + FeS = 10FeO + SO_2$

$Cu_2S\ (l) + O_2 = 2Cu(l) + SO_2$

$Cu_2S\ (l) + 3/2O_2 = Cu_2O + SO_2$



# Conversão

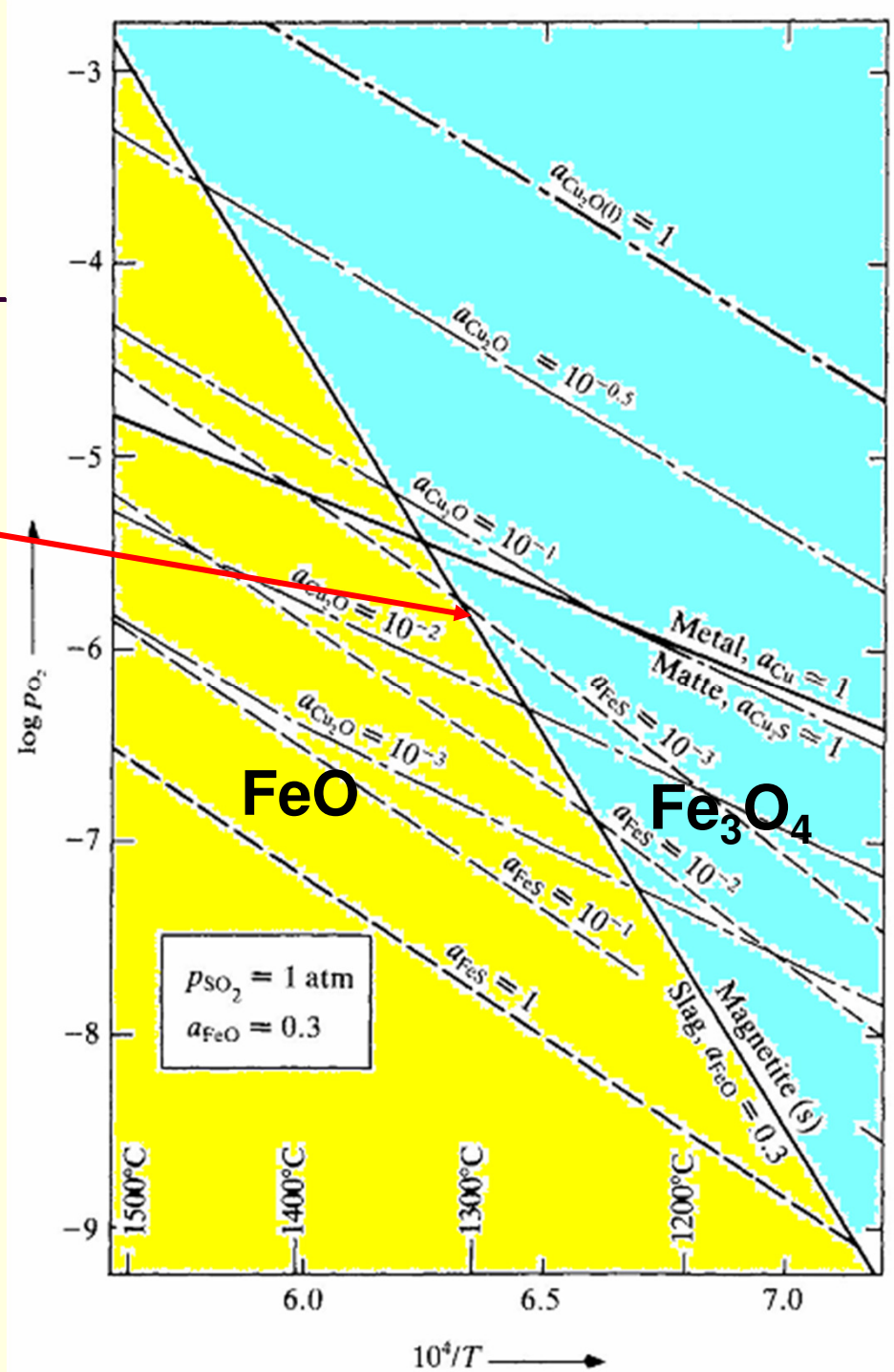
$FeS + 3/2O_2 = FeO + SO_2$

$3\ Fe_3O_4 + FeS = 10FeO + SO_2$

$Cu_2S\ (l) + O_2 = 2Cu(l) + SO_2$

$2Cu\ (l) + 1/2O_2 = Cu_2O$

$Cu_2S\ (l) + 3/2O_2 = Cu_2O + SO_2$



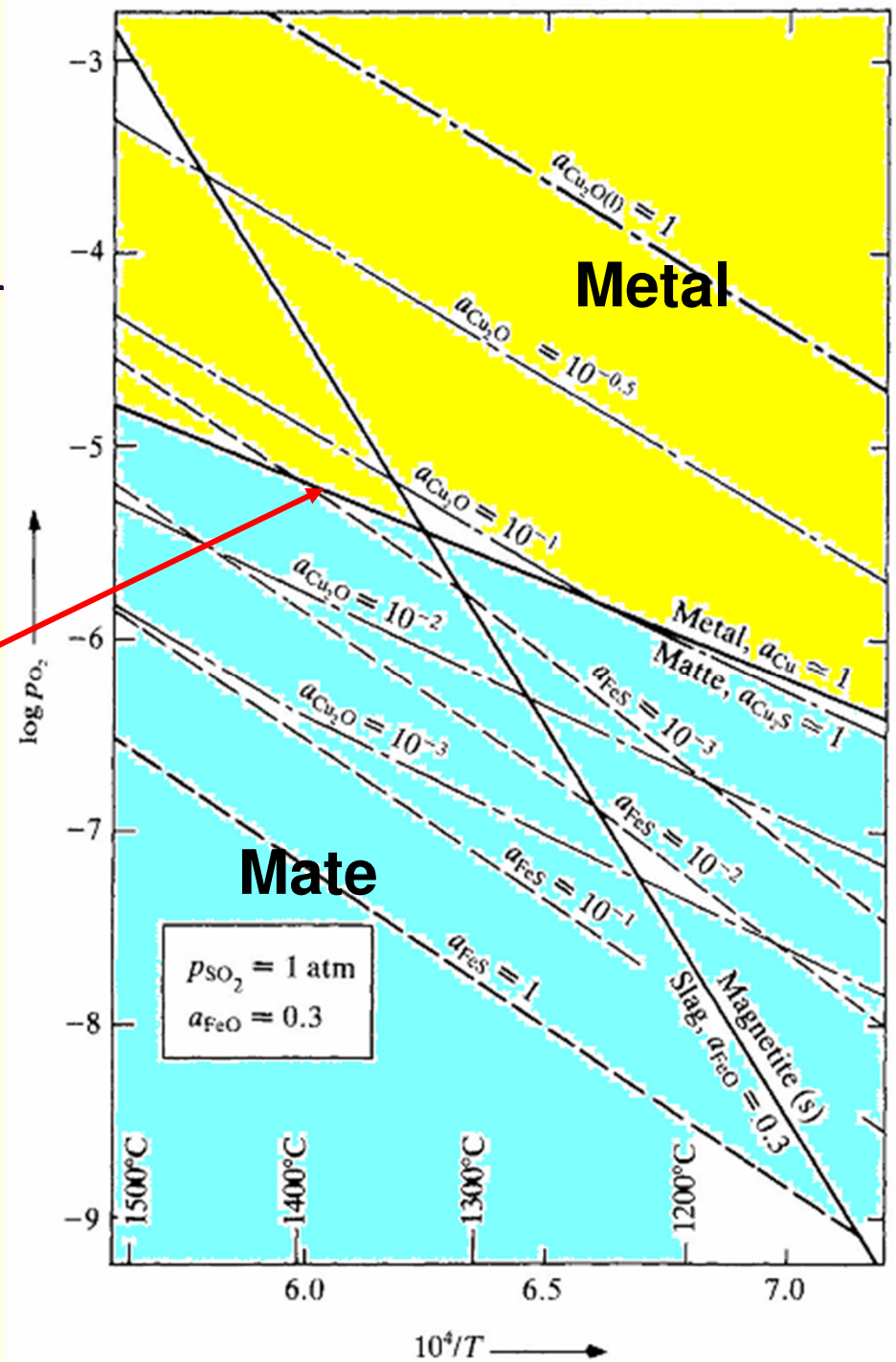
# Conversão

$FeS + 3/2O_2 = FeO + SO_2$

$3\ Fe_3O_4 + FeS = 10FeO + SO_2$

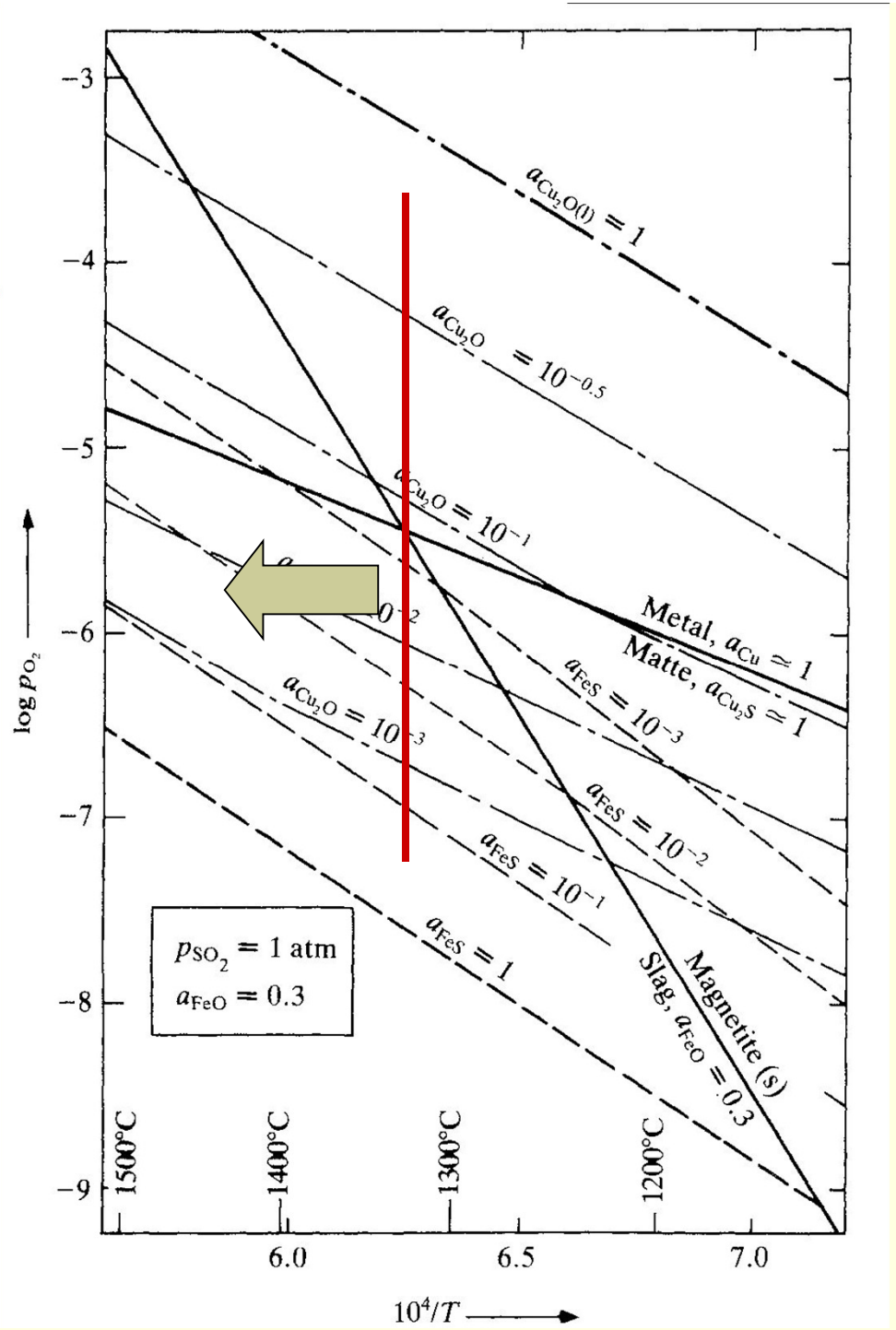
$Cu_2S\ (l) + O_2 = 2Cu(l) + SO_2$

$Cu_2S\ (l) + 3/2O_2 = Cu_2O + SO_2$



# Conversão

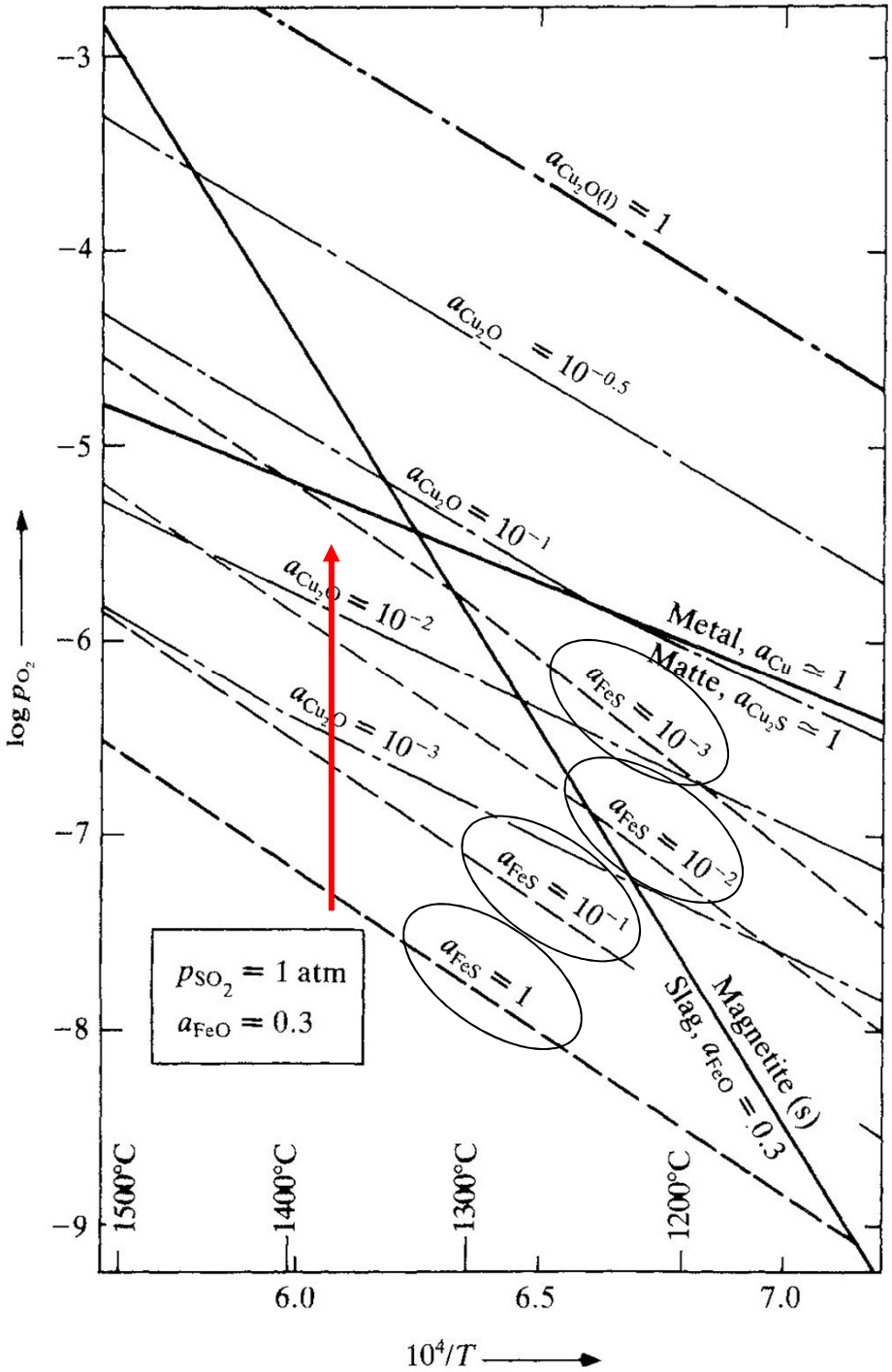
*Para se evitar a formação de $Fe_3O_4$ trabalha-se com temperaturas acima de 1300ºC.*



# Conversão

*Resumo*

*Durante o sopro, a pressão de oxigênio aumenta e oxida o FeS a FeO, diminuindo a sua atividade no mate e passando o ferro para a escória.*

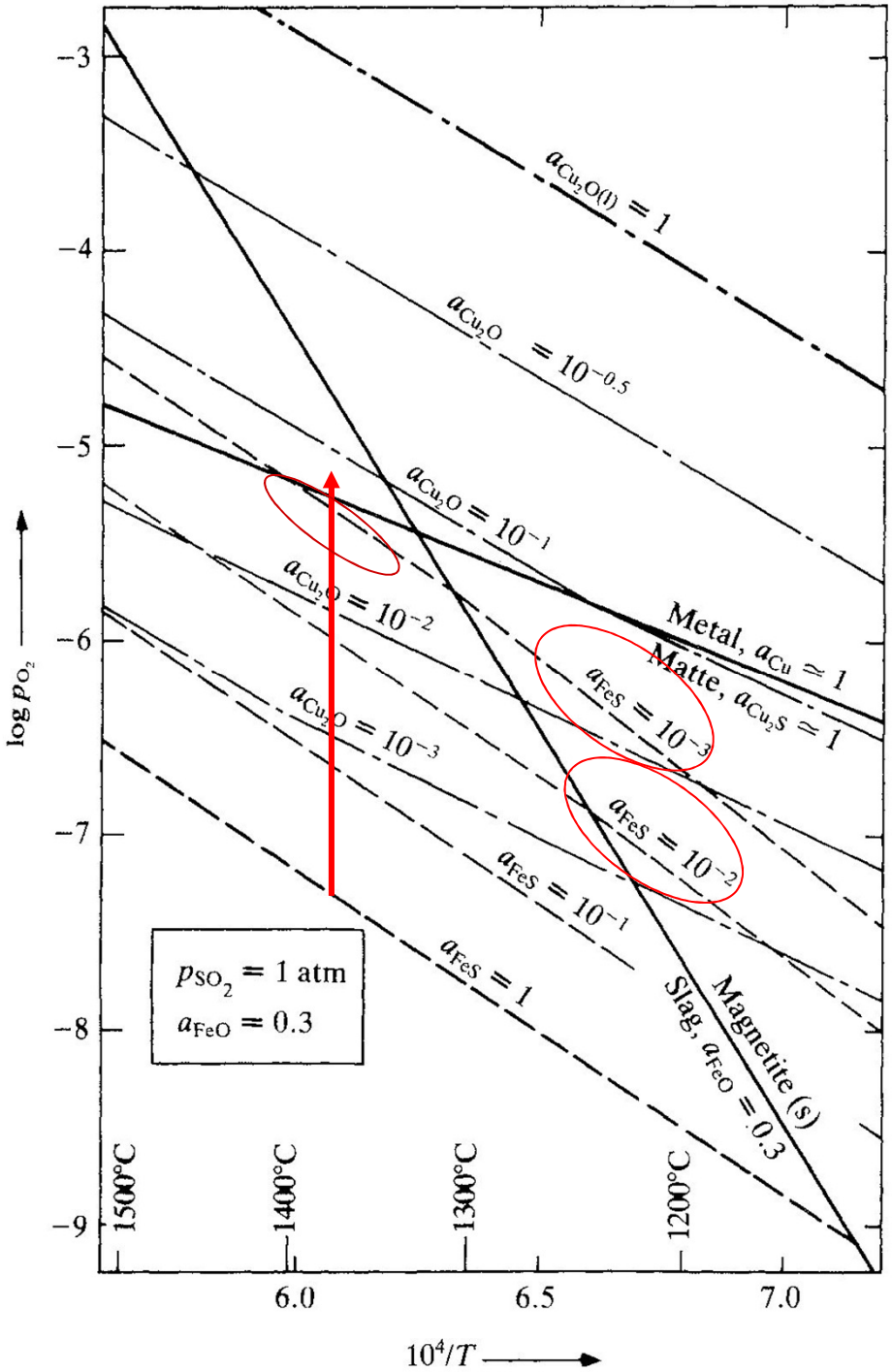


# Conversão

*Resumo*

*Com a queda da atividade do FeS no mate, a atividade de $Cu_2S$ aumenta .*

*O sopro continua até o ponto onde a atividade do FeS é praticamente nula. Nesse ponto o mate é composto principalmente de $Cu_2S$, conhecido como METAL BRANCO.*

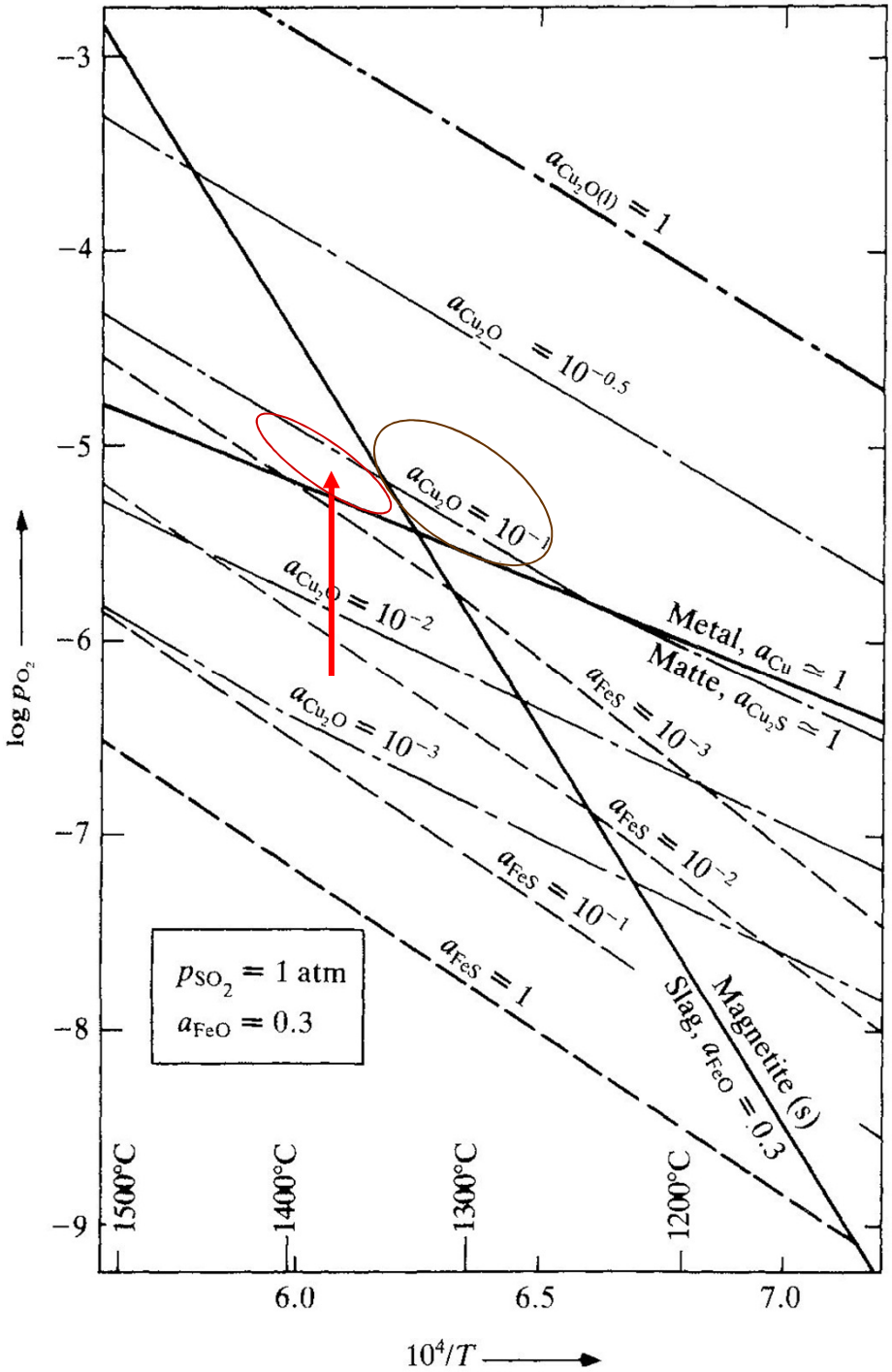


# Conversão

*Resumo*

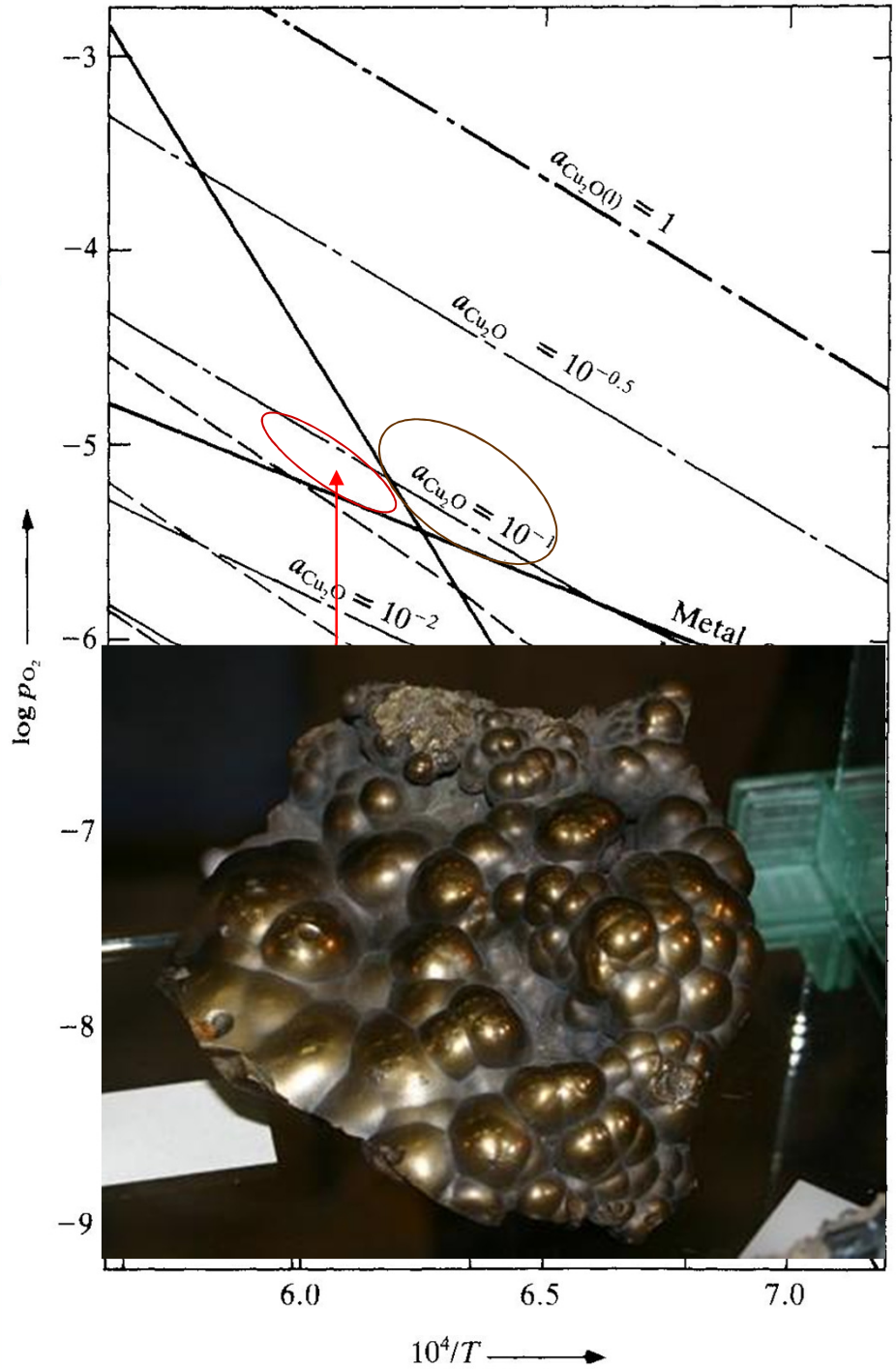
*Prosseguindo-se o sopro, passa-se para a região do Cobre Blister.*

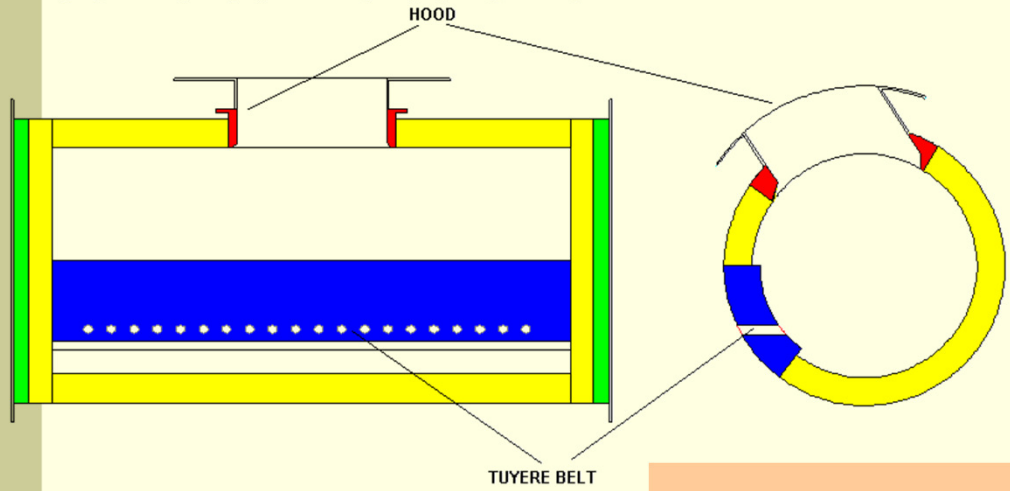
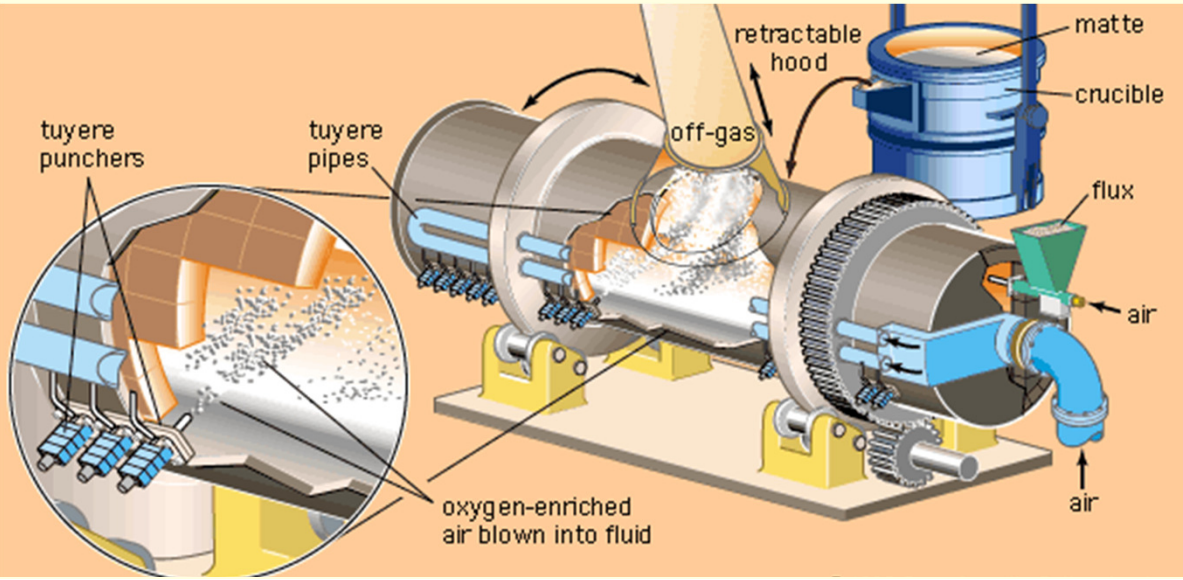
*Com a continuação do sopro se perderia cobre para a escória.*



# Conversão

*Cobre blister é o nome dado ao cobre que é vazado do conversor, pois na solidificação formam-se bolhas (blisters) de $SO_2$.*



# Conversão

*Conversor Pierce-Smith*