



Elementos de Materiais

1ª parte – Metalurgia Extrativa

PROF. VÍCTOR DE ANDRADE ALVARENGA OLIVEIRA



Metalurgia Extrativa (Introdução)

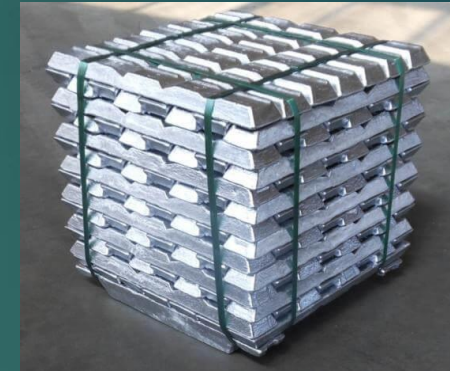
- ▶ A metalurgia extrativa é uma das grandes áreas da metalurgia onde se estudam os processos unitários para a produção de metais e/ou compostos contendo elementos metálicos a partir de fontes primárias e/ou secundárias.



Bauxita



Alumina



Alumínio



Concentrado de estalerita



Óxido de Zinco



Zinco

Metalurgia Extrativa (Introdução)

- ▶ A alimentação de um processo em metalurgia extrativa, sempre que possível, será feita utilizando um concentrado, i. e., o produto da etapa de beneficiamento mineral será a matéria prima do processo. Sendo assim, pode-se afirmar que as operações unitárias de concentração mineral realizadas pelo engenheiro de minas são de fundamental importância para os processos metalúrgicos.



**Metalurgia
Extrativa**

Metalurgia Extrativa (Introdução)

Featured non-ferrous 3-month Closing Prices, day-delayed (US\$)

LME Aluminium **99,7 % (max. 0,20 % Fe e 0,10 % Si).**

2362.50

+ 0%

CLOSING PRICE

LME Copper

7959.00

- 0.61%

CLOSING PRICE

LME Zinc

Zn SHG 99,995 % teor mínimo

2937.00

+ 0.56%

CLOSING PRICE

LME Tin

99,85 % teor mínimo

22354.00

+ 0.55%

CLOSING PRICE

LME Nickel

99,80 % teor mínimo

25639.00

+ 0.88%

CLOSING PRICE

LME Lead

99,97 % teor mínimo

2113.50

- 0.17%

CLOSING PRICE

Além dos teores mostrados acima, existem especificações para o teor máximo de elementos contaminantes presentes no metal produzido.

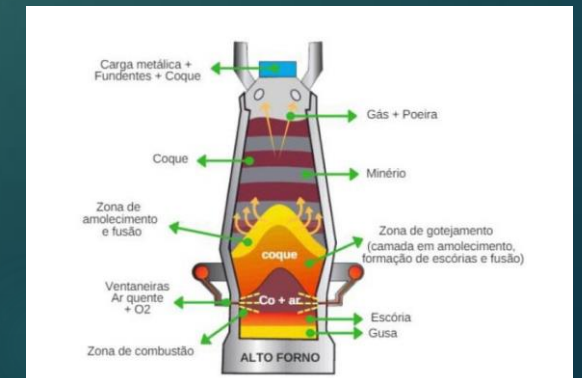
Metalurgia Extrativa (Introdução)

- ▶ A metalurgia extrativa é sub dividida em três grandes áreas, são elas:
 - ▶ **Eletrometalurgia:** Utilização de corrente elétrica para promover a produção do metal de interesse.
 - ▶ **Hidrometalurgia:** Utilização de soluções aquosas ou solventes orgânicos para a produção do metal de interesse.
 - ▶ **Pirometalurgia:** Utilização de altas temperaturas (400°C – 2000°C) para promover a produção do metal de interesse.

Os processos eletro, hidro e pirometalúrgicas não competem entre si. Esses processos são normalmente utilizados de forma complementar e sequencial visando à obtenção de um fluxograma metalúrgico onde o produto desejado (metal ou composto metálico) será produzido com as especificações exigidas pelo consumidor e com custo de produção menor que o praticado pelo mercado.

Metalurgia Extrativa (Introdução)

- ▶ Alguns exemplos de processos metalúrgicos são:
 - ▶ Redução carbotérmica (**Processo Pirometalúrgico**).
 - ▶ Redução por hidrogênio (**Processo Pirometalúrgico**).
 - ▶ Lixiviação (**Processo Hidrometalúrgico**).
 - ▶ Extração por solvente (**Processo Hidrometalúrgico**).
 - ▶ Eletroobtenção (**Processo eletrometalúrgico**).
 - ▶ Ustulação (**Processo Pirometalúrgico**).
 - ▶ Conversão (**Processo Pirometalúrgico**).
 - ▶ Calcinação (**Processo Pirometalúrgico**).



Metalurgia Extrativa (Introdução)

- ▶ Entre os diversos fatores que serão responsáveis pela escolha do processo metalúrgico, a ser utilizado para o desenvolvimento de um fluxograma, a natureza da matéria prima a ser utilizada é de fundamental importância. Entre as diversas fontes primárias, serão destacados quatro grandes grupos de minerais, são eles:

- ▶ **Sulfetos:** Calcopirita, Esfalerita, Galena.
- ▶ **Óxidos:** Hematita, Cassiterita, Quartzo.
- ▶ **Hidróxidos:** Goethita niquelífera, Gibbsita.
- ▶ **Carbonatos:** Calcita; Dolomita; Smithsonita.

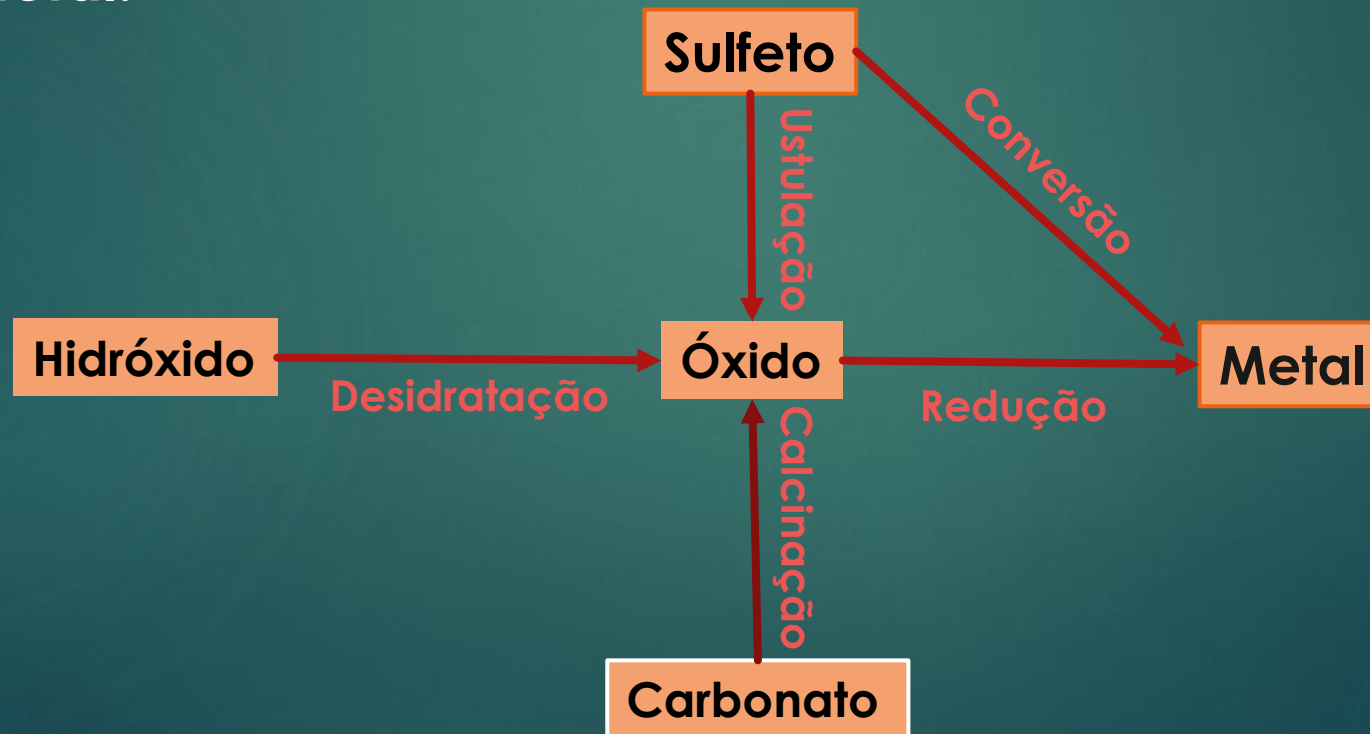


Metalurgia Extrativa (Introdução)

- ▶ Diferentes fluxogramas metalúrgicos são utilizados para a produção dos diferentes metais e, muitas vezes, um mesmo elemento metálico pode ser produzido a partir de diferentes fluxogramas. Isso se justifica pois além da matéria prima que alimenta o fluxograma metalúrgico outros fatores também são de grande importância. Entre tantos, pode-se destacar:
 - ▶ Teor do elemento de interesse na matéria prima.
 - ▶ Fonte de energia.
 - ▶ Disponibilidade de matéria prima no território da usina.
 - ▶ Elementos constituintes da ganga.
 - ▶ Tamanho da reserva.

Metalurgia Extrativa

- ▶ Durante o processo de produção dos elementos metálicos, mesmo quando a matéria prima não é um óxido, é bastante comum o elemento ser obtido como um óxido em alguma etapa do processo. Como exemplo, observe a figura abaixo onde procura-se gerar um fluxograma geral de processos pirometalúrgicos para a obtenção de um metal.



Metalurgia Extrativa

- ▶ Para os processos hidrometalúrgicos o seguinte fluxograma geral pode ser proposto:

