

SISTEMAS DE PROCESSAMENTO

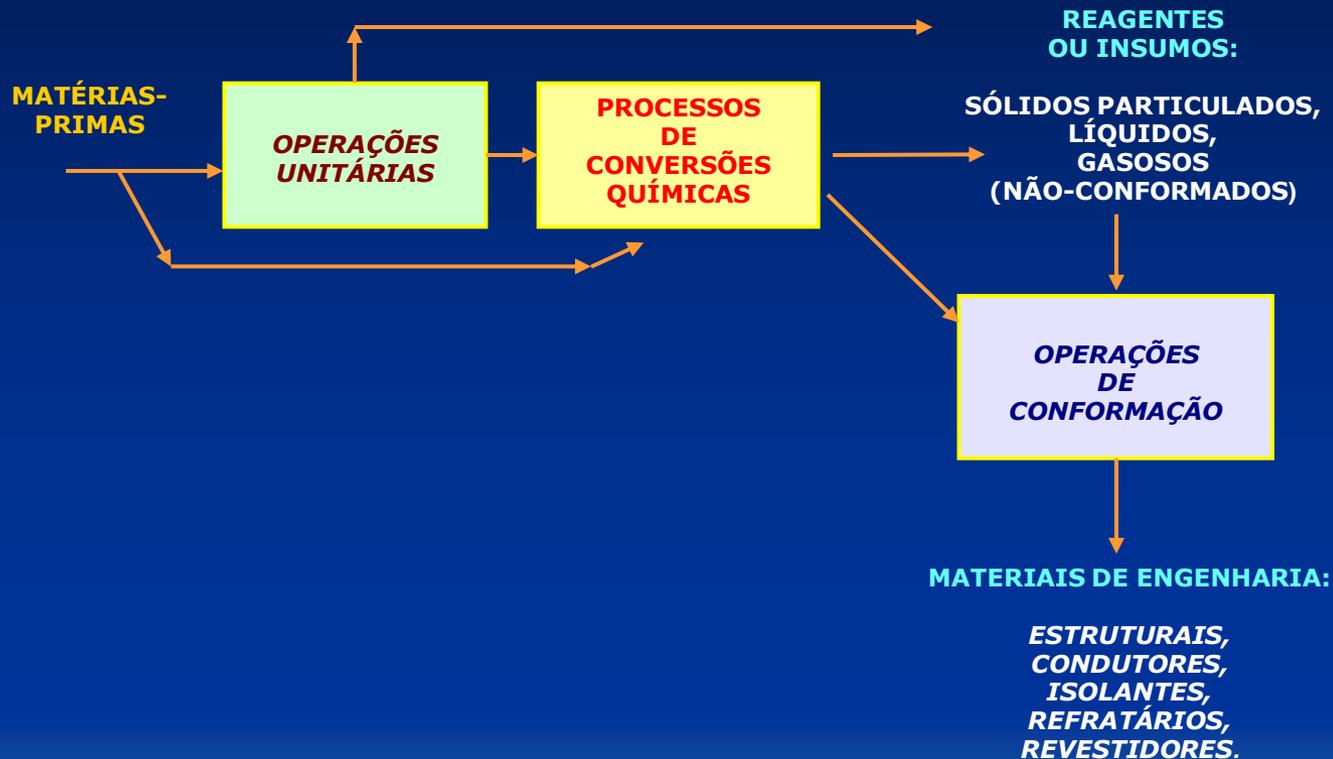
Σ (equipamentos industriais + instrumentação de controle)

ou

Σ (aparatos laboratoriais + instrumentação de controle)

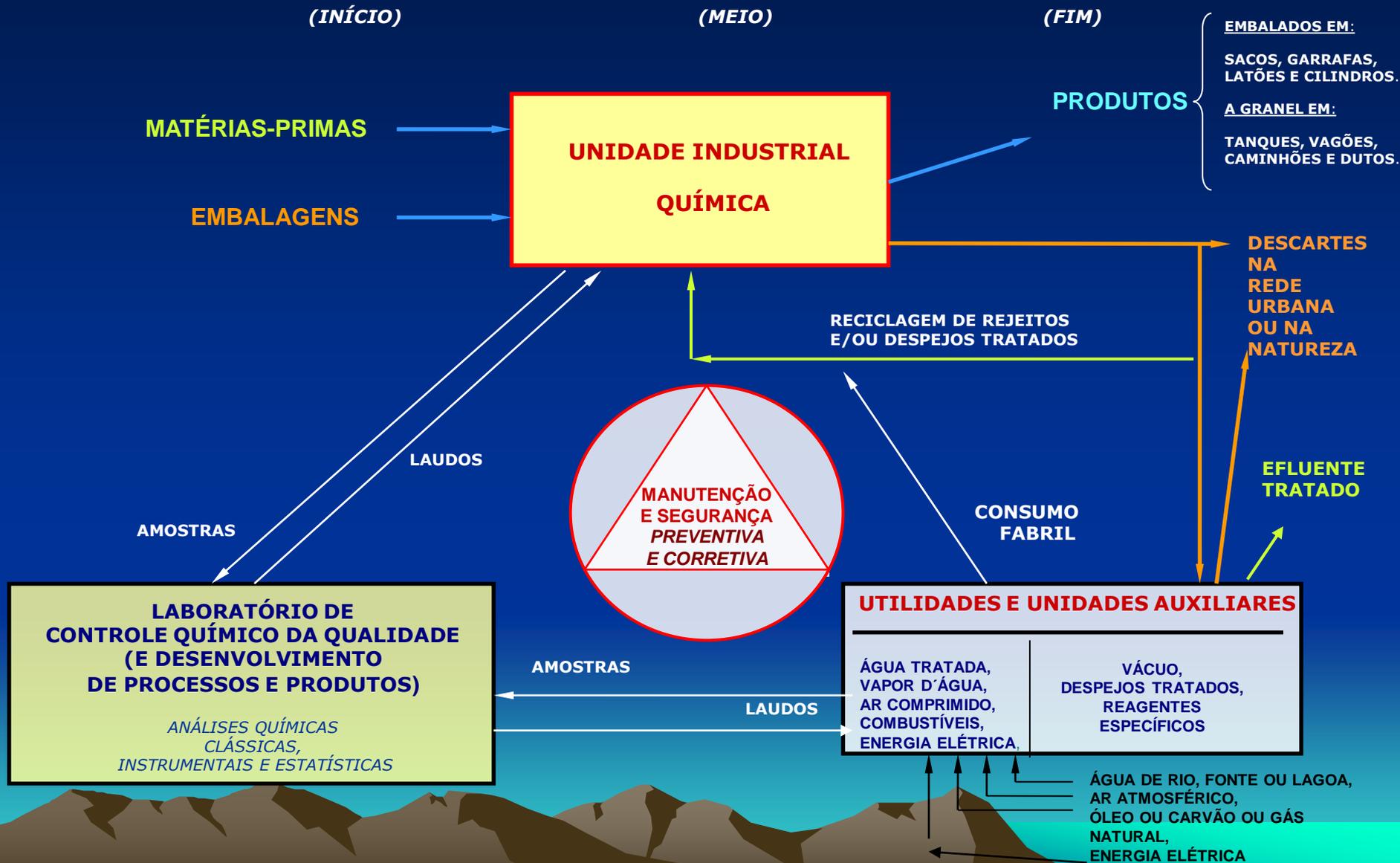
- QUALQUER MATERIAL OU INFORMAÇÃO PODE SER PROCESSADO.
- QUALQUER PROCESSO POSSUI INÍCIO, MEIO E FIM.
- ALGUNS PROCESSOS ABRANGEM ETAPAS DE RECICLAGEM OU RECICLO.
- QUALQUER PROCESSO UTILIZA INSTRUMENTAÇÃO DE CONTROLE
MANUAL E/OU AUTOMATIZADA NA SUA OPERAÇÃO.

COMPONENTES DE UM PROCESSO QUÍMICO INDUSTRIAL

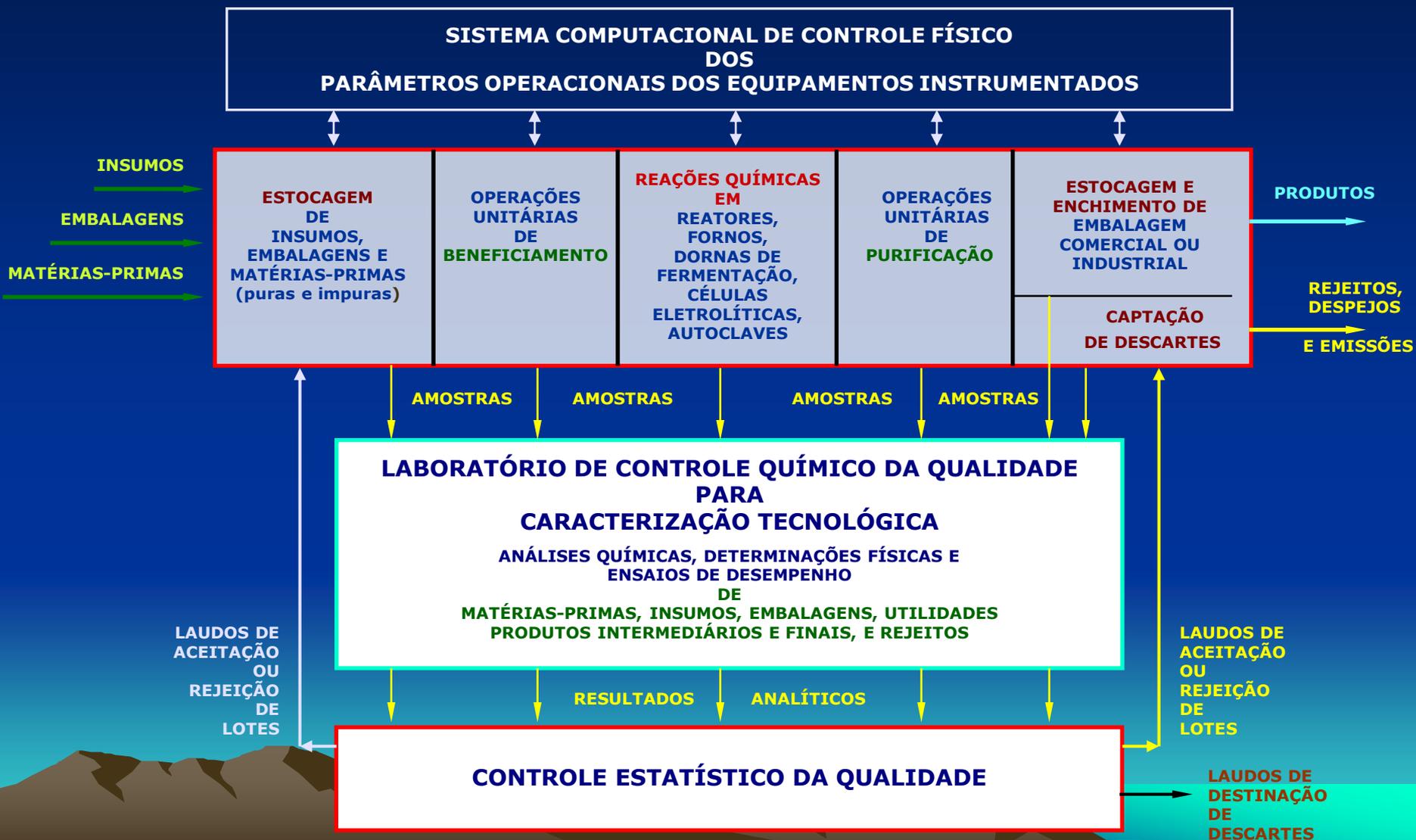


TRATAMENTOS = Σ (PROCESSOS FÍSICOS INDUSTRIAIS OU OPERAÇÕES UNITÁRIAS) + Σ (PROCESSOS DE CONVERSÕES QUÍMICAS - UNITÁRIOS OU COMPLEXOS)

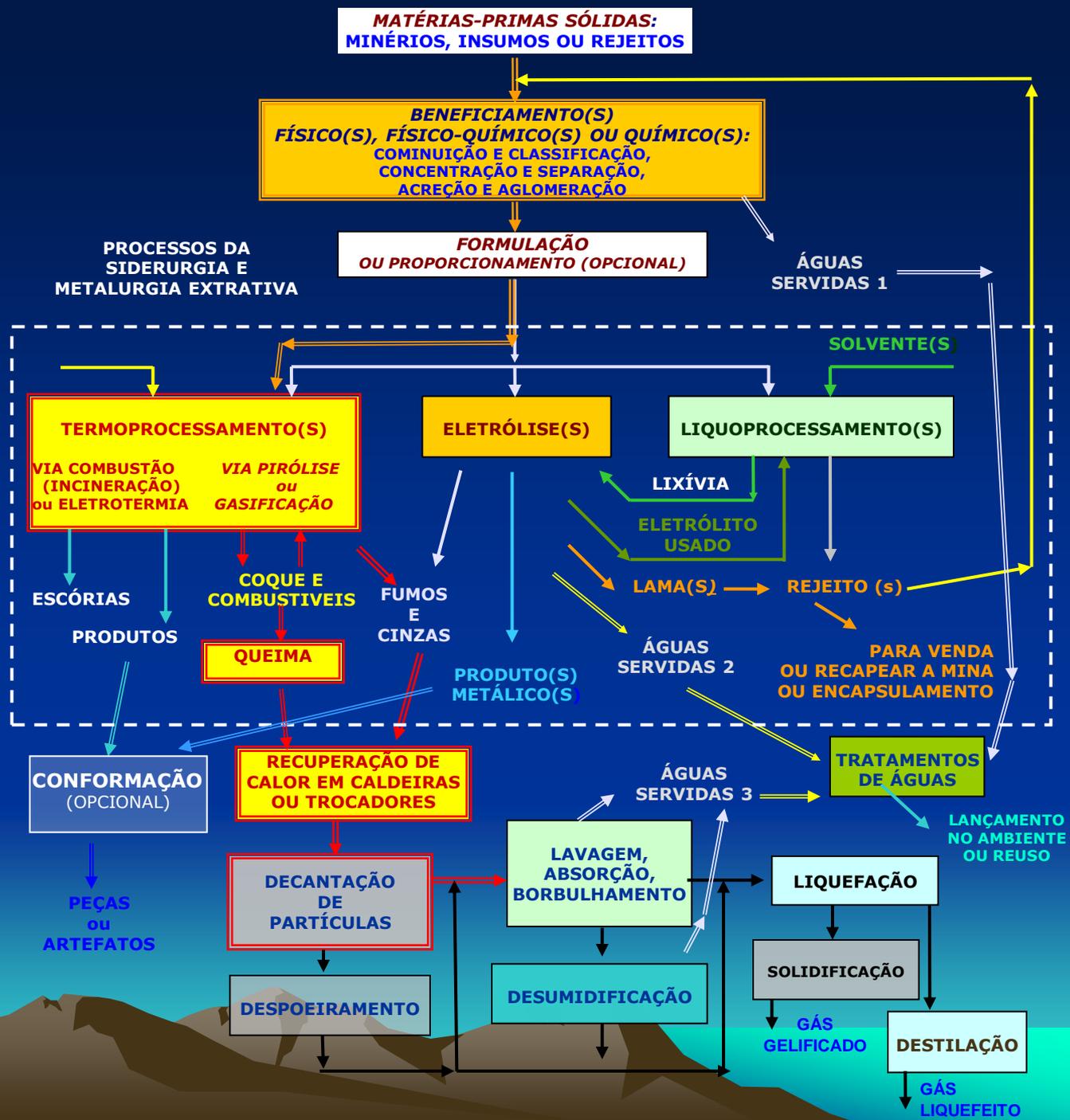
ESTRUTURA OPERACIONAL DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA



CONTROLE QUÍMICO E FÍSICO DA QUALIDADE PARA UMA UNIDADE DE PROCESSO INDUSTRIAL OU DE UTILIDADES



TRATAMENTOS GERAIS DE MINÉRIOS LÍQUIDOS, E GASES PARA FINS INDUSTRIAIS E AMBIENTAIS



INDÚSTRIAS QUÍMICAS CONSUMIDORAS DE MINERAIS E COMBUSTÍVEIS

(adaptado de Shreve e Brink, Jr., 1980)

SEGMENTOS INDUSTRIAIS INORGÂNICOS

- ÁGUAS
- SAL
- AGLOMERANTES MINERAIS E PEDRAS NATURAIS
- ÁLCALIS E CLORO
- GASES INDUSTRIAIS
- MATERIAIS CERÂMICOS TRADICIONAIS
- CERÂMICA DE ALTA TECNOLOGIA OU AVANÇADA
- VIDROS
- CARVÃO E DERIVADOS
- PRODUTOS METALÚRGICOS E SIDERÚRGICOS
- FERTILIZANTES, SEUS SUB-PRODUTOS E INSUMOS
- ELETROLÍTICAS
- ELETROTÉRMICAS
- PIGMENTOS
- FÍLERES OU CARGAS INORGÂNICOS
- RETARDANTES DE FOGO PARA MADEIRAS E SIMILARES

SEGMENTOS INDUSTRIAIS ORGÂNICOS

(adaptado de Shreve e Brink, Jr., 1980)

- PRODUTOS CARBOQUÍMICOS
- EXPLORAÇÃO E REFINO DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E SIMILARES
- INDÚSTRIAS PETROQUÍMICAS
- FÍLERES E CARGAS ORGÂNICOS
- INTERMEDIÁRIOS DAS INDÚSTRIAS DE PROCESSOS ORGÂNICOS E CORANTES
- BORRACHAS
- RESINAS E PLÁSTICOS (CONFORMADOS E NÃO-CONFORMADOS)
- FIBRAS E DE PELÍCULAS SINTÉTICAS
- PRODUTOS DE ACABAMENTO E TINGIMENTO DE TEXTEIS
- DERIVADOS QUÍMICOS DA MADEIRA
- CELULOSE E PAPEL
- COUROS SINTÉTICOS

- PERFUMES
- AROMATIZANTES
- ADITIVOS ALIMENTARES
- INSUMOS AGROPECUÁRIOS
- ÁLCOOIS GRAXOS E ÁCIDOS GRAXOS PARA DETERGENTES, SABÕES E OUTROS FINS
- ARTIGOS DE LAVANDERIA (TENSIOATIVOS): DETERGENTES OU EMULSIFICADORES
- SABÕES E SUB-PRODUTOS
- CARBOIDRATOS: AÇÚCAR
- AMIDO E CORRELATOS

SEGMENTOS INDUSTRIAIS DE ALIMENTOS, PRODUTOS DE FERMENTAÇÃO E FÁRMACOS

(adaptado de Shreve e Brink, Jr., 1980)

- ALIMENTOS
 - COUROS, PELES E OSSOS; GELATINAS, ADESIVOS E SUBPRODUTOS ANIMAIS
 - PRODUTOS DA AÇÃO FERMENTATIVA DE LEVEDURAS, BACTÉRIAS E FUNGOS
- ALIMENTARES*
- | | |
|------------------------------|----------------|
| <i>PRODUTOS INDUSTRIAIS:</i> | <i>INSUMOS</i> |
| | <i>ENZIMAS</i> |
- PRODUTOS FARMACÊUTICOS (ANTIBIÓTICOS)*
- FÁRMACOS
- ANALGÉSICOS E ANTIPIRÉTICOS*
ANTIBACTERIANOS (ANTISSÉPTICOS)
ANTIBIÓTICOS (ANTIMICROBICIDAS)
ANTIISTAMÍNICOS
DROGAS CARDIOVASCULARES
ESTIMULANTES DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL
DROGAS DERMATOLÓGICAS E DIURÉTICOS

SEGMENTOS INDUSTRIAIS QUÍMICOS MISTOS, HETEROGÊNEOS OU COMPÓSITOS

(adaptado de Shreve e Brink, Jr., 1980)

- ARMAS DE GUERRA QUÍMICA OU AGENTES QUÍMICOS TÓXICOS)**
- PIROTÉCNICOS. FÓSFOROS**
- PROPELENTES LÍQUIDOS E SÓLIDOS**
- EXPLOSIVOS MILITARES**
- EXPLOSIVOS INDUSTRIAIS**
- INSUMOS E PRODUTOS FOTOGRÁFICOS**
- INSUMOS E PRODUTOS DE (FOTO)COPIAGEM**
- TINTAS E CORRELATOS**
- AGROQUÍMICOS**
- GELATINAS E ADESIVOS VEGETAIS**

UTILIDADES NAS INDÚSTRIAS (QUÍMICAS)

ORIGENS DA ÁGUA (OU DO VAPOR)

(*) FONTE NATURAL

(**) TRATADA EM ESTAÇÃO INDUSTRIAL
OU SISTEMA LOCAL

(***) TRATADA EM ESTAÇÃO ESTADUAL
OU MUNICIPAL

**** AS SIDERÚRGICAS INCLUEM
ALGUMAS UNIDADES DE GASES
INDUSTRIAIS NAS SUAS UTILIDADES.

PRODUTOS OPCIONAIS

APLICAÇÕES

1. **ÁGUA DE PROCESSO**

REAÇÕES QUÍMICAS (**)
LIMPEZA (**)
EXTRAÇÃO (**)
DISSOLUÇÃO (**)
RECICLADA (**)

2. **ÁGUA DE CALDEIRA** (**)

BAIXA, MÉDIA E ALTA PRESSÃO

3. **ÁGUA POTÁVEL E DE SERVIÇO**

CONSUMO HUMANO E ANIMAL (*)
USO SANITÁRIO (***)
LIMPEZA DE AMBIENTES (***)

4. **ÁGUA PARA TORRE DE RESFRIAMENTO
(E REFRIGERAÇÃO)**

ATENDIMENTO DE PROCESSO INDUSTRIAL (**)
CONDENSADORES EVAPORATIVOS (**)
SALMOURAS (**)
SISTEMAS DE AR CONDICIONADO
OU MERCADO CONFORTO (**)

5. **VAPOR D'ÁGUA**

PROCESSO QUÍMICO (**)
AQUECIMENTO (**)
TURBINAS A VAPOR (**)

6. **AR COMPRIMIDO**

"DE SERVIÇO" EM LIMPEZA E AÇÕES MECÂNICAS
DESUMIDIFICADO PARA CONTROLE PNEUMÁTICO

7. **VÁCUO**

OPERAÇÕES UNITÁRIAS
INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE

8. **GASES INDUSTRIAIS** (****)

N₂ LÍQUIDO (CRIOGÊNICO)

CONGELAR ALIMENTOS, SANGUE, PERECÍVEIS,
ÁGUA EM TÚNEIS NOS SOLOS MACIOS E ÚMIDOS
INERTIZAÇÃO CONTRA FOGO E EXPLOÇÃO
ACIARIA, SOLDAGEM, COMBUSTÃO,
TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS
SOLDAGEM

O₂ LÍQUIDO (CRIOGÊNICO)

ACIARIA, CORTE E SOLDAGEM
REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL E DE ALIMENTOS
GASEIFICAÇÃO DE BEBIDAS

ACETILENO

ARGÔNIO

CO₂ SÓLIDO OU LIQUEFEITO

9. **COMBUSTÍVEIS**

QUEIMA EM CALDEIRAS E FORNOS
MOTORES INDUSTRIAIS E VEÍCULOS

10. **ENERGIA ELÉTRICA**

COR. ALTERNADA EM MOTORES E APARELHOS,
SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO E ELETRÔNICOS
COR. CONTÍNUA EM MOTORES E APARELHOS,
CÉLULAS ELETROQUÍMICAS

USINAS TERMOELÉTRICAS CONSUMIDORAS DE COMBUSTÍVEIS NATURAIS OU RESIDUAIS

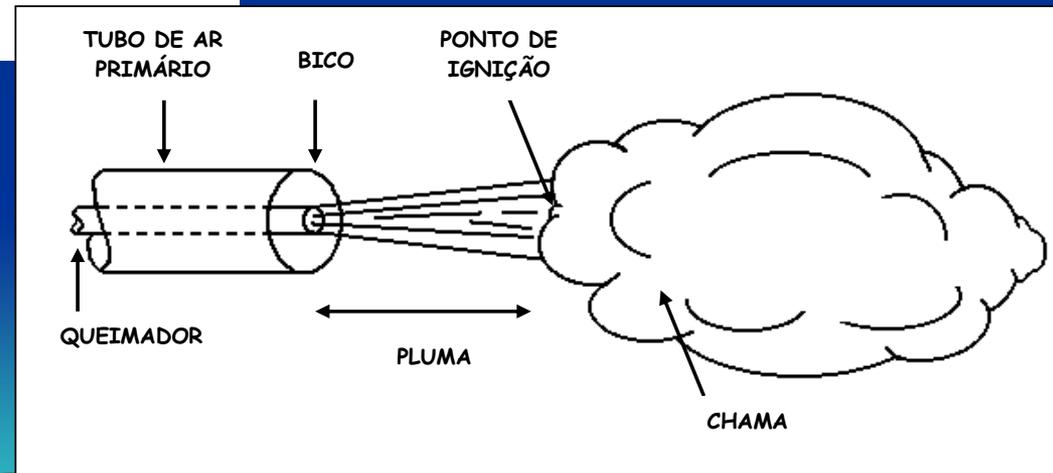
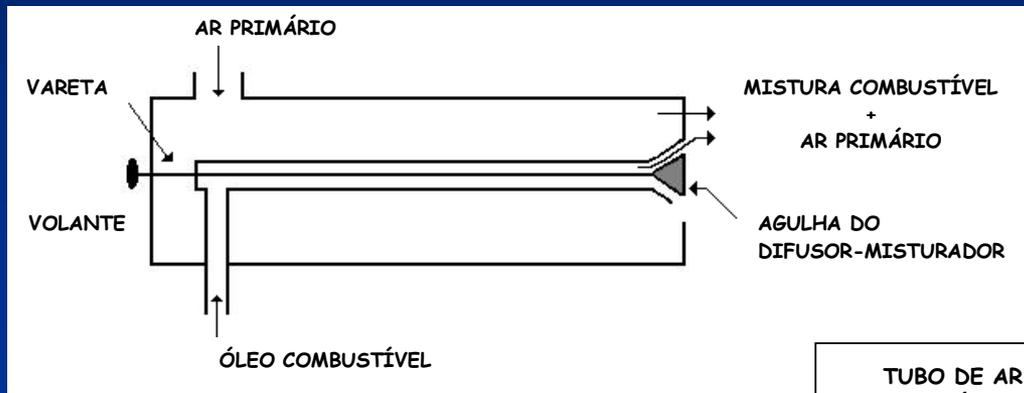
- **UTE de Carvão**
 - **UTE de (Petr)óleo**
 - **UTE de Gás natural**
 - **UTE de lixo ou resíduos sólidos municipais ou agropecuários**
-
- **A combustão de carvão, óleo e gás natural demanda queimadores específicos com alimentação contínua de cada combustível .**
 - **As usinas incineradoras de resíduos consomem combustíveis fósseis, pelo menos, para iniciar o processo de combustão.**
 - **As usinas nucleares consomem combustíveis nucleares e sua concepção difere das termoelétricas mencionadas.**



ESQUEMA DE UM QUEIMADOR GENÉRICO PARA ÓLEO, GÁS NATURAL OU CARVÃO MOÍDO

(adaptado de <http://www.eletrosul.gov.br/casa/img4.htm>)

- Uma usina termelétrica a óleo substitui carvão por diesel ou óleo pesado, bombeado diretamente do tanque de armazenagem para os queimadores da caldeira.
- Um processo análogo é usado para gás natural.



PROCESSOS

BÁSICOS

DE

QUEIMA

DE

COMBUSTÍVEIS

INDUSTRIAIS

GÁS COMBUSTÍVEL

+ AR
+ FAÍSCA

QUEIMA

RÁPIDA

GASES DA COMBUSTÃO
OU
EMISSIONES GASOSAS
OU
FUMOS
QUENTES

LÍQUIDO
COMBUSTÍVEL

ATOMIZAÇÃO
ou
VAPORIZAÇÃO

NÉVOA OU
VAPORES
+ AR
+ FAÍSCA

QUEIMA
RÁPIDA

EMISSIONES
GASOSAS
QUENTES

SÓLIDO
COMBUSTÍVEL

MOAGEM
OU
PULVERIZAÇÃO

AQUECIMENTO

UMIDADE
+
VOLÁTEIS
+ AR
+ CALOR

QUEIMA
RÁPIDA

CARBONO FIXO
+ CINZAS

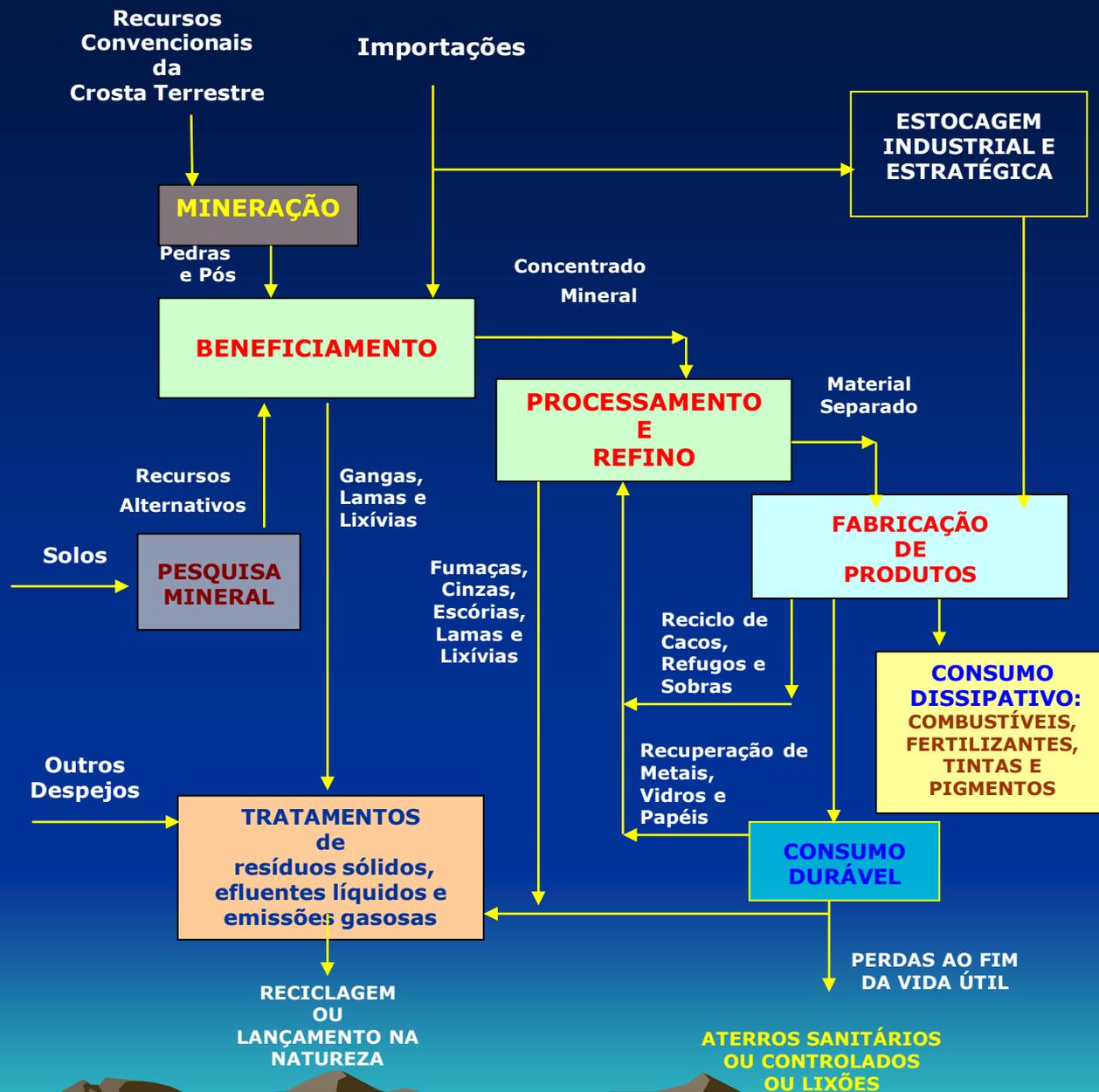
+ AR
+ CALOR

QUEIMA
LENTA

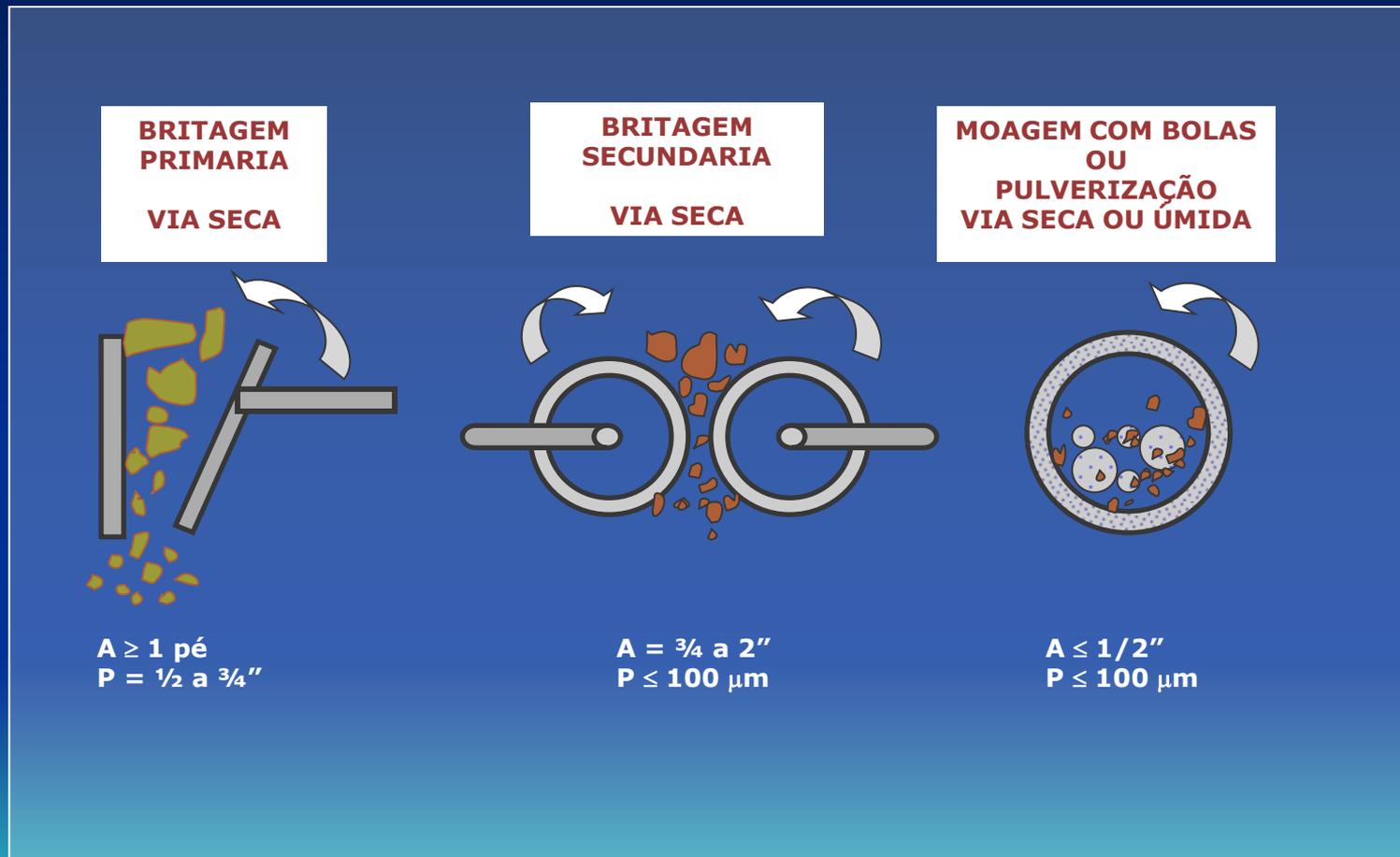
EMISSIONES
GASOSAS
QUENTES



CICLOS E RECICLOS TECNOLÓGICOS DE MATERIAIS INORGÂNICOS



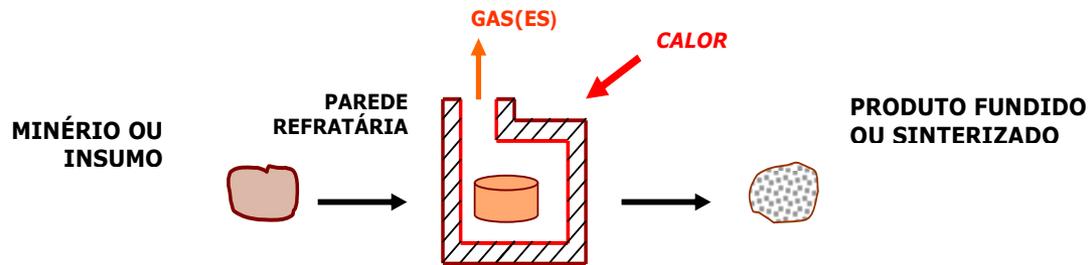
PROCESSOS USUAIS PARA REDUÇÃO DE TAMANHOS DE MINÉRIOS



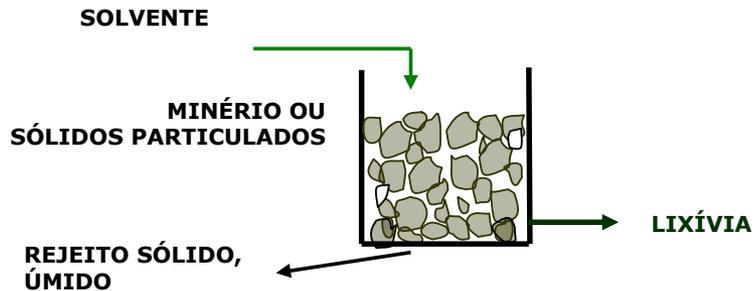
AMBIENTES DE CONVERSÃO QUÍMICA PARA SÓLIDOS E MINÉRIOS

* Uma estufa ou secador, estático ou rotativo, possui características construtivas similares a de um reator termoquímico, sendo, geralmente, construído para secar ou desidratar substâncias abaixo de 600 oC.

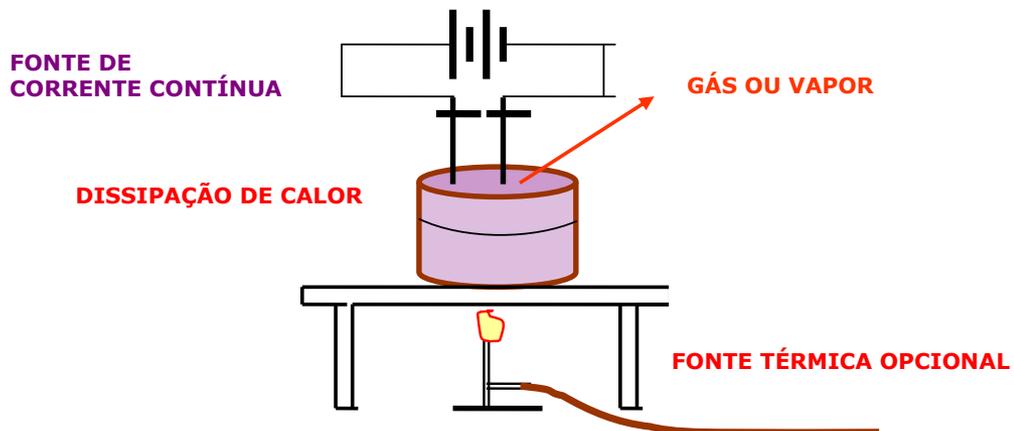
REATOR TERMOQUÍMICO* = FORNO OU CUBA



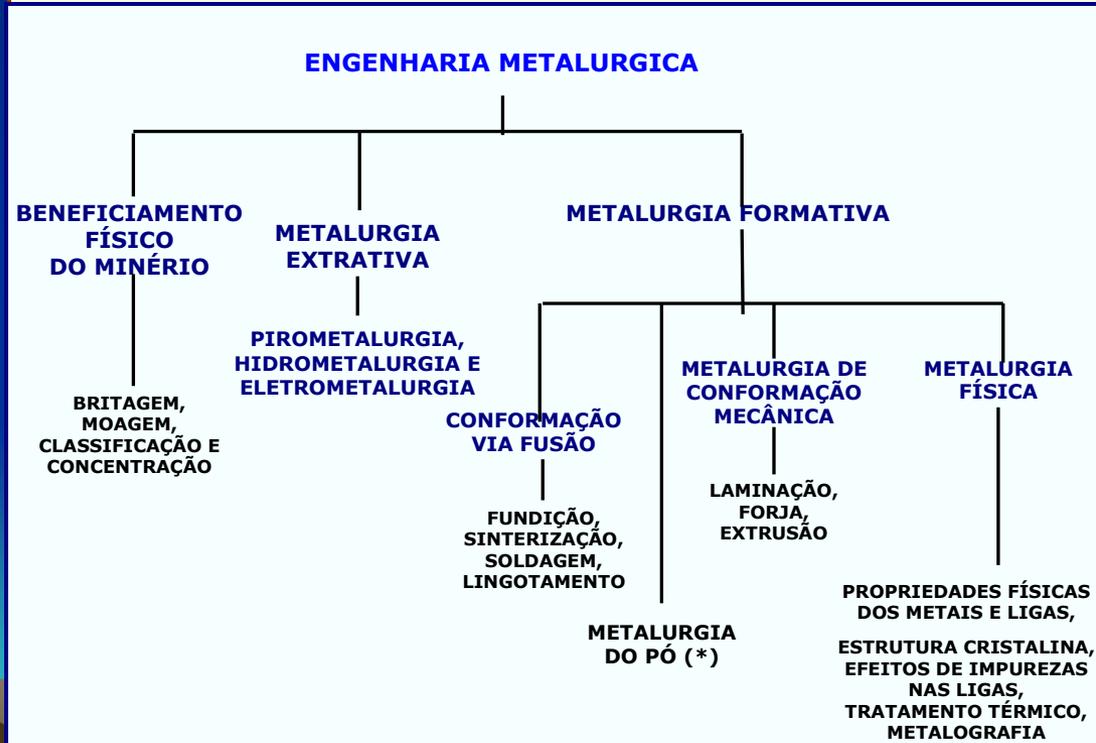
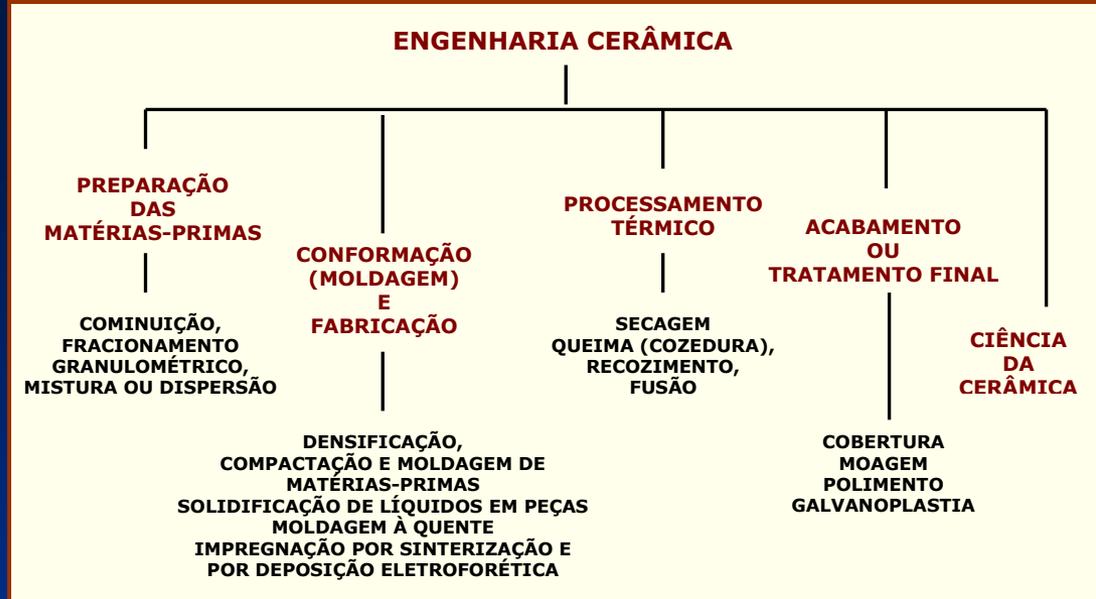
REATOR HIDROQUÍMICO = TANQUE OU VASO RECHEADO



REATOR ELETROQUÍMICO = CÉLULA ELETROLÍTICA ou CUBA ou CADINHO COM LÍQUIDO OU SAL FUNDIDO



AS ANALOGIAS ENTRE AS ENGENHARIAS METALÚRGICA E CERÂMICA



(*) Seus métodos são adotados na Cerâmica Fina ou Avançada.

PROCESSOS INORGÂNICOS INDUSTRIAIS DIRETOS E INDIRETOS

DIRETOS

- FÍSICOS – SEM REAÇÕES QUÍMICAS
- QUÍMICOS – REAÇÕES ÚNICAS OU MÚLTIPLAS NUM SÓ REATOR

INDIRETOS

- ETAPAS QUÍMICAS DISTINTAS EM REATORES SEPARADOS
- COM AGENTE DE CONVERSÃO QUÍMICA NUM REATOR

AGENTE DE CONVERSÃO – É UMA MATÉRIA-PRIMA OU INSUMO QUE AJUDA A PRODUZIR UMA SUBSTÂNCIA, MAS NÃO APARECE NA SUA COMPOSIÇÃO FINAL.



ROTAS TECNOLÓGICAS INORGÂNICAS DIRETAS

A - DIRETAS – UMA OU VÁRIAS OPERAÇÕES UNITÁRIAS, SEM REAÇÕES QUÍMICAS

A.1 – Beneficiamento físico: *obtenção de britas e pó granítico*

A.2 – Fracionamento criogênico: *produção de gases atmosféricos liquefeitos*

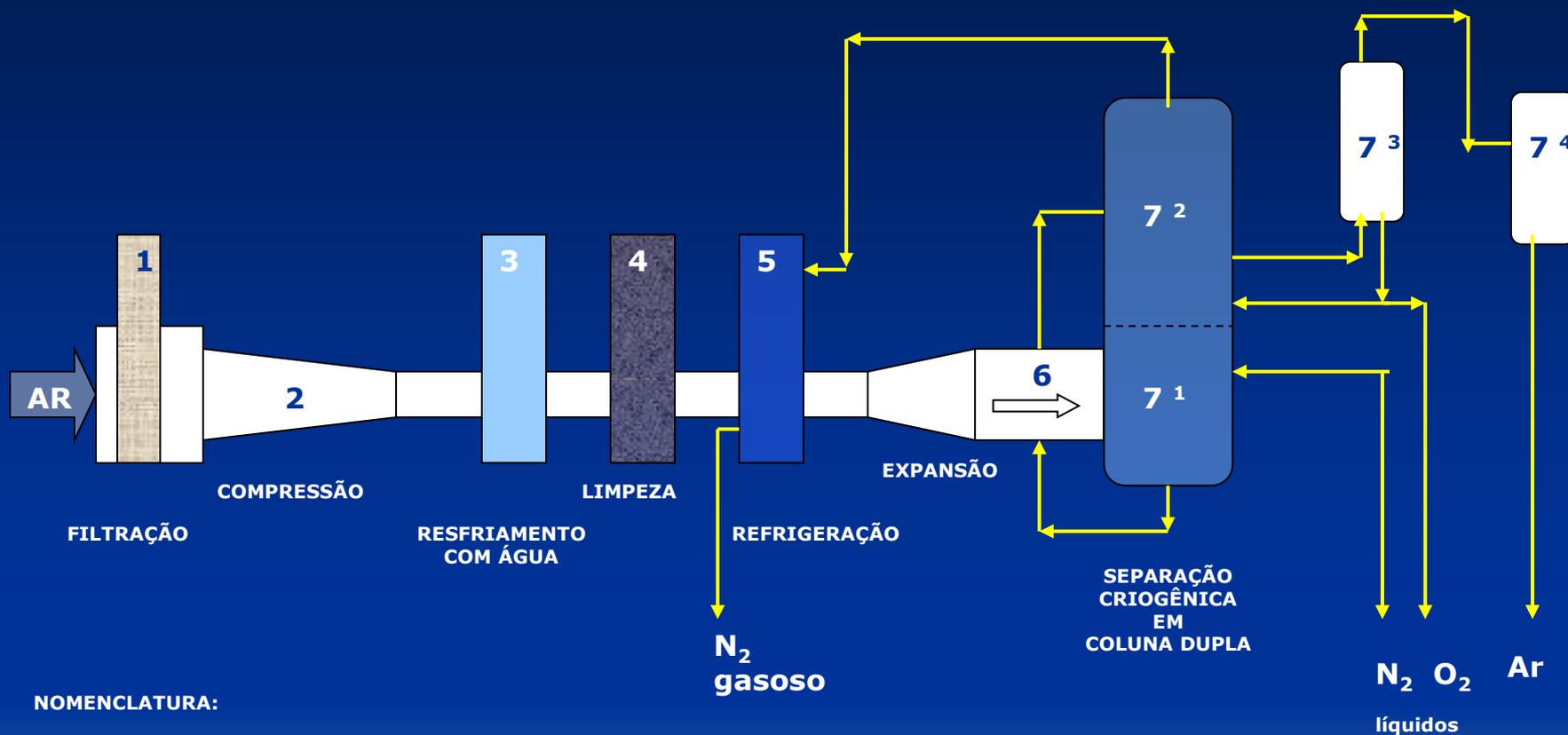
B - DIRETAS - UMA OU VÁRIAS MATÉRIAS-PRIMAS REAGEM NUM SÓ REATOR:

B.1 – Exotérmicas: **de combustão**

B.2 – Endotérmicas: **produção de gesso, cal e cimento Portland**

B.3 - Auto-sustentadas: **obtenção do aço a partir de ferro gusa**

FRACIONAMENTO CRIOGÊNICO: PRODUÇÃO DE GASES LIQUEFEITOS DO AR



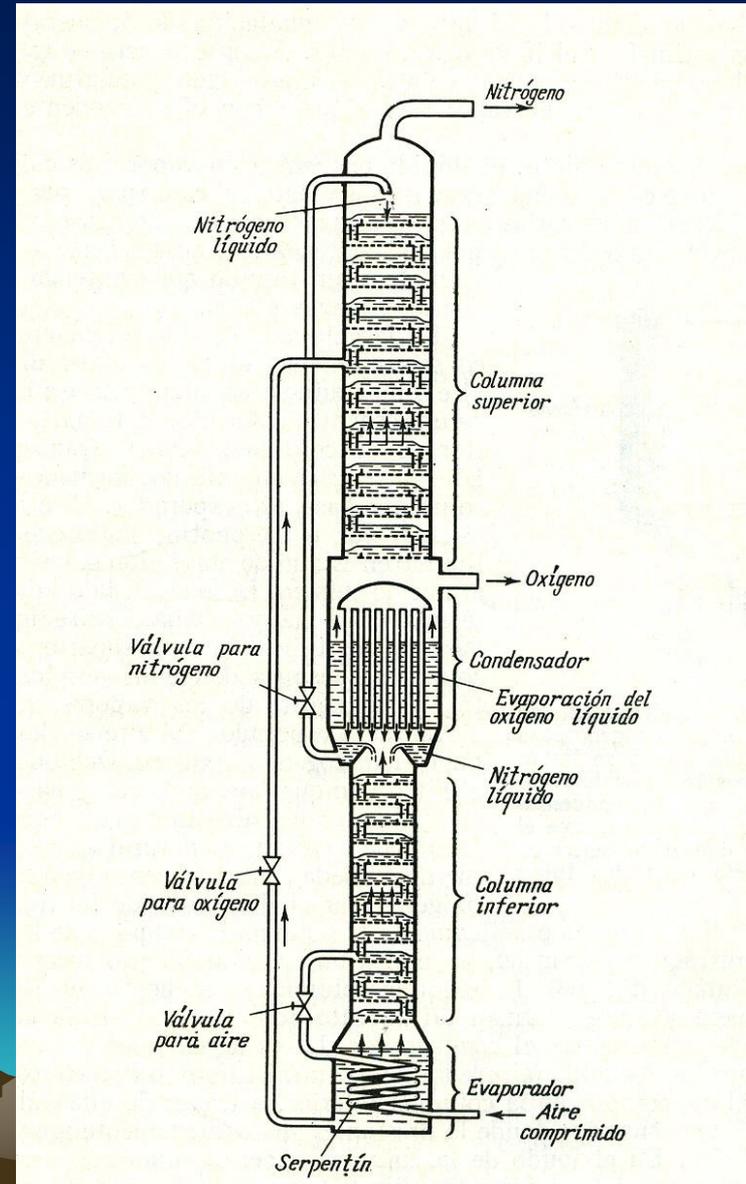
NOMENCLATURA:

- 1 – Filtro de ar
- 2 – Compressor com resfriador intermediário
- 3 – Trocador de calor
- 4 – Coluna absorvedora de impurezas orgânicas (CO₂, hidrocarbonetos e vapor d'água) contendo peneira molecular
- 5 – Refrigerador
- 6 – Máquina e válvula de expansão

- 7¹ – Coluna retificadora de N₂
- 7² – Coluna Retificador de O₂
- 7³ – Coluna de Ar cru
- 7⁴ – Coluna de Ar purificado.

(adaptado de GUEDES FILHO, E. – Gases para fins industriais, suas propriedades, seus benefícios – **Petro&gás**, no 8, págs. 18-24, julho 1987.)

UNIDADE OU PLANTA DE FRACIONAMENTO CRIOGÊNICO DOS GASES DO AR ATMOSFÉRICO: O_2 , N_2 e Ar



A COMBUSTÃO E SEUS POSSÍVEIS ESTÁGIOS

REAGENTES:

AGENTE
DE
IGNIÇÃO
+
COMBUSTÍVEL
+
COMBURENTE

CONVERSÕES QUÍMICAS NA QUEIMA:

Produzem temperaturas elevadas.

As reações em cadeia são muito rápidas

Vários mecanismos ainda são desconhecidos

PRODUTOS:

CHAMA + LUZ
+
CALOR
+
EMISSÕES
GASOSAS
+
CINZAS
+
FULIGEM

- **Oxidação** ou queima invisível
- **Ignição**
- **Queima visível** ou inflamação (ao rubro ou com chama)
- **Explosão**

COOPER, T. - **An Introduction to Mining Chemistry** - Leonard Hill Books Limited, London, 1963.

FERREIRA, C.M. - **Combustão** - in: **Curso de Informação sobre Combustíveis e Combustão** - Instituto Brasileiro de Petróleo, Rio de Janeiro, 1975.

KERN, D.Q. - **Processos de Transmissão de Calor** - Trad. Adir M. Luiz, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1980.

PERRY, R.H. e CHILTON, C.H. - **Manual de Engenharia Química, 5a** - Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1980.

COMPONENTES DAS CHAMAS



A chama

- É o volume espacial onde a oxidação se realiza.
- Resulta do movimento da massa incandescente.
- Pode ser luminosa ou não.

A queima de um gás em bico de Bunsen revela:

um cone interno azulado débil

– onde ocorre a ignição inicial da mistura ar-gás;

um cone interno brilhante (reduzidor)

– onde ocorre a redução do C dos hidrocarbonetos do gás, e formação de partículas de C, que incandescem e brilham*.

um manto externo azulado (oxidante)

– produz a oxidação completa do gás pelo O_2 do ar.



CRIATIVIDADE TECNOLÓGICA EM QUEIMADORES

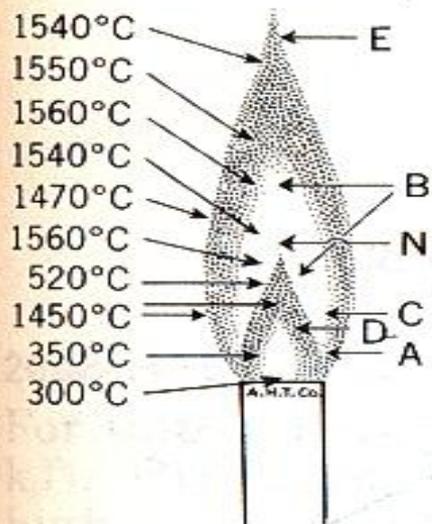


Fig. 1

Bunsen-type Burner in use on artificial gas.

- E. Upper oxidizing zone—strongest when air holes are open.
- B. Fusing zone.
- N. Upper reducing zone.
- C. Lower oxidizing zone.
- D. Lower reducing zone.
- A. Base—relatively low temperature.

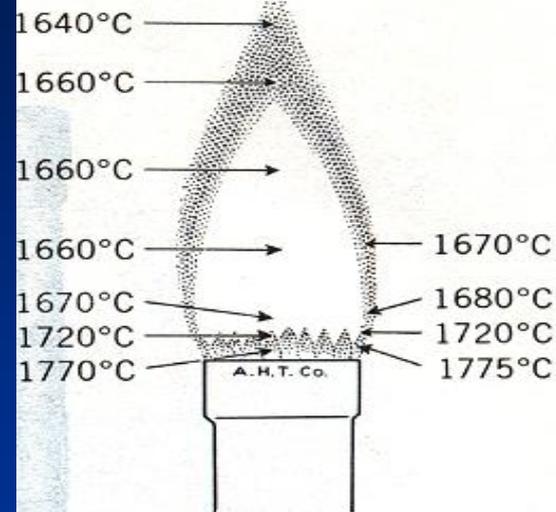
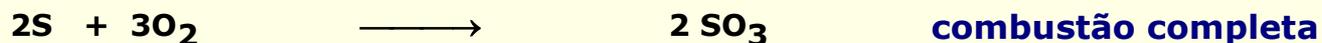
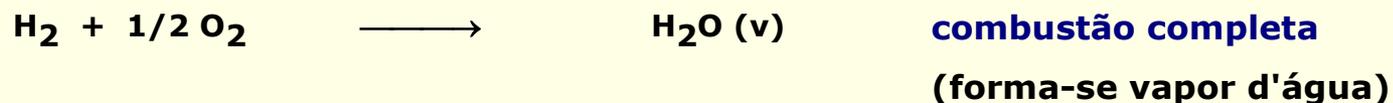


Fig. 2

Meker-type Burner in use on artificial gas.

REAÇÕES QUÍMICAS CLÁSSICAS POSSÍVEIS NUMA COMBUSTÃO INDUSTRIAL

Combustível = f (C, H, S) \longrightarrow sólido ou líquido ou gasoso



TERMODESTRUÇÃO OU CRAQUEAMENTO DE COMBUSTÍVEIS E MATERIAIS

Termodecomposição ou Termodestruição

DESTRUIÇÃO PARCIAL ou TERMOCONVERSÃO

Pirólise = decomposição na ausência de O_2 ou ar

Gasificação = decomposição com O_2 ou ar insuficiente

TERMODESTRUÇÃO TOTAL

Incineração = queima total com O_2 estequiométrico ou com excesso de ar.

**PIRÓLISE
OU
CARBONIZAÇÃO OU COQUEIFICAÇÃO
DESTILAÇÃO DESTRUTIVA DE
CARVÃO, BIOMASSA E SIMILARES**

(INCLUSIVE INCINERAÇÃO DE LIXOS)

CARVÃO
ou
XISTO
ou
MADEIRA
Ou
LIXO



PRODUTOS:

SÓLIDOS: Coque (RICO EM C)
e/ou CINZAS

LÍQUIDOS: Água, alcatrão, óleo cru leve

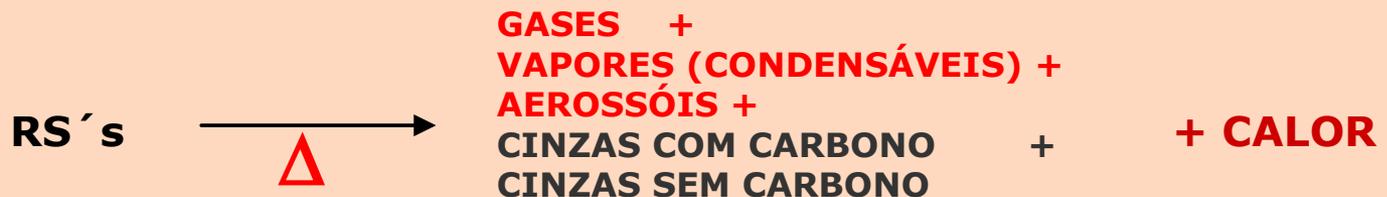
GASOSOS: H_2 , CH_4 ,
 $CH_2=CH_2$,
 CO , CO_2 ,
 H_2S ,
 NH_3 , N_2

GASIFICAÇÃO DE MATERIAIS NÃO-COQUEIFICÁVEIS



Notas: O calor necessário à gaseificação provém da combustão de parte do gás combustível gerado
* Cada composto assinalado nos produtos gasosos é uma fração combustível gerada ou liberada

PRODUTOS DA INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS A 1000 °C



EM RESUMO:

PIRÓLISE – opera em atmosfera redutora.

GASIFICAÇÃO – ocorre em ambiente redutor ou oxidante.

INCINERAÇÃO - opera com 40 a 100% de excesso de ar.

A gasificação é uma variante da pirólise que consome matérias primas não-coqueificáveis para produzir gases combustíveis e cinzas. A incineração é o caso limite da pirólise e da gasificação,

CALCINAÇÃO, GASIFICAÇÃO E RECICLAGEM DE CO₂ NA PRODUÇÃO DE CAL VIRGEM

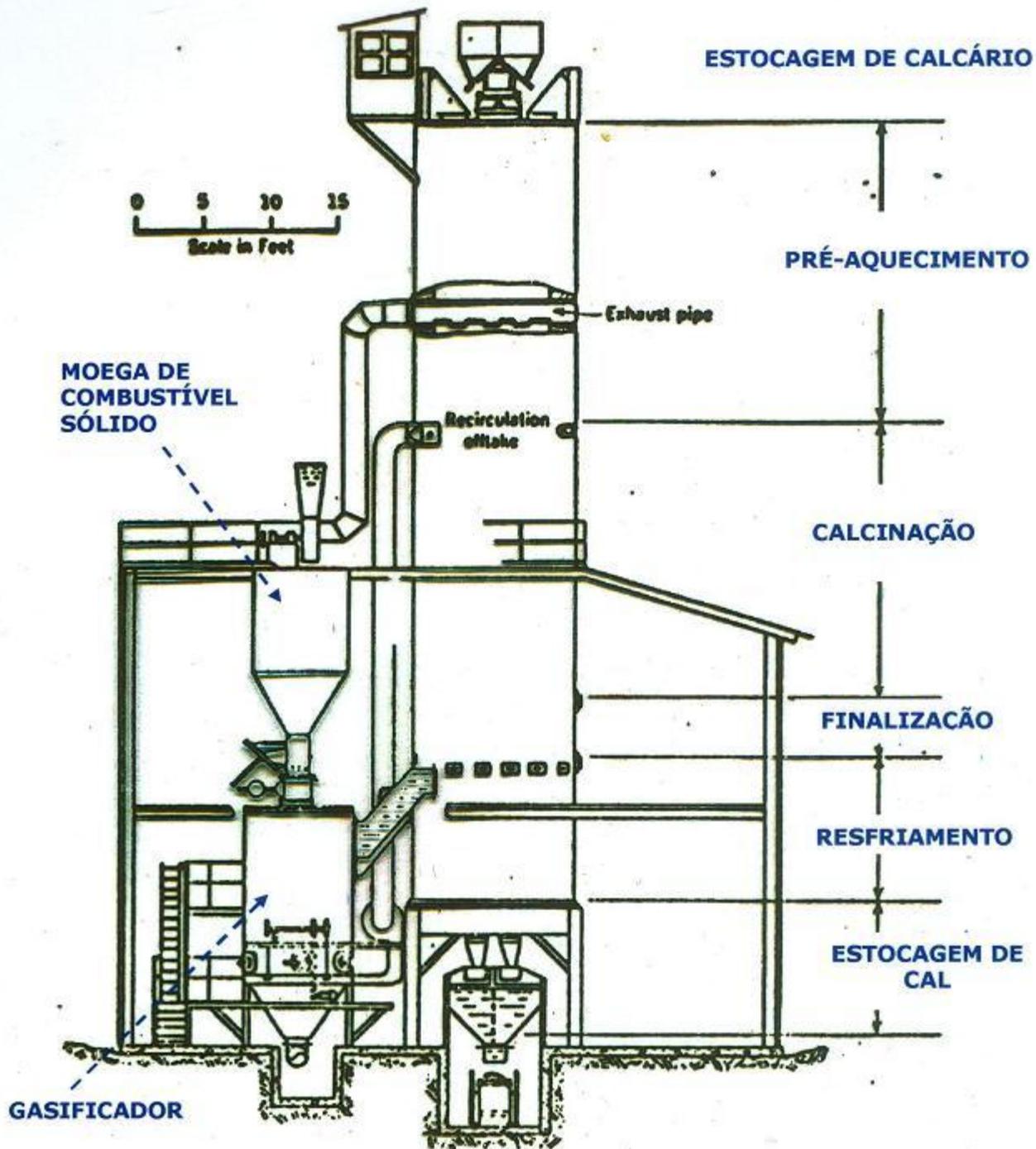
FORNO AZBE DE CAL
COM GASIFICADOR

Calcinação



Carbonatação

Temperatura de Calcinação: 1000 - 1300°C



*As matérias primas: calcário
argila, óxido de ferro são
alimentadas após uniformização*

*Os materiais são submetidos a altas
temperaturas para favorecer reações
químicas necessárias para a formação
do clínquer.*

*O clínquer é depois misturado e moído com gesso e
outras adições para a produção do cimento*

**SECAGEM DA
FARINHA
SEGUIDA DE
CALCINAÇÃO
E
CLINQUERIZAÇÃO**

**NA
PRODUÇÃO
DO
CLÍNQUER
DE
CIMENTO
PORTLAND:**

**COMBUSTÃO
DE
GÁS NATURAL
E
REDUÇÃO QUÍMICA
DO MINÉRIO
E
GASIFICAÇÃO DO
COQUE**

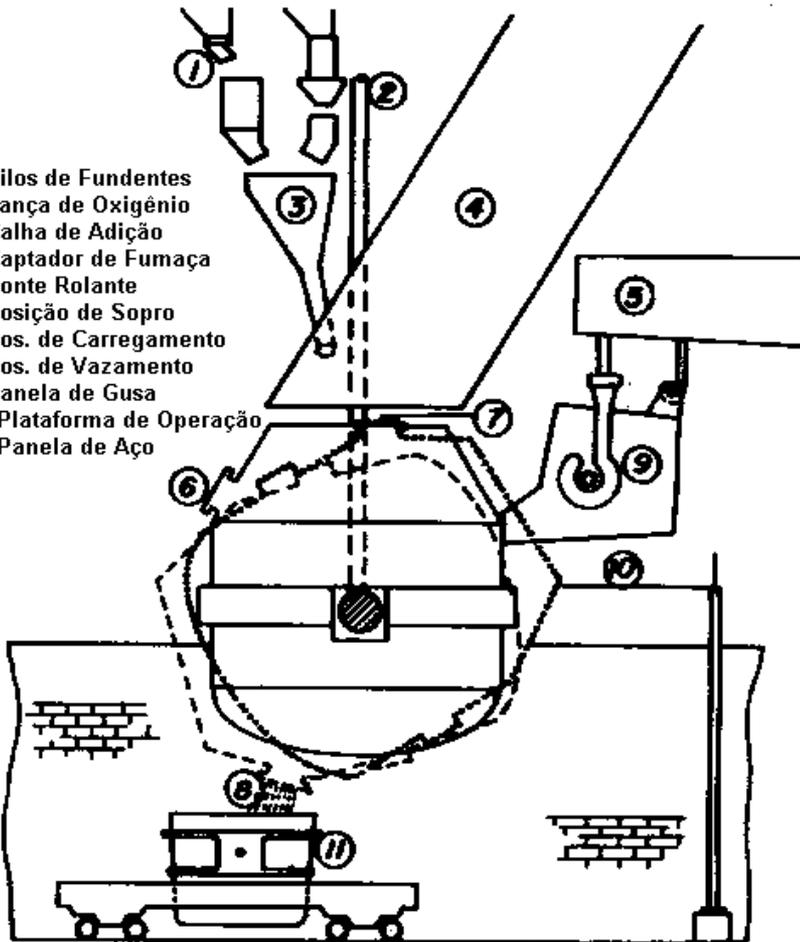
**EM
ALTO-FORNO
SIDERÚRGICO**

**NA
PRODUÇÃO
DE
FERRO GUSA**



CONVERSOR LD DE ACIARIA PARA OPERAÇÃO TERMICAMENTE AUTOSUSTENTÁVEL

- 1 - Silos de Fundentes
- 2 - Lança de Oxigênio
- 3 - Calha de Adição
- 4 - Captador de Fumaça
- 5 - Ponte Rolante
- 6 - Posição de Sopros
- 7 - Pos. de Carregamento
- 8 - Pos. de Vazamento
- 9 - Panela de Gusa
- 10 - Plataforma de Operação
- 11 - Panela de Aço



SISTEMAS E EQUIPAMENTOS ANÁLOGOS

3ª PARTE –

EQUIPAMENTOS

DE

OPERAÇÕES UNITÁRIAS

E

CONVERSÕES QUÍMICAS

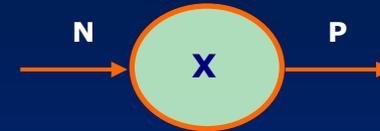
MATEMÁTICO OU FÍSICO



BF - BLOCO FUNCIONAL OU SISTEMA,
onde ocorre uma transformação
ou transfêrencia física

E - valor do sinal de entrada
ou da perturbação ou do estímulo.
S - valor de saída ou do desempenho.

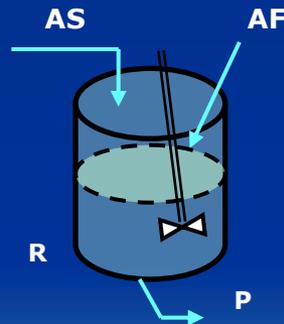
BIOLÓGICO



X - MICROORGANISMO TRANSFORMADOR.

N - nutriente.
P - produto liberado ou excretado

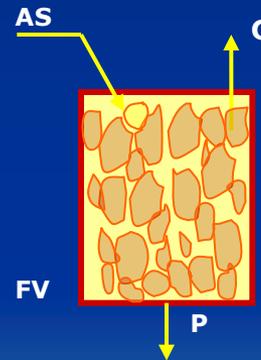
REATOR QUÍMICO
ou BIOQUÍMICO



R - REATOR QUÍMICO EM
AMBIENTE LÍQUIDO

A - alimentação
F - fluido
S - sólido ou substrato
P - produto removido

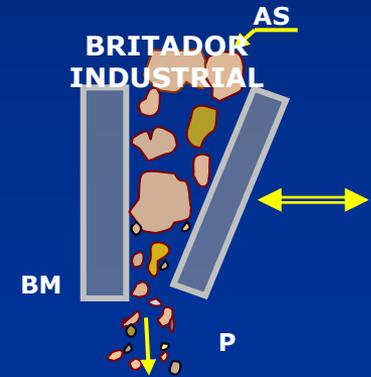
REATOR
TERMOQUÍMICO



FV - FORNO VERTICAL

AS - alimentação sólida
P - produto sólido
ou fundido
G - produto gasoso
ou vaporizado

BRITADOR
INDUSTRIAL



BM - BRITADOR DE MANDIBULAS

AS - alimentação de
rochas ou artefatos
ou britas graúdas
P - minério ou artefato britado

OBJETIVOS OU FUNÇÕES DAS OPERAÇÕES UNITÁRIAS

- (a) *estocagem e escoamento de fluidos, pastas e sólidos particulados;*
- (b) *transmissão de calor entre sólidos e fluidos,*
- (c) *separação de fases por ação mecânica, magnética, eletrostática, térmica, físico-química;*
- (d) *mistura e agitação de fluidos para: dispersar uma fase ou promover reações químicas;*
- (e) *manipulação de sólidos, para reduzir ou aumentar suas dimensões*

GRUPOS DE OPERAÇÕES UNITÁRIAS SEGUNDO OS MODELOS MATEMÁTICOS*

(a) operações de transporte - em regime cinético ou de velocidade de transferência:

Ex.: - transferência de calor entre dois fluidos separados;
- transferência de calor e massa em processos de ebulição, evaporação, condensação, cristalização, umidificação e desumidificação.

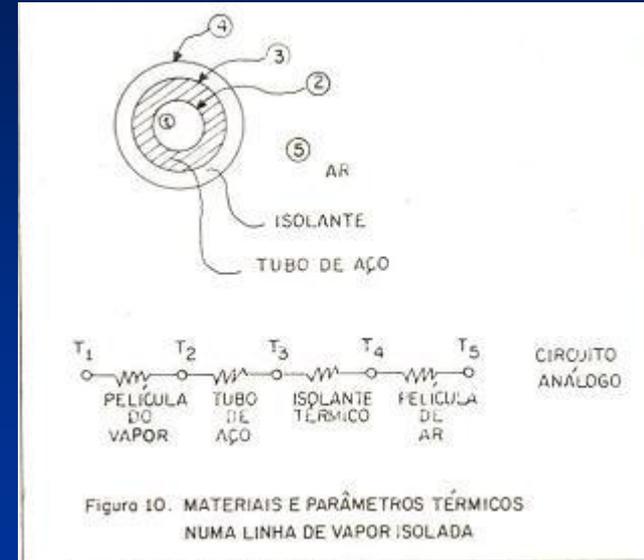


Figura 10. MATERIAIS E PARÂMETROS TÉRMICOS NUMA LINHA DE VAPOR ISOLADA

(b) operações em estágios de equilíbrio ou contatos ideais:

Ex.: destilação, extração, absorção, lixiviação.

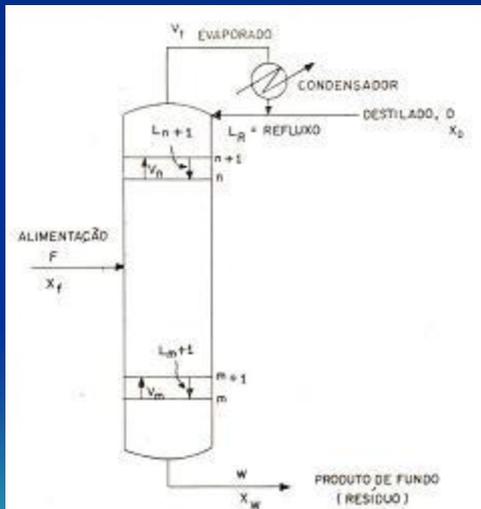


Figura 17. ESQUEMA DE UMA COLUNA DE DESTILAÇÃO

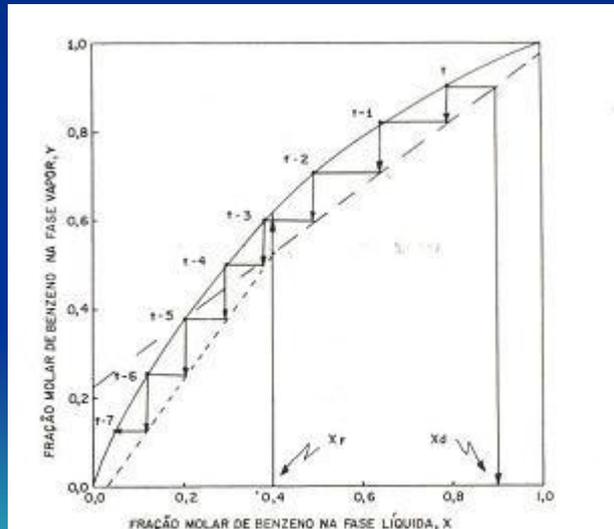


Figura 18. CÁLCULO DO NÚMERO DE ESTÁGIOS

* adaptado de Brown e colaboradores (1955) e Foust, Wenzel, Clump, Maus, Andersen (1982)

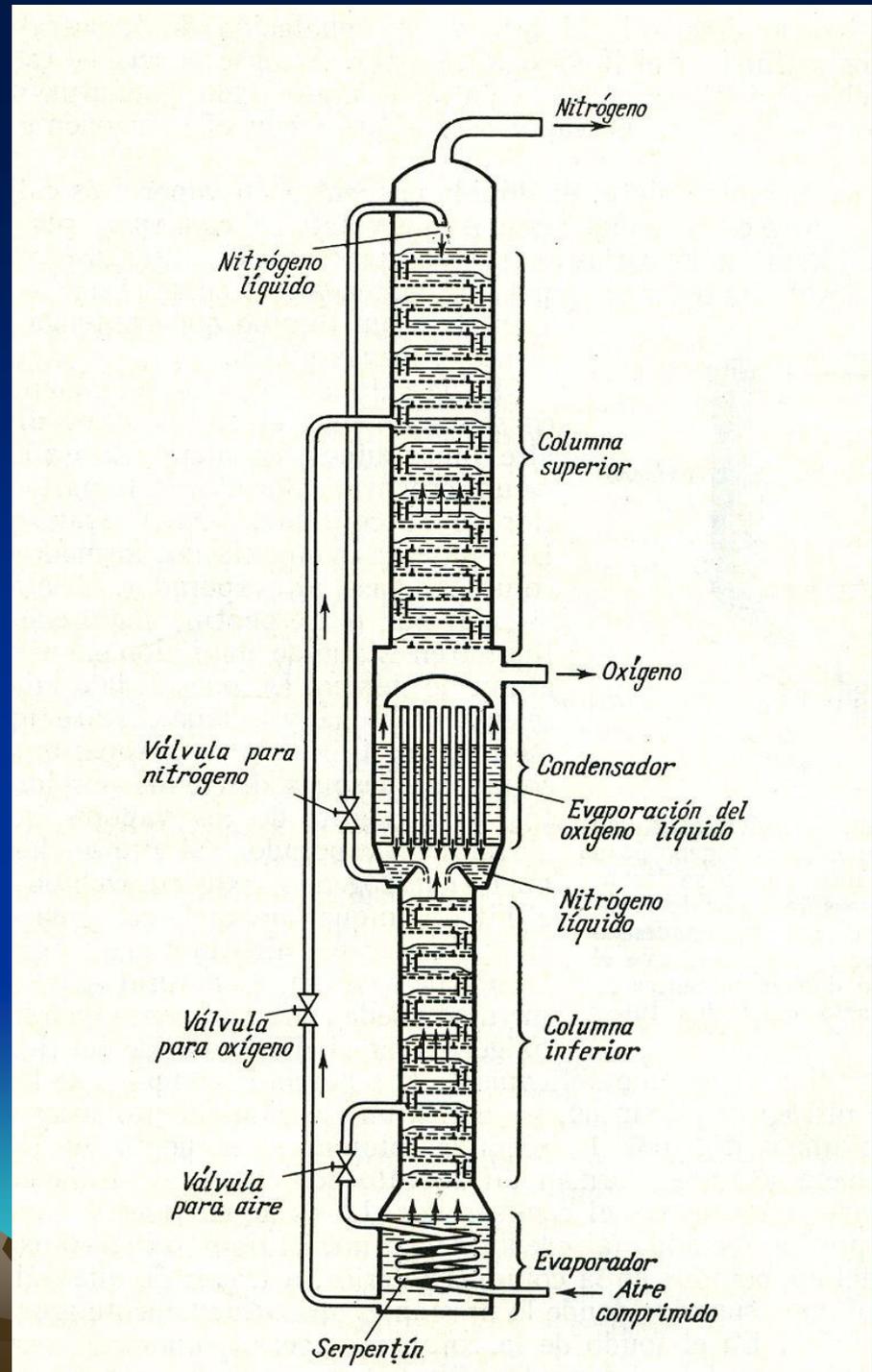
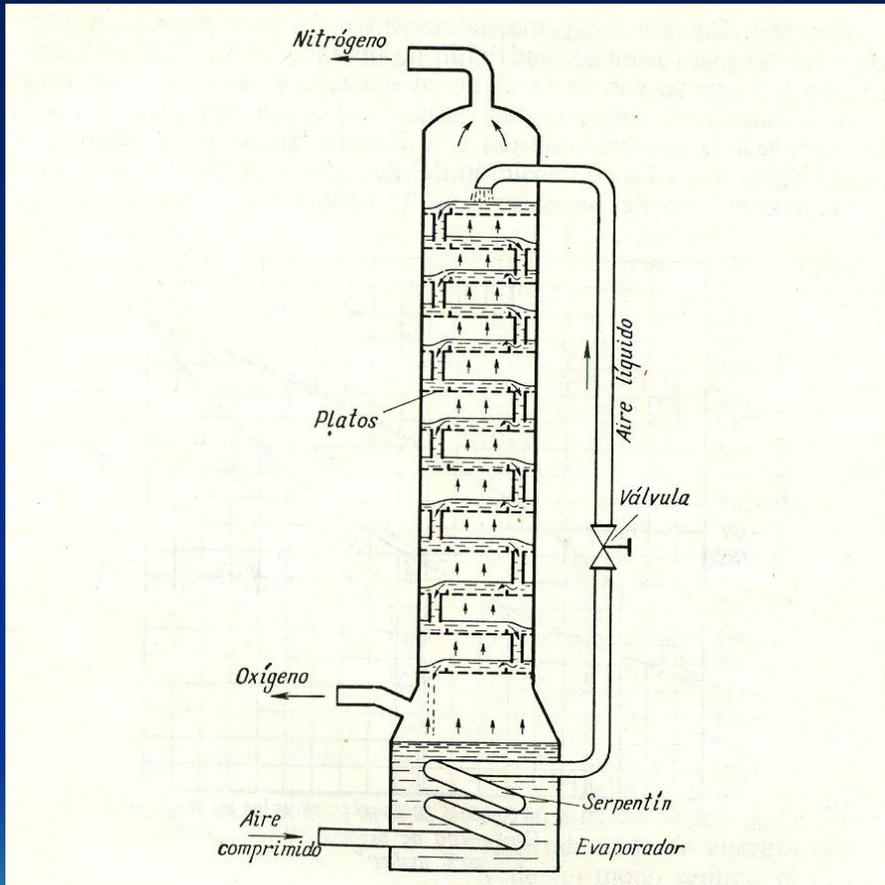
** figuras extraídas de ZAKON, A. - Métodos Tentativos, Aproximativos e Iterativos na Engenharia Química, Revista Brasileira de Engenharia Química, 5 (1):11-20, março de 1981.

Equipamentos de Operação Unitária - 1



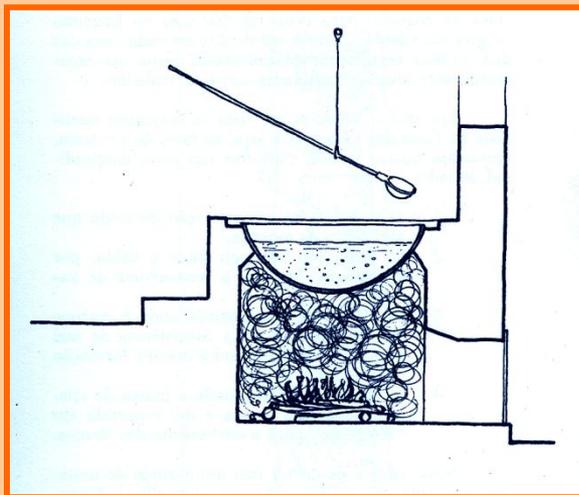
**Unidade ou Planta de
Fracionamento
Criogênico
dos
Gases do Ar
Atmosférico:
 O_2 , N_2 e Ar**

SEPARAÇÃO CRIOGÊNICA DOS GASES DO AR ATMOSFÉRICO EM COLUNAS SIMPLES E DUPLA



CALDEIRAS NO BRASIL COLONIAL

**CASA
DOS
COBRES
OU
CALDEIRAS**



**CASA
DAS
FORNALHAS**



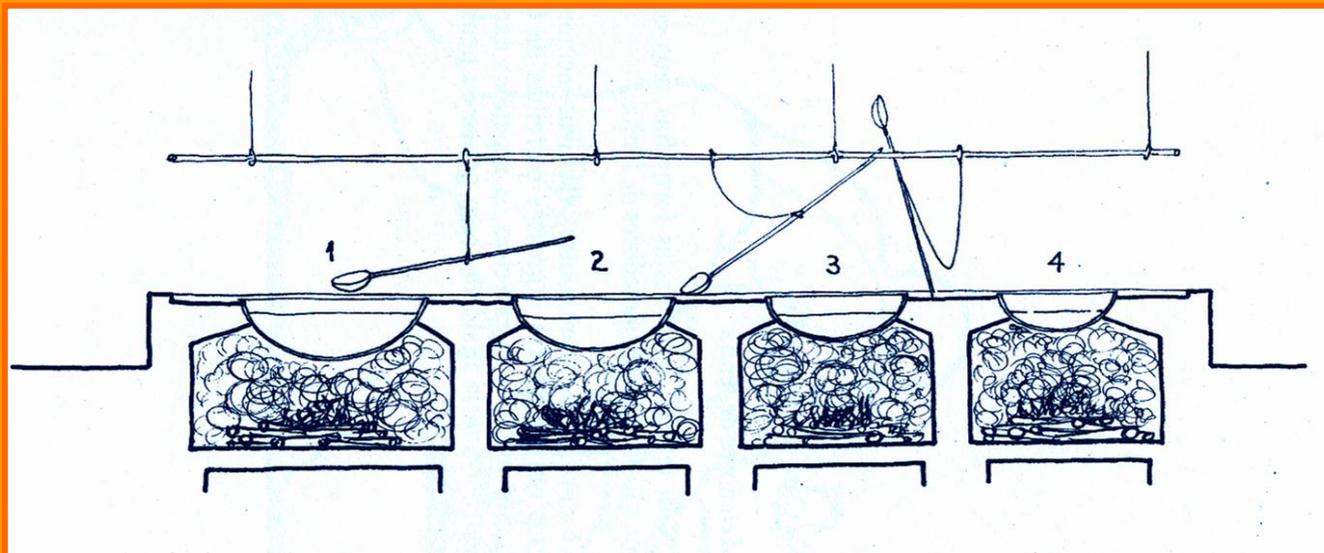
**METEDOR
DE
LENHA**



ERA NECESSÁRIO EMPURRAR TORAS
E EXTENDÊ-LAS NO LASTRO
USANDO TRASFOGUEIROS
(VARAS GRANDES)
E SOBRE ELAS CRUZAR TRAVESSOS E
LENHA MIÚDA PARA FAZER O PRIMEIRO
APARELHO DA LENHA

TERNO DE ASSENTAMENTO DE CALDO DE CANA COZIDO

EVAPORAÇÃO A MÚLTIPLO EFEITO



1º TACHO (PURIFICADOR) – RECEBE O CALDO E RETIRA A SUA “IMUNDÍCIE” (“CACHAÇA”).

2º TACHO (DO XAROPE) – PARA EVAPORAR O CALDO E AUMENTAR A VISCOSIDADE.

3º TACHO (DE COZIMENTO) – PARA CONCENTRAR O XAROPE ATÉ OBTER O MEL E INICIAR A CRISTALIZAÇÃO DO AÇÚCAR.

4º TACHO (DE BATER) – PARA MISTURAR A MASSA DE CRISTAIS E MEL E REPARTÍ-LO EM “TÊMPERAS”