



**CRIATIVIDADE TECNOLÓGICA
NA
ENGENHARIA DE PROCESSOS INORGÂNICOS**

ABRAHAM ZAKON

**Prof. Associado
Eng^o Químico, M. Sc., D. Eng.**

**Laboratório de Cimentos e Cerâmicos
Departamento de Processos Inorgânicos
Escola de Química - Centro de Tecnologia
Universidade Federal do Rio de Janeiro**



Arequipa - Outubro de 2008

PARTE 4.0

A DIVERSIFICAÇÃO FABRIL NA METALURGIA DO ZINCO

A DIVERSIFICAÇÃO FABRIL NAS INDÚSTRIAS QUÍMICAS

1. AS INDÚSTRIAS EXTRATIVAS CONSOMEM RECURSOS NATURAIS DE ORIGEM MINERAL OU BIOLÓGICA, PRODUZINDO OS PRODUTOS DESEJADOS E DESCARTES DIVERSOS.

TERMINOLOGIA USUAL	CARACTERÍSTICA DOS DESCARTES
Lixo ou Resíduos sólidos	Sólidos simples, mistos (compósitos), embalagens usadas, papéis, entulhos
Despejos ou efluentes líquidos	Esgoto, lixívias, borras, lamas, suspensões aquosas e oleosas
Fumaças ou Emissões gasosas	Fumos ou gases de combustão, misturas gasosas, vapores, poeiras

2. É DESEJÁVEL TRANSFORMAR DESCARTES FABRIS EM SUB-PRODUTOS, PARA AUMENTAR A SUSTENTABILIDADE DA INDÚSTRIA.

3. EXEMPLOS DE APROVEITAMENTO ECONÔMICO DOS DESCARTES:

SEGMENTO INDUSTRIAL	DESCARTES E SUB-PRODUTOS
SIDERÚRGICO	Escórias de alto forno e de aciaria, sucatas metálicas, gás de alto forno, gás de coqueria
CANA DE AÇÚCAR	Bagaço, álcool etílico, cera, melaço, adubos, vinhoto, óleo de fusel
CARNE BOVINA	Ossos, chifres, couro
ZINCO	Óxido de zinco, SO ₂ , ácido sulfúrico, sulfato de cobre sulfato de manganês, bastões de cádmio, concentrados de prata e chumbo

**A DIVERSIFICAÇÃO FABRIL
NA
METALURGIA EXTRATIVA DO ZINCO**

**CONDIÇÕES LIMITANTES E DE CONTORNO
NA
IMPLANTAÇÃO DE UMA UNIDADE INDUSTRIAL:**

1° - A decisão de criar uma fábrica depende da importância do produto.

2 - A criação original de uma rota industrial inorgânica (extrativa ou de síntese) ampara-se nas Químicas Mineral e Analítica Clássica.

3° - A seleção de processos químicos industriais pode emanar do conhecimento do estado da arte tecnológica vigente em diversos países.

4° - Um processo fabril depende da disponibilidade de matérias-primas.

5° - Convém instalar a fábrica próximo das jazidas, fontes de energia elétrica, água e outros insumos, e mão-de-obra fácil e relativamente especializada;

6° - Avaliadas as ofertas regionais, definem-se as rotas tecnológicas cabíveis.

7° - A globalização favorece a substituição de matérias-primas locais por outras, inclusive importadas, mesmo após a partida da planta industrial.

PRINCIPAIS APLICAÇÕES DO ZINCO

(BARONE, 1973; MORAES, 1998)

MATERIAIS GALVANIZADOS

Aços estruturais
Chapas
Tubos
Arame
Parafusos
Pregos

LIGAS METÁLICAS

Peças fundidas
Acessórios elétricos
Tubulações
Folhas
Arame
Zamak *
Latão
Bronze
Armamentos

ZINCO EM CHAPAS

Baterias secas
Máquinas de endereçar
Clichês para impressão
Forros de residências
Equipamentos de aviões e autos
Aparas de Zn

ÓXIDO DE ZINCO

Tintas e vernizes
Cerâmicas
Borrachas
Cosméticos
Fármacos
Cimentos dentários
Fibras sintéticas
Papéis
Vidros
Fósforos
Agro-pecuária
Catalisadores
Plásticos

LITOPÔNIO

Acabamentos de couro
Linóleos
Borrachas
Plásticos
Papéis
Tintas
Vernizes

* liga para fundição sob pressão

** formação de liga protetora de Fe-Zn numa superfície.

PÓ DE ZINCO

Tintas
Pigmentos
Sherardização **
Alveamento da polpa de madeira para fabricar papel
Recuperação eletrolítica de Au e Ag
Purificação do açúcar
Explosivo
Pilhas alcalinas

ANODO DE ZINCO

Proteção catódica de peças e instalações de aço ou ferro.

PRINCIPAIS SUB-PRODUTOS DA METALURGIA EXTRATIVA DO ZINCO NA VM METAIS EM JUIZ DE FORA*

(Moraes, 1998)

ÁCIDO SULFÚRICO

Líquido incolor, pouco turvo.

Principais usos:

Indústria química em geral, e, principalmente, na fabricação de fertilizantes.

SO₂ LIQUEFEITO

Líquido incolor.

Principais usos:

Alvejante de celulose, açúcar e caulim, conservante de alimentos, redutor na formulação de produtos químicos.

SULFATO DE COBRE

Aparência de cristais azuis finos.

Principais usos:

Agricultura, pecuária, mineração, galvanoplastia, indústria química, preservação de madeira.

BASTÃO DE CÁDMIO

Cor prateada, dim. 13x230 mm, peso médio 230 g.

Principais usos:

Ligas, pigmentos, anodos de galvanoplastia, plásticos, cerâmicas, estabilizantes para plásticos, baterias, contatos de motores elétricos, energia nuclear, soldas, indústria eletrônica.

* Antiga Cia. Paraibuna De Metais

ESTADO DA ARTE TECNOLÓGICA DA EXTRAÇÃO E PRODUÇÃO INDUSTRIAL DO ZINCO

1º - PRINCIPAIS MINÉRIOS DE Zn DISPONÍVEIS NA NATUREZA:

São os sulfetos de zinco,
associados com sulfetos de Pb, Cd e Fe;
e em menor escala com minerais de Au e Ag.

Minerais:

blenda ou esfalerita (ZnS), willemita (Zn₂SiO₄),
smithsonita (ZnCO₃), calamina ou hemimorfita (2ZnO.SiO₂.H₂O),
wurtzita (Zn,Fe)S, franklinita (Zn,Mn)Fe₂O₄,
hidrozincita [2ZnO₃.3Zn(OH)₂] e zincita (ZnO),
com destaque no Brasil para a calamina, willemita e esfalerita.

Ref.: Barone (1973) e Jesus (2002)

2º - MINÉRIOS DO ZINCO PARA EXPLORAÇÃO ECONÔMICA:

• MINÉRIO SULFETADO:

A **esfarelita ou blenda, ZnS**, é a principal espécie mineralógica,
muitas vezes associada a sulfetos de chumbo, cobre e ferro.

Os minérios sulfetados são ocorrências primárias de zinco
com teores médios de 5% de Zn contido,
obtidos através de lavra subterrânea,
gerando cerca de 90% da produção mundial de concentrado.

• MINÉRIO OXIDADO

Constitui-se de **calamina** (silicato hidratado de zinco)
e willemita (silicato de zinco), associados a carbonato de zinco.

Os minérios oxidados são ocorrências secundárias de zinco,
encontradas em depósitos superficiais,
sendo resultantes da alteração do minério sulfetado.

OS MINÉRIOS OXIDADOS PODEM SER MAIS ECONÔMICOS
DO QUE OS SULFETADOS,
DEVIDO A MAIOR FACILIDADE DE LAVRA
E MAIOR CONCENTRAÇÃO DO METAL (15 A 40% Zn).
POIS NÃO NECESSITAM DE USTULAÇÃO DOS SULFETOS PARA OBTER ÓXIDOS.

Ref.: Andrade, Cunha, Oliveira e Vieira (1998)

ROTAS DE EXTRAÇÃO DO ZINCO PRIMÁRIO

(Andrade, Cunha, Oliveira e Vieira, 1998)

Existem dois processos básicos:

- **PIROMETALÚRGICO**, usado em cerca de 20% da produção mundial ;

Ustula o concentrado de sulfeto de zinco com ar, obtendo-se ZnO e SO₂.

O óxido reage com coque em alto-forno e produz vapor de zinco, que é condensado para obter Zn metálico com ~98% de pureza.

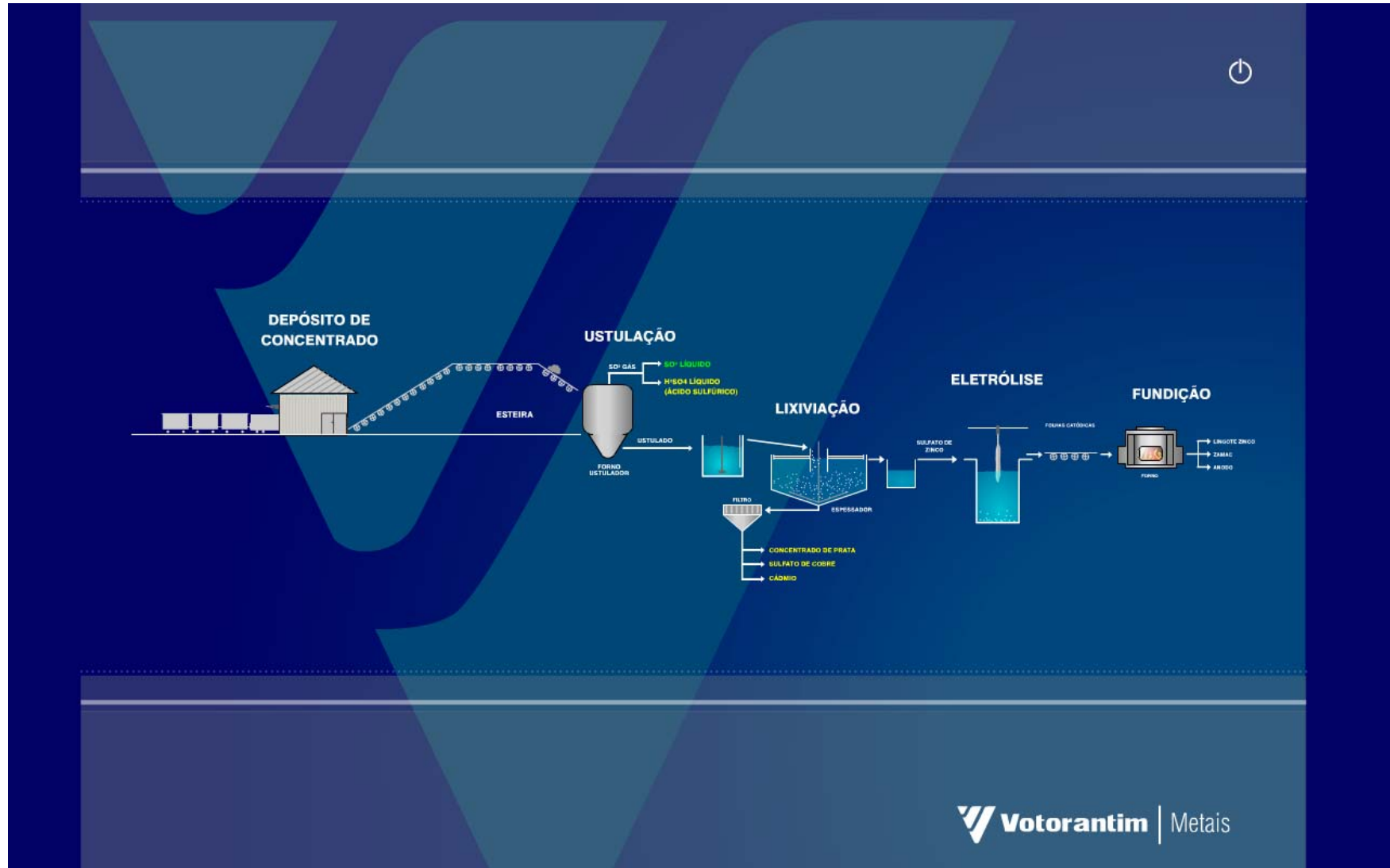
Pode ser refinado pela vaporização do Zn e , mais condensação que resulta em 99,95% de pureza.

- **HIDROMETALÚRGICO** – é o mais utilizado no mundo

Consiste em obter uma solução de sulfato de zinco, tão pura quanto possível, e em precipitar o zinco metálico da solução, através de eletrólise.

Assim, o PROCESSO HIDROMETALÚRGICO inclui as seguintes etapas:

- **USTULAÇÃO** os sulfetos para obter óxidos solúveis em ácido.
- **LIXIVIAÇÃO** dos óxidos com H₂SO₄ produzindo solução de ZnSO₄.
- **PURIFICAÇÃO** da solução de sulfato de zinco, com adição de pó de zinco para precipitar impurezas como cobre, cádmio, cobalto e níquel.
- **ELETRÓLISE** da solução de ZnSO₄, obtendo-se placas catódicas de Zn com 99,99% de pureza e recuperação do ácido para reuso na lixiviação.
- **REFUSÃO** dos catodos de Zn para produzir lingotes, placas e pó.



FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DE UMA USINA ELETROLÍTICA DE ZINCO

(adaptado de Magalhães Filho, 2001)

