



CURSO DE PLANEJAMENTO TECNICO AMBIENTAL

ESCOLA DE QUIMICA - UFRJ

1992

TRATAMENTOS GERAIS PARA REJEITOS INDUSTRIAIS  
SOLIDOS, LIQUIDOS E GASOSOS

ABRAHAM ZAKON

1. LIXO, EFLUENTES, RESIDUOS, E REJEITOS
2. AS INDUSTRIAS E SEUS EFLUENTES POLUIDORES
3. EXTRAÇÃO E PRODUÇÃO DE SUBSTANCIAS MINERAIS E INORGANICAS
4. TRATAMENTOS GERAIS PARA MATERIAS-PRIMAS E REJEITOS
5. QUEIMA DO LIXO E PRODUÇÃO DE AGREGADOS LEVES E CIMENTOS PORTLAND
6. RECICLAGEM DE PLASTICOS
7. RECICLAGEM DE REJEITOS INDUSTRIAIS PARA USO EM CONSTRUÇÃO CIVIL
8. RECICLAGEM DE REJEITOS DA MINERAÇÃO E PROCESSAMENTO DO XISTO

*Handwritten signature*

**TRATAMENTOS GERAIS PARA REJEITOS INDUSTRIAIS  
SOLIDOS, LIQUIDOS E GASOSOS**

**ABRAHAM ZAKON**

**1. LIXO, EFLUENTES, RESIDUOS, E REJEITOS**

**1.1 - CAPTAÇÃO**

**LIXO** - DESCARTE URBANO COLETADO POR SERVIÇO MUNICIPAL;

**EFLUENTE** - AQUILO QUE SAI DE UM PROCESSO - PODE SER CAPTADO;

**RESIDUO** - AQUILO QUE SOBRA OU SE ACUMULA DE UM PROCESSO;  
SEM DESTINAÇÃO;

**REJEITO** - DESCARTE DE UM PROCESSO INDUSTRIAL; PODE SER:

- **RECICLAVEL** - QUE É APROVEITADO NUM PROCESSO;

- **INAPROVEITAVEL** - SEM USO DEFINIDO OU DESCOBERTO;

- **TOXICO** - CAPAZ DE MATAR UM SER VIVO OU DE  
INIBIR FUNÇÃO(OES) BIOLÓGICA(S);

- FALTA ANTIDOTO OU METODO DE  
DESTRUIÇÃO OU DESCARTE.

**1.2 - DESTINAÇÃO**

**DESPEJO DIRETO NA NATUREZA** - PODE SER INOCUO OU AGRESSIVO;

**ACONDICIONAMENTO E DEPOSIÇÃO EM LOCAL INOSPITO;**

**RECICLAGEM** - PODE SER FÍSICA OU QUÍMICA:

- COMO INSUMO DO PRÓPRIO PROCESSO ORIGINADOR;

- COMO INSUMO DE OUTRAS INDÚSTRIAS QUÍMICAS;

- COMO INSUMO PARA MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO;

- COMO COMBUSTÍVEL.

**UM REJEITO PASSA A SER SUB-PRODUTO QUANDO SURGE OU EXISTE  
UMA APLICAÇÃO QUALIFICADA.**

*ABRAHAM ZAKON*  
2

### 1.3 - PRINCIPIO BASICO PARA RECICLAR REJEITOS INDUSTRIAIS:

QUALQUER TRATAMENTO FISICO, QUIMICO OU BIOQUIMICO DE CONVERSAO DE MATERIA-PRIMA EM PRODUTO COMERCIAL PODE SER VALIDO PARA RECICLAR LIXO OU REJEITO INDUSTRIAL

### 1.4 - CONSEQUENCIAS DA RECICLAGEM DE REJEITOS INDUSTRIAIS:

- (A) - E POSSIVEL RECUPERAR MATERIAS-PRIMAS E ENERGIA QUIMICA.
- (B) - MATERIAS-PRIMAS RETOMADAS NO RECICLO PODEM PERDER PUREZA E PROPRIEDADES ORIGINAIS;
- (C) - MATERIAIS COMPOSITOS PODEM RECUPERAR PROPRIEDADES PERDIDAS;
- (D) - E POSSIVEL REDUZIR PERDAS DE PROCESSO E AMPLIAR MERCADOS.
- (E) - E NECESSARIO POSSUIR UMA CULTURA TECNOLOGICA QUIMICA AMPLA PARA AVALIAR MERCADOS DE CONSUMO PARA REJEITOS RECICLADOS, E CONHECER PROCESSOS GERAIS DE SINTESE, DECOMPOSICAO, TRANSFORMACAO E CONFORMACAO DE PRODUTOS INORGANICOS, ORGANICOS E BIOQUIMICOS.  
  
OU SEJA, CONHECER TECNOLOGIAS CLASSICAS E AVANÇADAS.
- (F) - USAR CRIATIVIDADE E OUSAR INOVAR.
- (G) - TENTAR PATENTEAR QUALQUER INOVACAO TECNOLOGICA, DESDE QUE O PROBLEMA TENHA SIDO RESOLVIDO NA PRATICA.

( INÍCIO )

( MEIO )

( FIM )

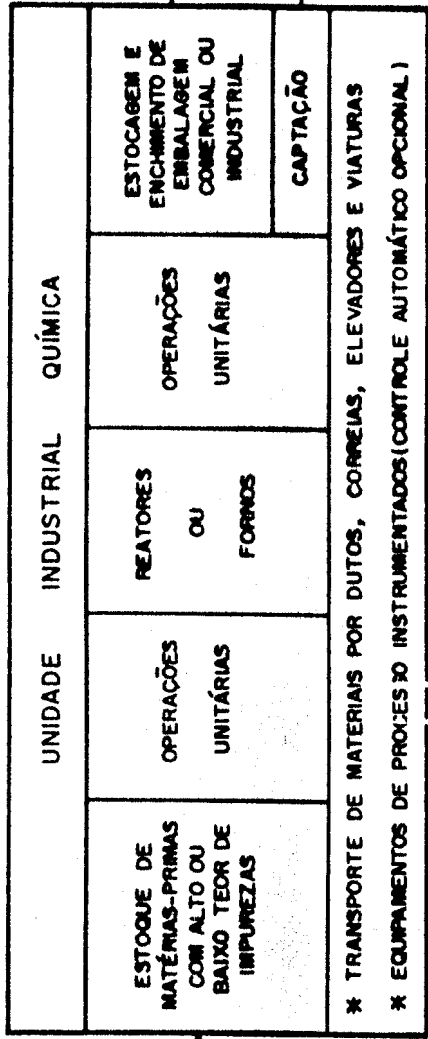
EMBALADOS:

SACOS, GARRAFAS,  
BARRIS, LATÕES E  
CILINDROS.

A GRAVEL:

TANQUES, VAZÕES  
CAMINHÕES E BOTOS  
→ PRODUTOS

MATÉRIAS - PRIMAS



REJEITOS FABRIS → DESPEJO NA REDE URBANA OU NATUREZA

→ EFLUENTE TRATADO

PARA CONSUMO FABRIL

AMOSTRAS LAUDOS

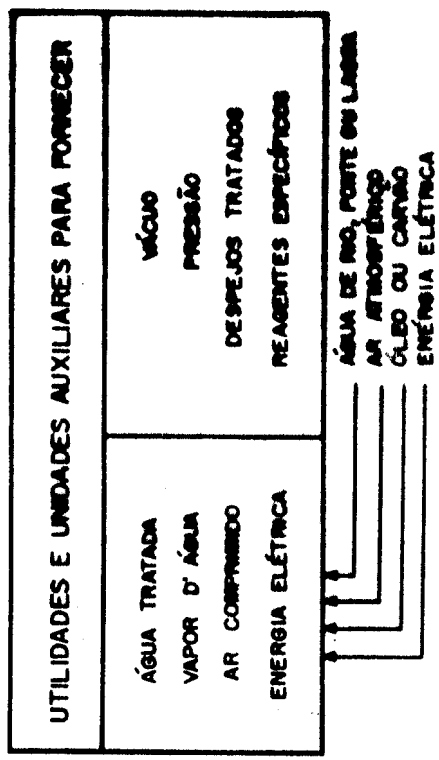
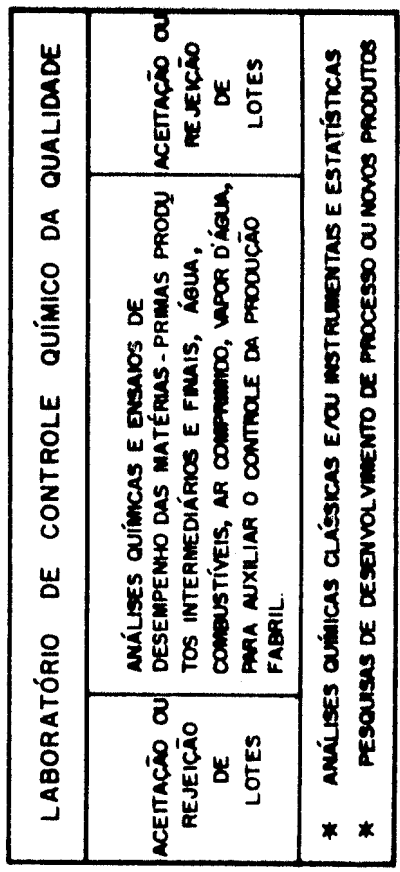


FIGURA - ESQUEMA GENÉRICO DE UMA FÁBRICA OU UNIDADE DE PROCESSO OU INDÚSTRIA QUÍMICA ( DINÂMICA DE MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAS E SUAS FINALIDADES )

*Handwritten signature*  
5

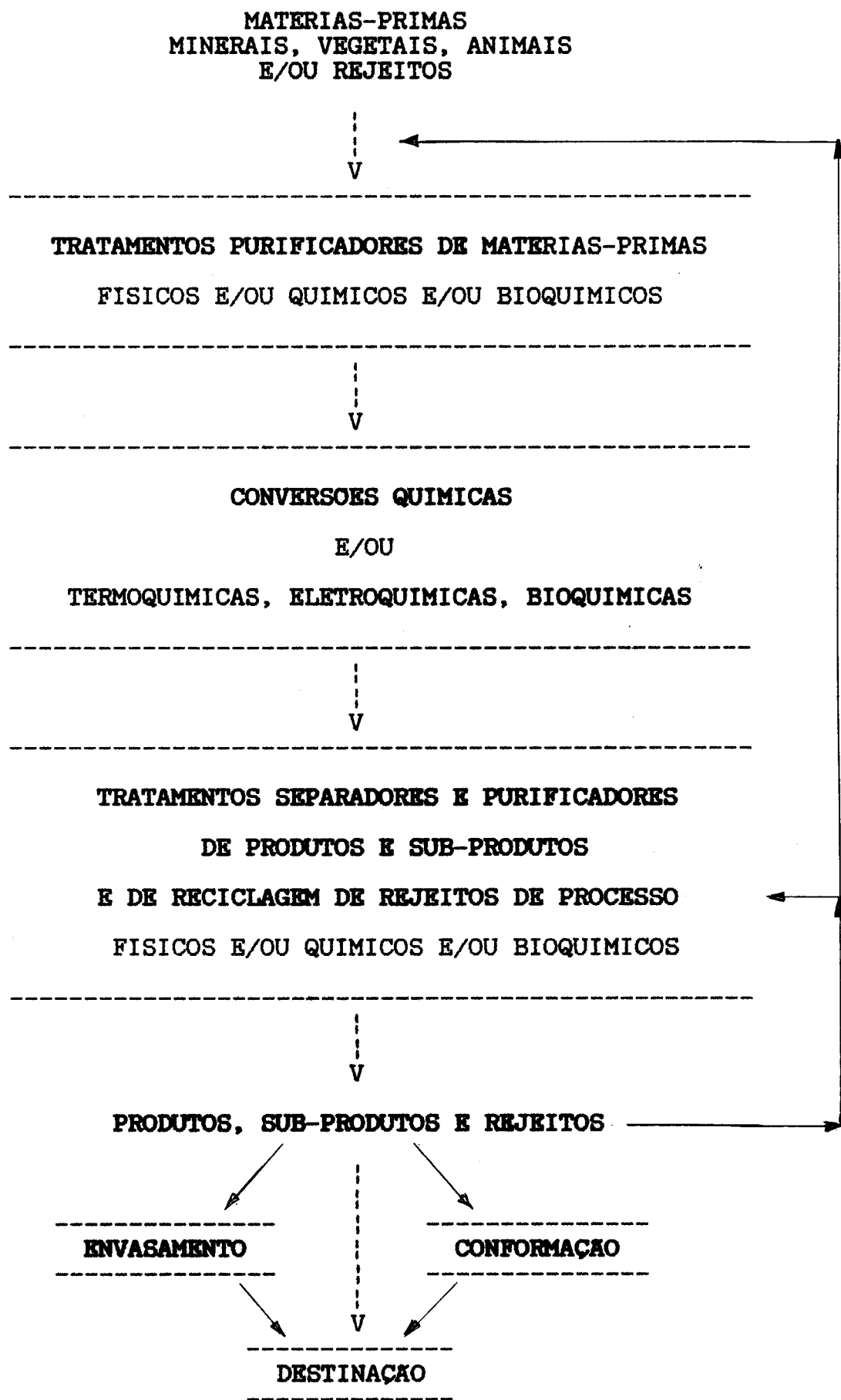


FIGURA ESQUEMA BASICO DOS PROCESSOS QUIMICOS INDUSTRIAIS

12/01/2011  
 5

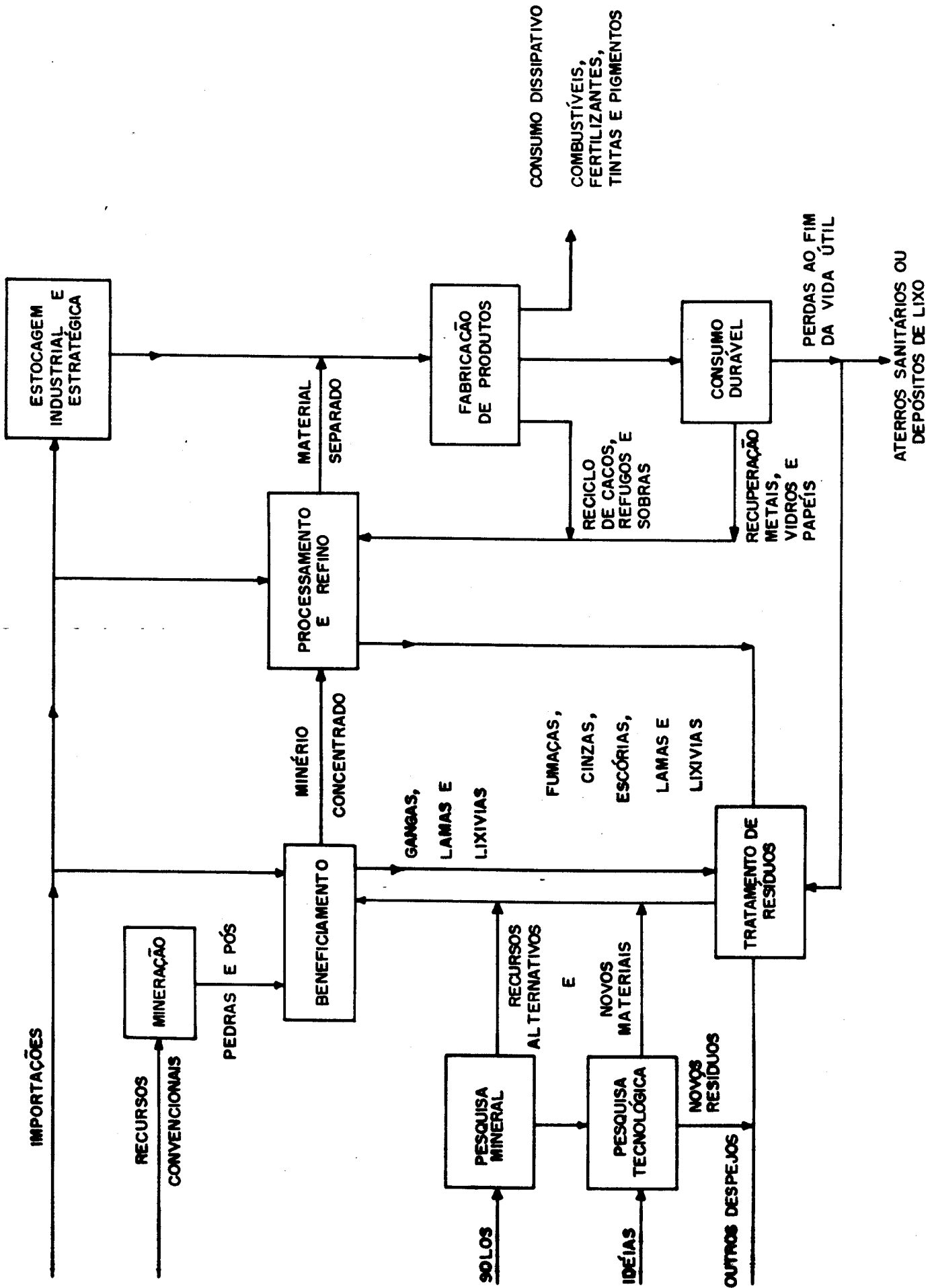


FIGURA - CICLOS E RECICLOS DE MATERIAIS INORGÂNICOS

## 2. AS INDUSTRIAS E SEUS EFLUENTES POLUIDORES

Referência: CONSULTEC LTDA.; CONCEIÇÃO, J.A.W.; TIRONI, L.F.; FERREIRA, B. - Poluição Industrial no Brasil, p.30 - in: Série Estudos para o Planejamento, Nº 12, IPEA, Brasília, 1975.

### 2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS POLUENTES INDUSTRIAIS

MEIO AMBIENTE	EFLUENTE POLUIDOR	COMPONENTES PRINCIPAIS	SIGLA OU CODIGO
AR	OXIDOS DE ENXOFRE	SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub>	SO <sub>x</sub>
	PARTICULAS	SOLIDOS EM DISPERSAO: FUMAÇA E POEIRA	PO
	PRODUTOS DE COMBUSTAO	CO, NO, SO <sub>x</sub> , C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> , FUMAÇA E DISPERSOES LIQUIDAS	PC
	GASES TOXICOS	HALOGENIOS, ACIDOS, SUBSTANCIAS ORGANICAS	GT
	GASES ODORIFEROS	MERCAPTAN, H <sub>2</sub> S, SUBSTANCIAS ORGANICAS	GO
	ENERGETICOS	SONOROS, ELETROMAGNETICOS, VIBRAÇÃO DE SOLIDOS	EN
AGUA	SOLIDOS EM SUSPENSÃO	DIVERSOS	SS
	TEMPERATURA		T
	SUBSTANCIAS BIODEGRADAVEIS	NATUR. ORGANICA	DBO
	SUBSTANCIAS EUTROFIZANTES	COMPOSTOS DE N,P,K	SE
	NAO-BIODEGRADAVEIS	DETERGENTES, OLEOS	ND
	SUBSTANCIAS TOXICAS	ACIDOS E BASES EXCLUIDOS OS TOXICOS SISTEMICOS	PH
		OUTROS INORGANICOS TOXICOS	IT
		ORGANICOS TOXICOS	OT
	OUTROS COMPOSTOS INORGANICOS	SAIS DISSOLVIDOS E OUTROS	SD
	SOLOS	DESPEJOS	DIVERSOS
DESMATAMENTO		MATERIA-PRIMA E ENERGIA	DM

*Handwritten signature and number 7*

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS INDUSTRIAS PELOS SEUS POLUENTES

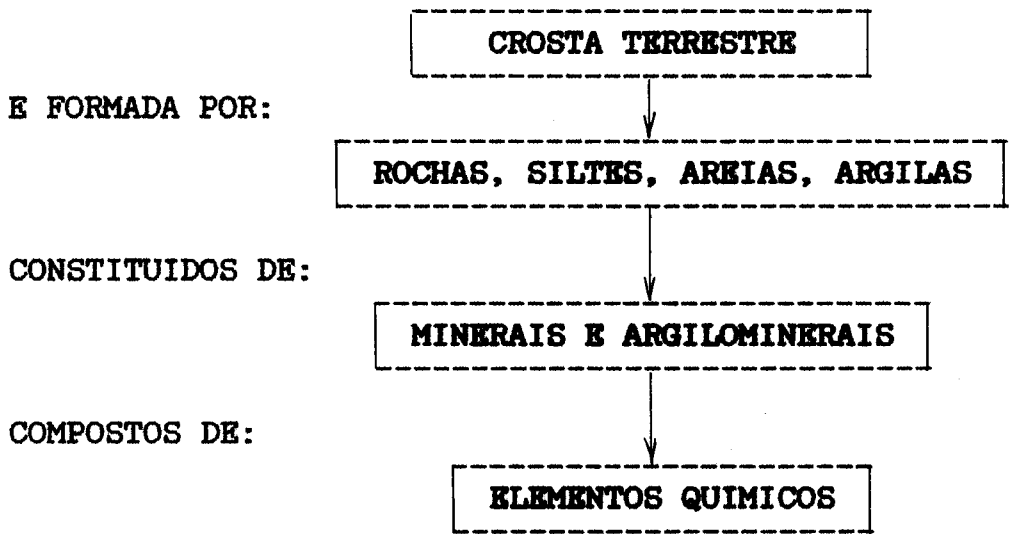
TIPO DE POLUIÇÃO	INDUSTRIAS	POSSIVEIS POLUENTES
ATMOSFERICA PREDOMINANTE	CIMENTO	PO e PC
	CERAMICA E CAL	DM, PC e PO
	MINERAÇÕES E PEDREIRAS	PO e DM
	GUSEIROS	PO e DM
	FUNDIÇÕES	PO, DM e PC
	FORJA, TREFILAÇÃO E EXTRUSAO	PC
	METALURGIA DOS SULFETOS	PO e SO <sub>x</sub>
	ASFALTO	PO e PC
	CARBURETO DE CALCIO	PO e PC
	TERMOFOSFATO E PRODUTOS DA METALURGIA DO ALUMINIO	PO, GT, PH e DS
	CARBONATO DE SODIO	PC
	GAS DE NAFTA	PC
	GRAFITIZAÇÃO E NEGRO DE FUMO	PO e PC
	REFINO DE AÇUCAR E SAL	PC
GERAL DO AR E AQUIFERA NAO-COMPARAVEL A DO SETOR DOMESTICO	SODA-CLORO	GT, PH e IT
	ACIDOS	GT, PH
	SAIS DE METAIS PESADOS	IT
	CARBOQUIMICA	PO, PC, GO, SS, SD
	REFINARIA DE PETROLEO	PC, SO <sub>x</sub> , C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> , DBO, SS, T, ND
	PETROQUIMICA PRIMARIA	PC, DBO e T
	RESINAS OU SEUS INTERMEDIARIOS CLORIDRICOS E CIANIDRICOS	PC, DBO, OT e T
	RESINAS SINTETICAS	DBO, SD, SS e PC
	OUTRAS RESINAS E FIBRAS QUIMICAS E SEUS INTERMEDIARIOS	PC, DBO e T
	PESTICIDAS	OT, GO
	OLEOS VEGETAIS EM BRUTO E CERAS	GT, DBO e SS
	EXPLOSIVOS	PC, IT, OT, SD, ND
	NUTRIENTES	PH, SD, SS, SE, PC, DS
	SIDERURGIA INTEGRADA	PO, SO, PC, PH, ND, SD, SS, DS
	METALURGIA E ACABAMENTOS DE METAIS POR VIA UMIDA	IT, PH
	LAMINAÇÕES	ND, SS e PC
	USINAGEM	ND e SS
	FILMES	PH, IT, SD
	PRODUTOS FARMACEUTICOS A BASE DE SUBLIMADO CORROSIVO	IT, GT



2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS INDUSTRIAS PELOS SEUS POLUENTES  
(CONTINUAÇÃO)

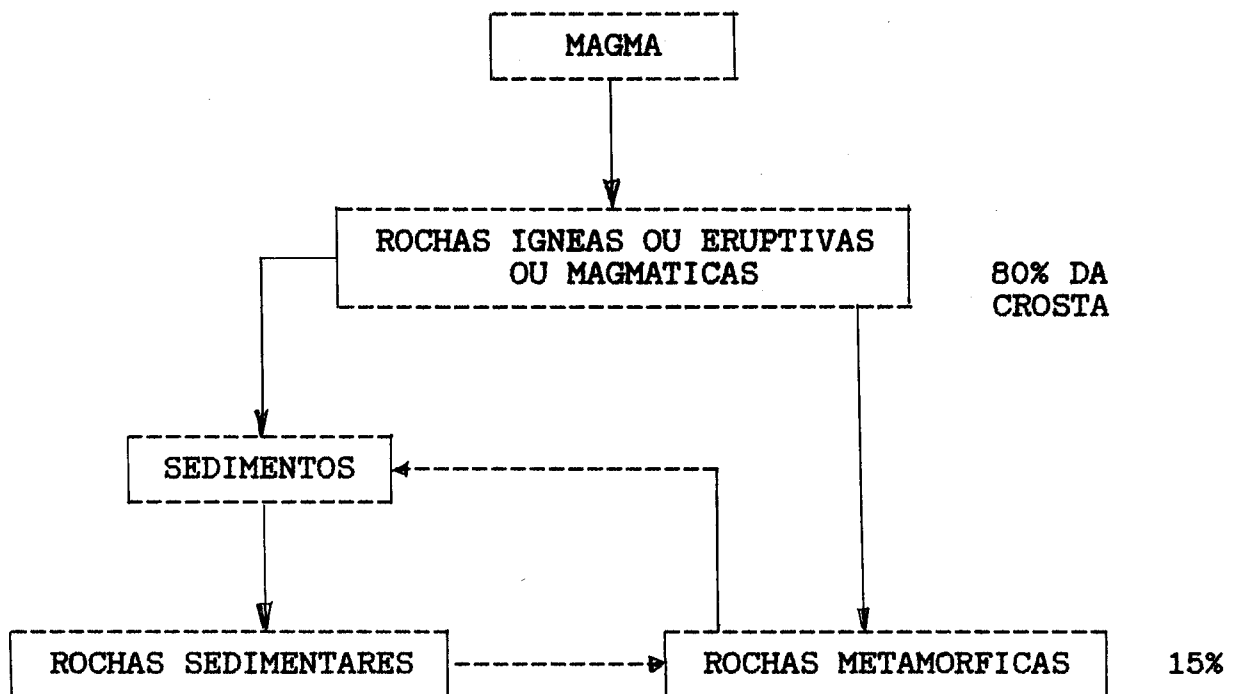
TIPO DE POLUIÇÃO	INDUSTRIAS	POSSIVEIS POLUENTES	
GERAL DO AR E AQUIFERA PARCIALMENTE COMPARAVEL A DO SETOR DOMESTICO	CELULOSE SULFATO	DBO, IT, PH, SS, T GO, SO <sub>x</sub> , PO, DM e GT	
	OUTRAS CELULOSES QUIMICAS	DBO, IT, PH, SS, T	
	CELULOSE SEMIQUIMICA	PC, DM, e GT	
	PASTA MECANICA	DBO, SS e DM	
	PAPEL E PAPELÃO	DBO, SS, SD, T, IT, PC	
	PRENSADOS DE FIBRA E AGLOMERADOS DE MADEIRA	DBO, SS, PH, T, PC, DM	
	CURTUMES	DBO, SS, PH, IT, GO, PC	
	SABOES	DBO, SS, PH, PC e GO	
	FIACÃO E BENEFICIAMENTO	DBO e SS	
	TECELAGEM	DBO, SS PH e PC	
	TINTURARIA	DBO, SD e SS	
	TEXTIL INTEGRADA	DBO, SD, SS, PH, T, PC	
	BENEFICIAMENTO E INDUSTRIA PESADA DE BORRACHA	DBO, SD, SS e PC	
	AQUIFERA COMPARAVEL A DO SETOR DOMESTICO	LATICINIOS	DBO
		INDUSTRIA DA CARNE E DA PESCA	DBO, SS e DS
CONSERVAS E CONCENTRADOS		DBO, SS, PC e DS	
FECULARIAS		DBO, SS, PC e DS	
OLEOS E GORDURAS		DBO	
PRODUTOS ALIMENTARES E BEBIDAS FERMENTADAS		DBO e PC	
USINAS E ENGENHOS DE CANA		DBO, SS, PO e DM	
PRODUTOS DE PADARIA		DBO e PC	
RUM		DBO e SS	
TANANTES NATURAIS		DBO, SS, PC e DM	
ANTIBIOTICOS		DBO e PC	
FRACA	DE MINERAIS NAO-METALICOS	SS, SD	
	MADEIREIRAS	DM, DS, DBO, SS	
	MOBILIARIO	DBO, SS, DS	
	ARTEFATOS DE PAPEL	DS	
	IND. LEVE DE BORRACHA	DS, SS	
	GASES ATMOSFERICOS	T	
	PRODUTOS FARMACEUTICOS E VETERINARIOS	IT, OT, GO	
	PERFUMARIAS	SD, SS	
	ARTEFATOS DE PLASTICOS	PC	
	OUTRAS IND. PRODUTOS TEXTEIS	DBO, SS	
	VESTUARIOS, CALÇADOS E ARTEFATOS DE TECIDOS	DBO, SS, OS	
	OUTRAS INDUSTRIAS ALIMENTARES E DE BEBIDAS	DBO, SS	
	FUMO	DBO, SS	
	EDITORIAL E GRAFICA	OT, IT, DS	

### 3. A EXTRAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS MINERAIS



OXIGENIO	45,2 %
SILICIO	27,2 %
ALUMINIO	8,0 %
FERRO	5,8 %
CALCIO	5,1 %
MAGNESIO	2,8 %
SODIO	2,3 %
POTASSIO	1,7 %
TITANIO	0,9 %
OUTROS	1,0 %

### CICLO GEOQUIMICO DAS ROCHAS



*Handwritten signature*

### 3.2 FORMAS DE OCORRENCIA DE MINERAIS SOLIDOS

#### ROCHA

- PROVEM DA SOLIDIFICAÇÃO DO MAGMA OU DE LAVAS VULCANICAS, OU DA CONSOLIDAÇÃO DE DEPOSITOS SEDIMENTARES, OU DE TRANSFORMAÇÕES METAMORFICAS;
- APRESENTAM ELEVADA RESISTENCIA MECANICA E COMPACIDADE; NAO SE DESAGREGAM QUANDO AGITADOS EM AGUA;
- FORMADA POR UM OU MAIS MINERAIS.

#### AREIA

- E O CONJUNTO DE PARTICULAS DE ROCHAS EM DEGRADAÇÃO, QUE SE APRESENTAM EM GRAOS MAIS OU MENOS FINOS, NAS PRAIAS, LEITOS DE RIOS, DESERTOS, ETC.

#### SILTE

- MATERIAL SEDIMENTAR, CONSTITUIDO POR PARTICULAS DE MINERAIS DIVERSOS, DE DIMENSOES ENTRE 0,005 MM E 0,005 MM.

#### ARGILA

- E UMA ROCHA FINAMENTE DIVIDIDA, COMPOSTA ESSENCIALMENTE POR ARGILOMINERAIS, PODENDO CONTER OUTROS MINERAIS (CALCITA, DOLOMITA, GIBSITA, QUARTZO, ALUMINITA, PIRITA E OUTROS), MATERIA ORGANICA, E OUTRAS IMPUREZAS.
- APRESENTA ELEVADO TEOR DE PARTICULAS COM DIMENSAO CARACTERISTICA ABAIXO DE 2 MICROMETROS;
- APOS MOAGEM E POR MISTURA COM AGUA, FORMA UMA PASTA MAIS OU MENOS PLASTICA, QUE ENDURECE APOS A SECAGEM OU A QUEIMA.

#### ARGILOMINERAL

- COMPONENTE CARACTERISTICO DA ARGILA, GERALMENTE CRISTALINO;
- QUIMICAMENTE E UM SILICATO DE ALUMINIO HIDRATADO, PODENDO CONTER TAMBEM OUTROS ELEMENTOS; Mg, Fe, Ca, Na, K.

*Handwritten signature:*  
J. J.

### 3.3 A EXTRAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS, METAIS E ELEMENTOS PUROS

- QUASE 3/4 DOS ELEMENTOS QUÍMICOS SÃO CONSIDERADOS METAIS.
- OS MÉTODOS MAIS SIMPLES DE EXTRAIR SUBSTÂNCIAS DAS SUAS FONTES ENVOLVEM O USO DO AR, DA ÁGUA, DO SOL, DO FOGO, DA FRAGMENTAÇÃO E DA GRAVIDADE TERRESTRE, BEM COMO DA PARTICIPAÇÃO ANIMAL.
- SEMPRE É NECESSÁRIO CARACTERIZAR A MATÉRIA-PRIMA EM FUNÇÃO DO PROCESSO PRINCIPAL DE EXTRAÇÃO EMPREGADO, COMO, POR EXEMPLO:  
BENEFICIAMENTO FÍSICO - CLIVAGEM, DUREZA, DENSIDADE, GRANULOMETRIA;  
FUSÃO - PONTO DE FUSÃO, RESISTÊNCIA A ESCORIFICAÇÃO, FUSIBILIDADE;  
LIXIVIAÇÃO - SOLUBILIDADE EM ÁCIDOS OU BASES FORTES OU FRACOS, pH;
- QUANTO MAIS REATIVO O ELEMENTO QUÍMICO MAIOR SERÁ A CONCENTRAÇÃO DE ENERGIA NECESSÁRIA PARA EXTRAÍ-LO NA FORMA PURA, TORNANDO NECESSÁRIO O EMPREGO DE PROCESSOS ELETROQUÍMICOS, AO INVÉS DOS TERMOQUÍMICOS
- A MAIORIA DOS METAIS DOS GRUPOS I E II OCORRE SOB FORMA DE CLORETOS NA NATUREZA, PORQUE SENDO MUITO REATIVOS, NÃO PODERIAM EXISTIR NA PRESENÇA DE ÁGUA, DÍOXIDO DE CARBONO. É MUITO DIFÍCIL FAZÊ-LOS GANHAR ELÉTRONS E FORMAR ÁTOMOS.
- OS ELEMENTOS DAS SÉRIES DE TRANSIÇÃO OCORREM NA NATUREZA NUMA VARIEDADE DE COMPOSTOS, PORÉM A MAIORIA DESTES É OBTIDA A PARTIR DE MINÉRIOS DE ÓXIDOS E SULFETOS.
- OS ELEMENTOS MENOS ELETROPOSITIVOS E POUCO REATIVOS (NOBRES) PODEM OCORRER NA NATUREZA NO ESTADO ELEMENTAR.

*Problema 12*

### 3.4 A PRODUÇÃO DE SUBSTÂNCIAS METÁLICAS E CERÂMICAS

#### ANALOGIAS

- PONTOS DE SEMELHANÇA ENTRE ENTIDADES OU SITUAÇÕES DIFERENTES;
- RELAÇÕES ENTRE FENÔMENOS DIFERENTES DESCRITAS POR UM FORMALISMO MATEMÁTICO IDENTICO.

#### MATERIAIS CERÂMICOS

NATURAIS: TODOS OS MINERAIS (E MINÉRIOS) COMPOSTOS DE METAIS E NÃO-METAIS

MANUFATURADOS: TODOS OS PRODUTOS NÃO-METÁLICOS OBTIDOS APÓS A REAÇÃO QUÍMICA EM TEMPERATURAS ELEVADAS:

#### MATERIAIS METÁLICOS

TODOS OS METAIS (INCLUSIVE OS NATIVOS) E SUAS LIGAS.

#### A METALURGIA EXTRATIVA E AS INDÚSTRIAS CERÂMICAS

- A CROSTA TERRESTRE (\*) CONSISTE QUASE INTEIRAMENTE DE SILICATOS E SILICA.
- AS INDÚSTRIAS DE VIDRO, CERÂMICA E CIMENTO SÃO BASEADAS NA QUÍMICA DOS SILICATOS.
- MUITOS PROCESSOS METALÚRGICOS INCLUEM A REMOÇÃO DOS SILICATOS COMO UM ESTÁGIO NECESSÁRIO PARA A EXTRAÇÃO DE METAIS PUROS. QUANDO OS MINERAIS METÁLICOS SÃO ÓXIDOS, OBTÉM-SE METAL PURO PELA SUA REDUÇÃO PIROMETALÚRGICA OU ELETROLÍTICA. QUANDO UM MINERAL METÁLICO NÃO OCORRE NA FORMA DE ÓXIDO, SEU MINÉRIO É FREQUENTEMENTE QUEIMADO E TRANSFORMADO NUM ÓXIDO.

---

(\*) NELA ENCONTRAM-SE ÓXIDOS, HÍDROXIDOS, SULFETOS, SULFOSSAIS, HALÓIDES, NITRATOS, CARBONATOS, BORATOS, SULFATOS, FOSFATOS, ARSENIATOS, ARSENETOS, TUNGSTATOS, NEOSSILICATOS, CICLOSSILICATOS, INOSSILICATOS, FILOSSILICATOS, TECTOSSILICATOS.

*Assim*  
13

ANALOGIAS - CONTINUAÇÃO

PIROMETALURGIA  
(METAIS)

CERAMICA  
(NAO-METAIS)

---

DECOMPOEM CRISTAIS E VIDROS NATURAIS  
E / OU  
MODIFICAM / SUBSTITUEM / TRANSFORMAM  
AS LIGAÇÕES QUÍMICAS E  
AS ESTRUTURAS CRISTALINAS E NAO-CRISTALINAS

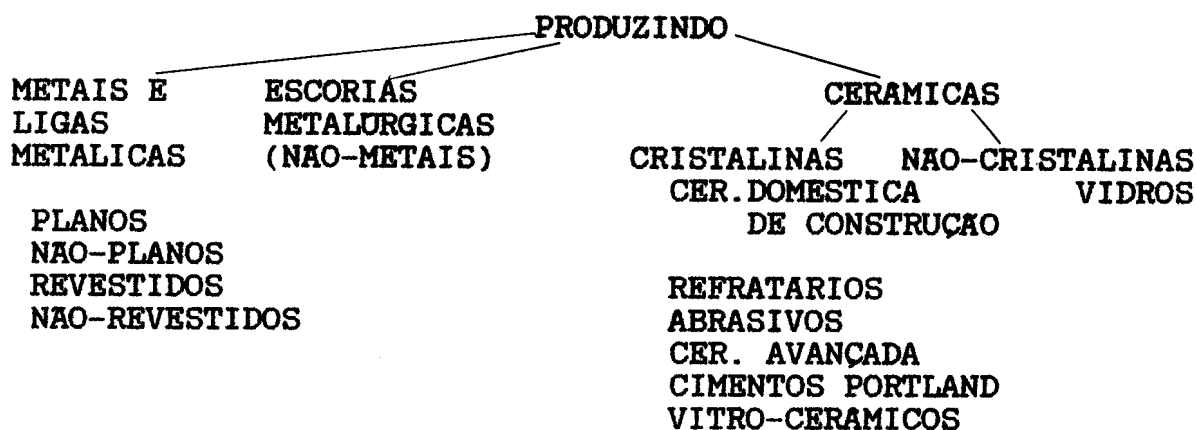
---

PARTINDO DE MINERIOS  
GRANULADOS OU PELOTIZADOS

---

SINTERIZANDO, FUNDINDO, ESCORIFICANDO, CONVERTENDO  
OS SOLIDOS DENTRO DE  
FORNOS, RETORTAS E CONVERSORES

---



20/11/2024  
24

#### 4. TRATAMENTOS GERAIS PARA MATERIAS-PRIMAS E REJEITOS

##### 4.1 PANORAMA DOS TRATAMENTOS

=====

#### TRATAMENTOS PARA SOLIDOS E MINERIOS

FISICOS

FRAGMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

CONCENTRAÇÃO E SEPARAÇÃO

LIQUOPROCESSAMENTOS

LIXIVIAÇÃO

PRECIPITAÇÃO QUIMICA

ELETROLITICA \*\*

TERMOPROCESSAMENTOS \*

SINTERIZAÇÃO

INCINERAÇÃO

EXTRAÇÃO

GASEIFICAÇÃO

REFINO

PIROLISE

ELETRICOS - ELETROTERMICOS \*

ELETROSTATICOS

ELETROLITICOS \*\*

=====

#### TRATAMENTOS PARA LIQUIDOS E LIXIVIAS

FISICOS SEM AÇÃO MECANICA

COM AÇÃO MECANICA

QUIMICOS SEM AQUECIMENTO

A QUENTE

ELETROQUIMICOS

=====

#### TRATAMENTOS PARA GASES E POEIRAS

FISICOS

EM TEMPERATURAS: CRIOGENICAS

QUIMICOS

AMBIENTAIS

ELEVADAS

=====

\* A APARENTE REDUNDANCIA VISA FACILITAR AOS INICIANTES A BUSCA DE INFORMAÇÕES CONTIDAS EM LITERATURAS ESPECIALIZADAS.

\*\* IDEM.

*Adm. 15*

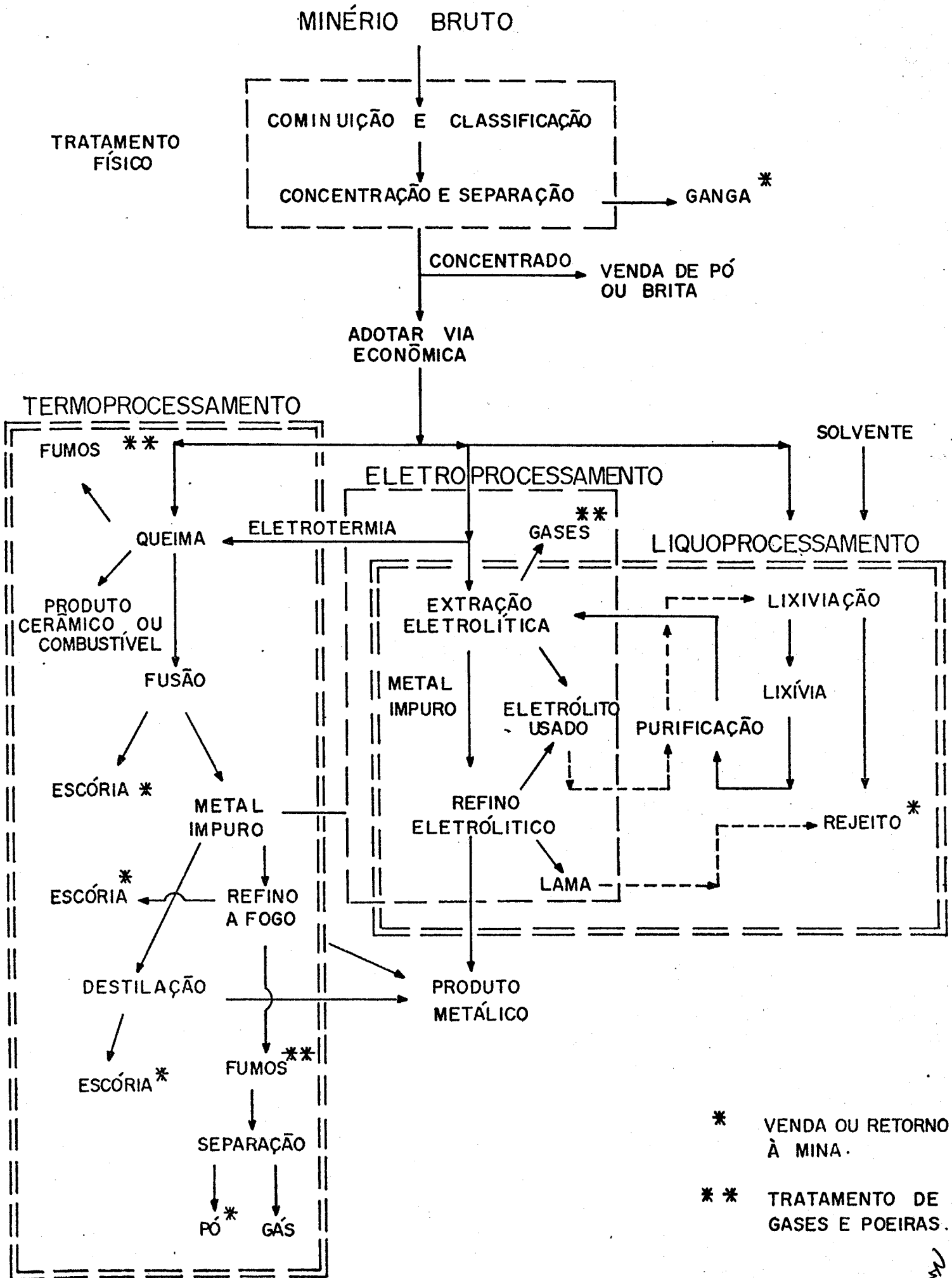


FIGURA - TRATAMENTOS GERAIS DE MINÉRIOS

*Handwritten signature*  
16



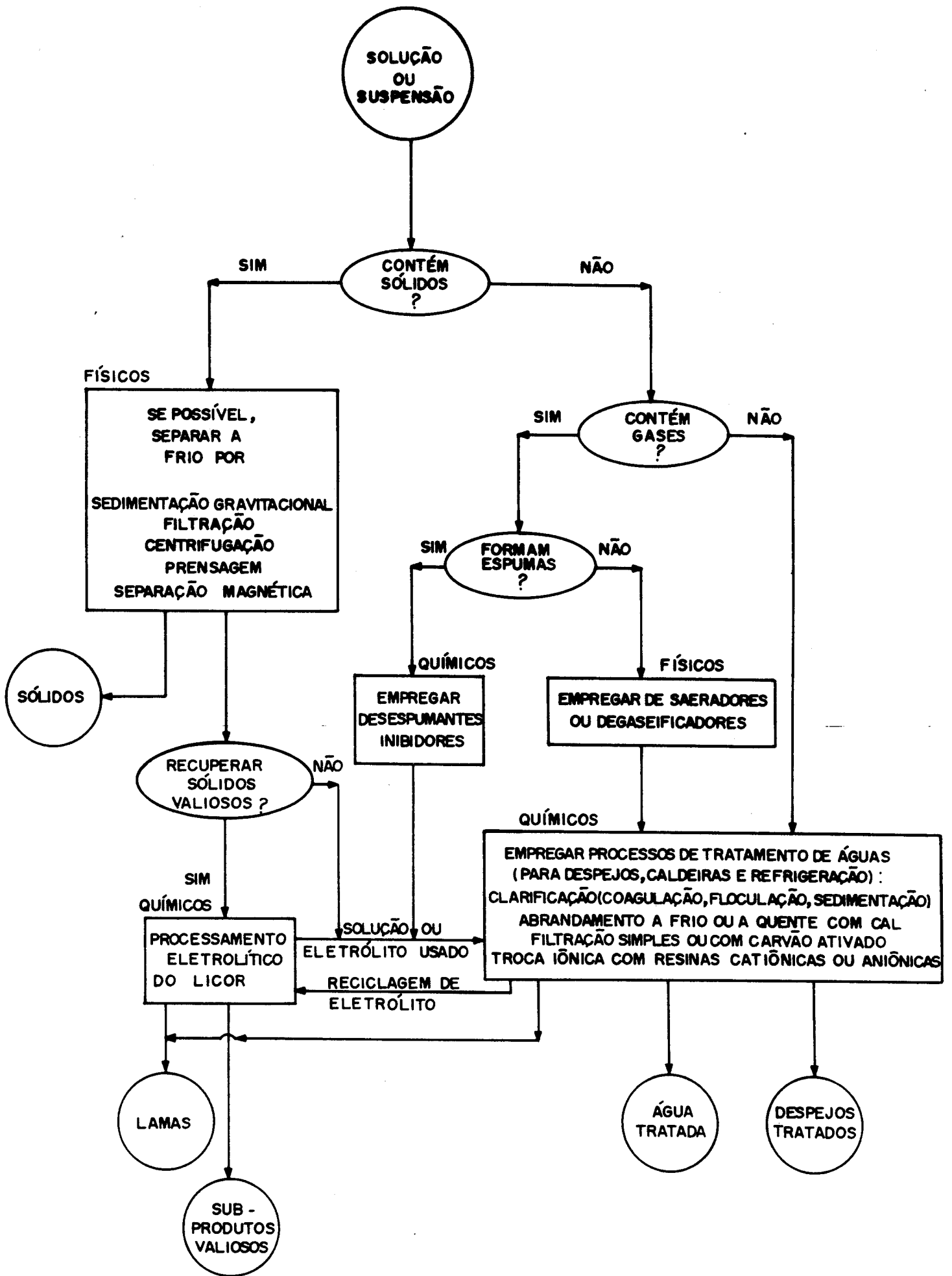
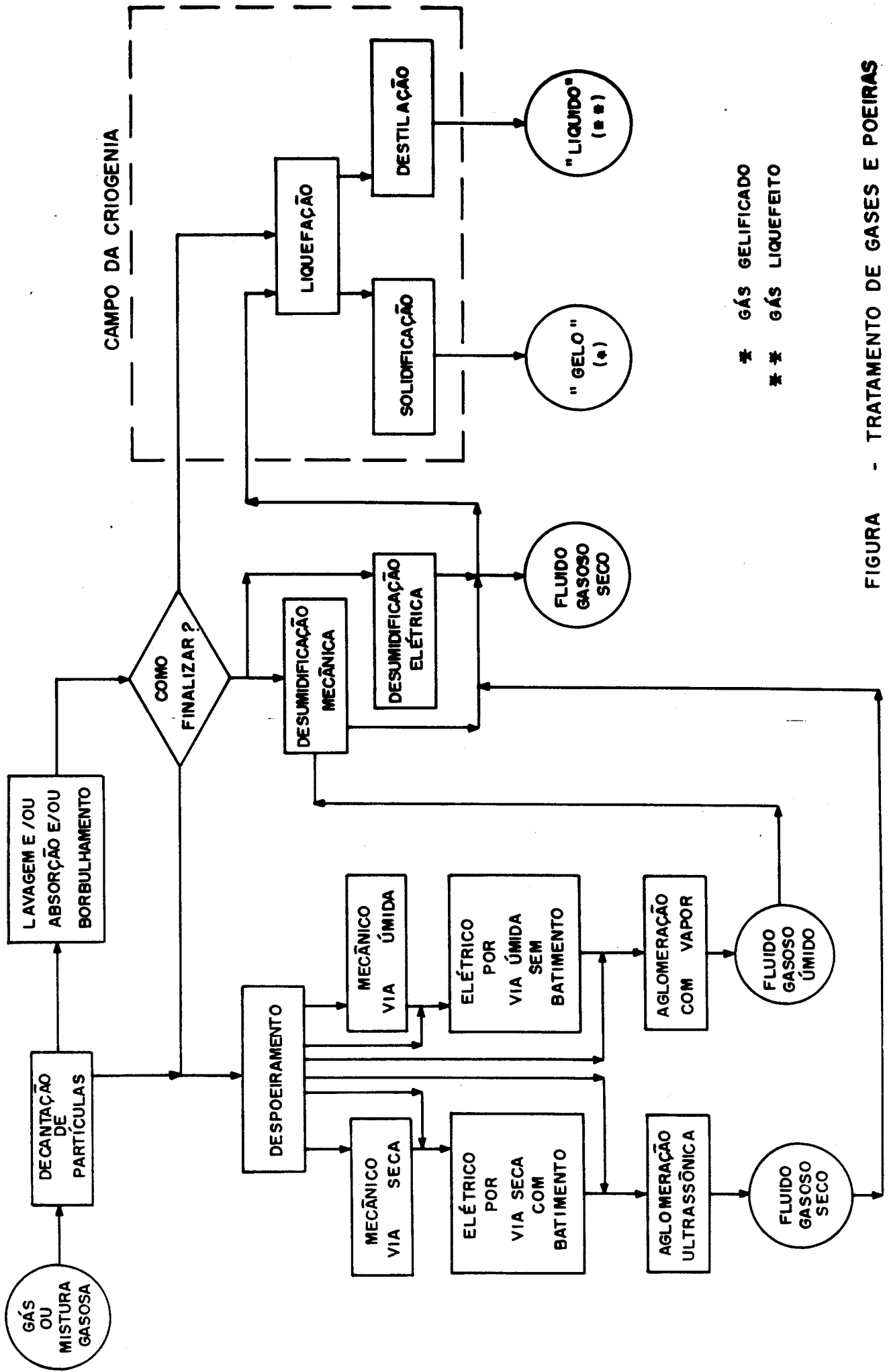


FIGURA - TRATAMENTOS DE LIXÍVIAS E LÍQUIDOS

*Handwritten signature and date:*  
 17/11/2011

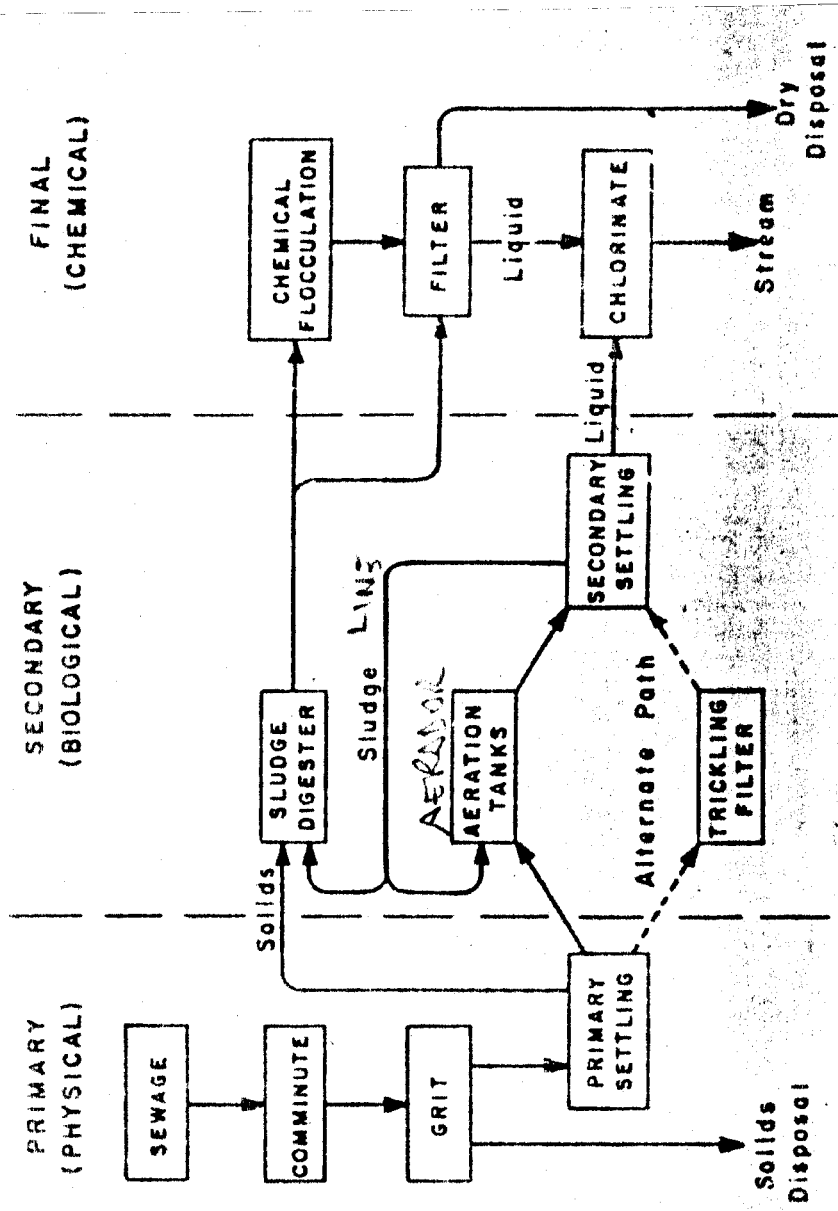


\* GÁS GELIFICADO  
 \*\* GÁS LIQUEFEITO

FIGURA - TRATAMENTO DE GASES E POEIRAS

20/11/2023

NEWER ASPECTS OF WASTE TREATMENT



Ref. Advances in Applied Microbiology, Vol. 2.

19

**BENEFICIAMENTO DE MINERIOS NAO-METALICOS PARA A PRODUÇÃO DE CARGAS MINERAIS**

**GRUPOS DOS PRINCIPAIS MINERAIS DE CARGA SEGUNDO OS METODOS DE TRATAMENTO**

<b>SIMPLES</b>	<b>BENEFICIAMENTO FISICO DE MEDIA COMPLEXIDADE</b>	<b>COMPLEXO</b>	<b>OUTROS METODOS</b>
ARDOSIA	BARITA	BARITA	BARITA
ASBESTOS	CAULIM	MICA	CALCARIO
BENTONITA	MICA	SILICA	CAULIM
TERRA FULER	SILICA	TALCO	PERLITA
CALCARIO	VERMICULITA	PIROFILITA	TALCO
CAULIM			VERMICULITA
DIATOMITA			
GIPSITA			
MICA			
PERLITA			
PIROFILITA			
SILICA			

**POSSIVEIS ETAPAS DE TRATAMENTO DOS MINERIOS**

**BRITAGEM E / OU MOAGEM EM CIRCUITO ABERTO OU FECHADO  
CLASSIFICAÇÃO POR PENEIRAMENTO OU CICLONAGEM A SECO OU A UMIDO  
DESAGUAMENTO, ESPESSAMENTO, FILTRAÇÃO E SECAGEM**

**ELIMINAÇÃO DE IMPUREZAS POR  
CONCENTRAÇÃO GRAVIMETRICA:  
MESAS E CALHAS FIXAS,  
MESAS VIBRATORIAS,  
ESPIRAIS, JIGS,  
FLUTUAÇÃO EM MEIO DENSO**

**PIROPROCESSAMENTO:**

**QUEIMA  
EXPANSÃO TERMICA**

**LIQUIDPROCESSAMENTO:**

**ALVEJAMENTO**

**AUMENTO DA AREA  
ESPECIFICA DO  
PRODUTO FINAL E  
CONCENTRAÇÃO POR:**

**FLOTAÇÃO,  
SEPARAÇÃO MAGNETICA,  
SEPARAÇÃO ELETROSTATICA**

ORIGINAL DA ENG<sup>a</sup> MONICA CASSOLA, TEXTO DA PALESTRA NOS ANAIS DO IV ENCONTRO NACIONAL DO TALCO,  
I SIMPOSIO DE CARGAS MINERAIS, pag. 187, PONTA GROSSA, PR, SETEMBRO DE 1988.

*Marcos*  
20

#### 4.2 TENDENCIAS GENERICAS PARA TRATAMENTOS DE REJEITOS

DESCARTES FABRIS		OBJETIVOS ATUAIS
ARTEFATOS	DEFEITUOSOS	RECUPERAR COMPONENTES
	CONTAMINADOS	VENDA PARA OUTRAS INDUSTRIAS
RESIDUOS DE EXTRAÇÃO, REFINO E CONFORMAÇÃO DE METALICOS		RECICLO INTERNO DE SUCATA VENDA DE SUCATA, ESCORIAS E LAMAS DE BAIXO TEOR METALICO USO DE MOLDES ARENOSOS EM ATERROS E AGREGADOS DE PAVIMENTAÇÃO VENDA DE MOLDES ARENOSOS PARA INDUSTRIAS DE MATER. CONSTRUÇÃO
REJEITOS PLASTICOS		EMPREGO DE BIODEGRADAVEIS PIROLISE E/OU INCINERAÇÃO LANÇAMENTO EM ATERRO COMPACTAÇÃO DE REJEITOS RECUPERAÇÃO DE ARTEFATOS
EFLUENTES LIQUIDOS		RECUPERAR SOLUTOS E COLETAR SS SUBSTITUIR VIAS UMIDAS POR SECAS
EFLUENTES GASOSOS		RECUPERAR/CONVERTER COMPONENTES E COLETAR SS PARA RECICLO INTERNO EM SIDERURGIA: GAS DE ALTO FORNO E FUMOS DA SINTERIZAÇÃO

CAMPOS FILHO, M.P. - Introdução à Metalurgia Extrativa e Sidúrgica - p. 137  
LTC/UNICAMP, Rio de Janeiro, 1981.

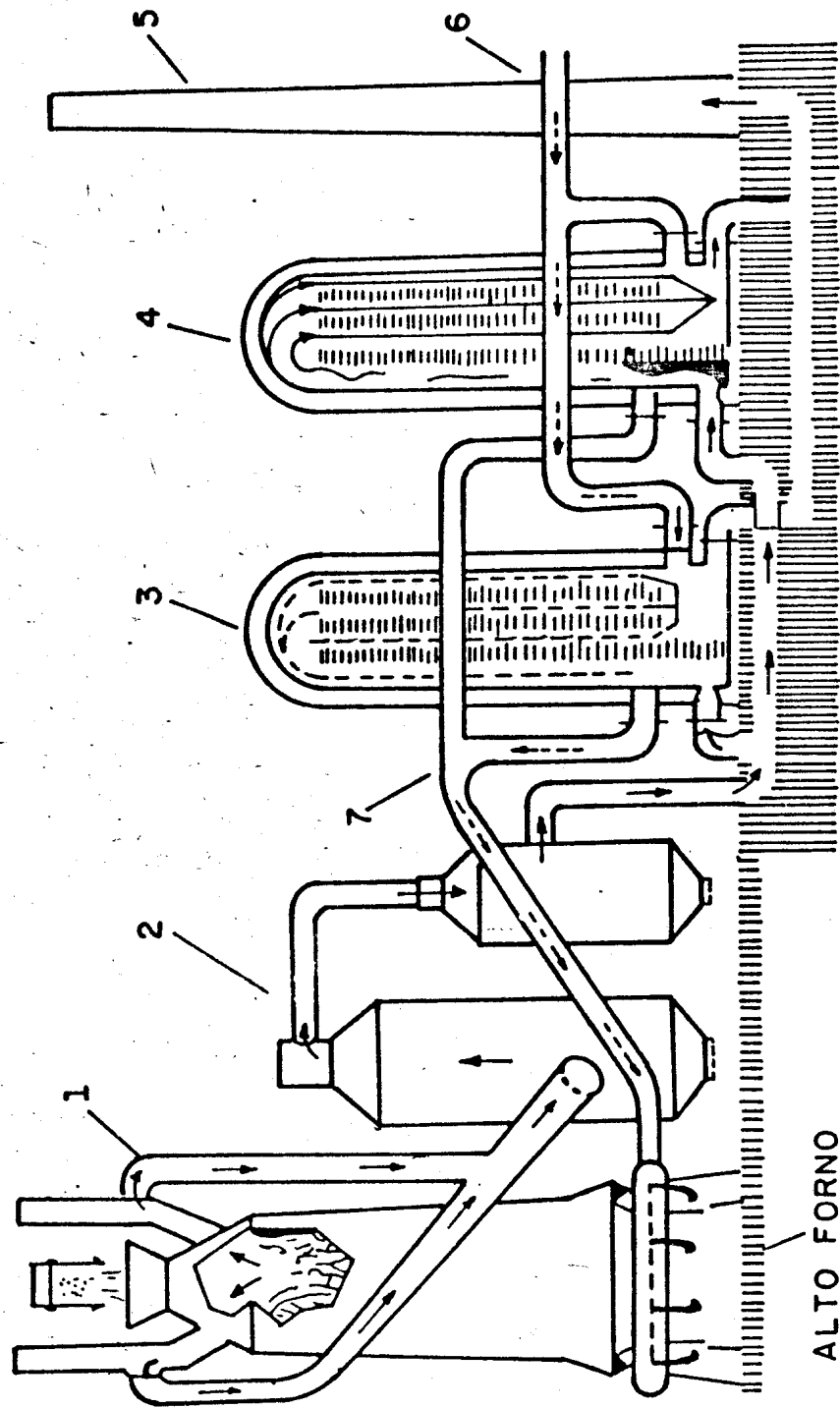
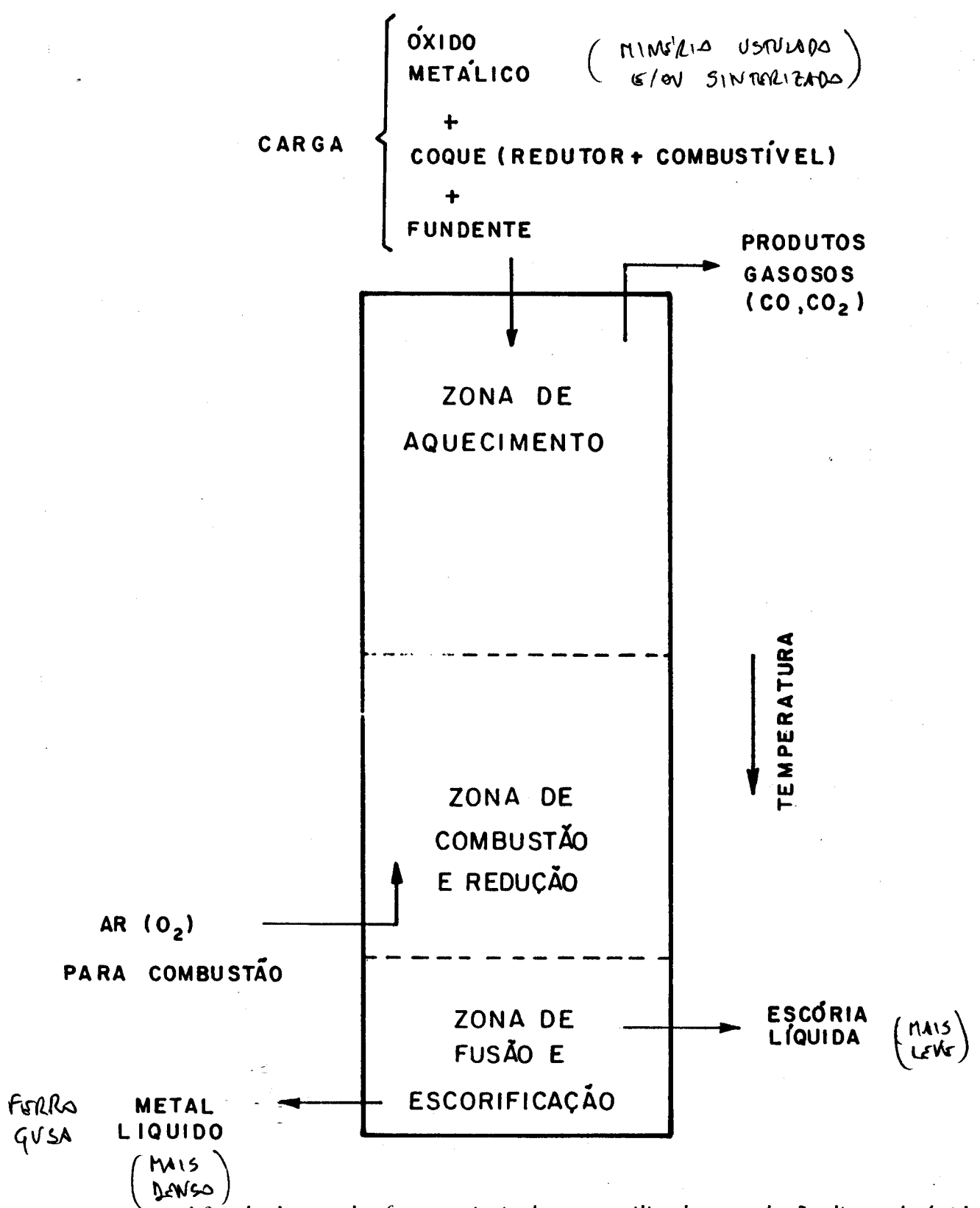


Fig. 6.8. Esquema do circuito de gases de um alto-forno. (1) Coleta de gases e poeira. (2) Separador de poeira. (3) Recuperador em operação aquecendo o ar de entrada. (4) Recuperador em preparação aquecendo-se pela queima dos gases. (5) Chaminé para tiragem dos gases. (6) Entrada de ar frio. (7) Alimentação de ar quente.

22



Esquema simplificado de um alto-forno, principal reator utilizado na redução direta de óxidos

INTERRELAÇÃO ENTRE INDUSTRIAS METALURGICAS E QUIMICAS DE BASE  
CONFORME HABASHI

PRODUTOS E SUBPRODUTOS DA INDUSTRIA QUIMICA	USOS NA INDUSTRIA METALURGICA
ACIDOS: SULFURICO, CLORIDRICO, FOSFORICO	LIXIVIAÇÃO DE MINERIOS, DECAPAGEM DE AÇO, FOSFATAÇÃO DE AÇO
ALCALIS: HIDROXIDO DE SODIO, CARBONATO DE SODIO, HIDROXIDO DE AMONIA	LIXIVIAÇÃO DE MINERIOS, LIXIVIAÇÃO DE MINERIOS, LIXIVIAÇÃO DE MINERIOS,
CIANETO DE SODIO	LIXIVIAÇÃO DE MINERIOS DE OURO
CAL	CONVERSAO DO FERRO GUSA EM AÇO
GASES: HIDROGENIO  OXIGENIO  CLORO FLUOR	PRECIPITAÇÃO DE METAIS, REDUÇÃO DE OXIDOS, FABRICAÇÃO DO AÇO, LIXIVIAÇÃO SOB PRESSAO, TOSTAÇÃO POR FLASHEAMENTO, CLORAÇÃO DE MINERIOS TRATAMENTO DE MINERIOS DE URANIO
SOLVENTES ORGANICOS RESINAS DE TROCA IONICA	EXTRAÇÃO DE METAIS EM LIXIVIAS RECUPERAÇÃO DE METAIS EM LIXIVIAS
XANTATOS REFRATARIOS	FLOTAÇÃO DE MINERAIS FORNOS
SUB-PRODUTOS: CINZAS PIRITOSAS DA FABRICAÇÃO DE ACIDO SULFURICO CLORETO DE CALCIO ORIUNDO DO PROCESSO SOLVAY	FABRICAÇÃO DE FERRO GUSA  CALCIO METALICO

PRODUTOS DA INDUSTRIA METALURGICA	USO NA INDUSTRIA QUIMICA
POS METALICOS GAS DE COQUERIA ALCATRAO DE COQUE ESCORIAS DE CONVERSORES BASICOS ESCORIA DE ALTO-FORNO SULFATO DE AMONIA ESCORIA DA REDUÇÃO DE ILMENITA ENXOFRE ELEMENTAR GAS DE ALTO-FORNO LAMA VERMELHA DA LIXIVIAÇÃO DE BAUXITA	PINTURAS SINTESE DE AMONIA PRODUTOS QUIMICOS, PLASTICOS FERTILIZANTES (FOSFATICOS) PAVIMENTOS RODOVIARIOS FERTILIZANTES PIGMENTO DE TITANIO FABRICAÇÃO DE AC. SULFURICO SINTESE ORGANICA REMOÇÃO DE GAS SULFIDRICO DE EFLUENTES GASOSOS

*Handwritten signature*  
24



## 4.3 COMBUSTÃO, GASEIFICAÇÃO\* E PIROLISE

### O FENOMENO DA COMBUSTÃO

REAGENTES	AGENTE DE IGNIÇÃO + COMBUSTIVEL + COMBURENTE	
CONVERSÕES QUÍMICAS	REAÇÕES EM CADEIA MUITO RÁPIDAS; VÁRIOS MECANISMOS AINDA SÃO DESCONHECIDOS	TEMPERATURAS ELEVADAS
		↓
PRODUTOS	CHAMA + LUZ + CALOR + GASES DE COMBUSTÃO + CINZAS OU FUMOS, GAS DE CHAMINE	OU REFUGO

### ESTÁGIOS POSSÍVEIS NUMA COMBUSTÃO

- OXIDAÇÃO - É UMA REAÇÃO EXOTÉRMICA LENTA, CUJO CALOR, SE NÃO FOR REMOVIDO PODE PROVOCAR QUEIMA.
- QUEIMA - É GERALMENTE ASSOCIADA COM CALOR AO RUBRO E CHAMAS, CUJA REAÇÃO EXOTÉRMICA É MAIS RÁPIDA QUE A OXIDAÇÃO.
- EXPLOSAO - É UMA REAÇÃO EXOTÉRMICA MUITO RÁPIDA, QUE ATINGE TEMPERATURAS ELEVADAS.

### COMPONENTES DE UMA COMBUSTÃO

- CHAMA - MOVIMENTO DA MASSA INCANDESCENTE; PODE SER LUMINOSA OU NÃO.
- COMBUSTIVEL - SUBSTÂNCIA QUE INCANDESCE: GAS, OLEO, MADEIRA.
- COMBURENTE - SUBSTÂNCIA QUE PRODUZ COMBUSTÃO, P. EX.: OXIGENIO.
- FULIGEM - PARTÍCULAS DE DIMENSÕES MICROSCÓPICAS OU SUBMICROSCÓPICAS RESULTANTES DA QUEIMA.
- CINZAS - CONTEM OXÍDOS MINERAIS E, ÀS VEZES, PARTÍCULAS MAIORES DE CARVÃO, COQUE E/OU SUBSTÂNCIAS DIVERSAS.

\* O TERMO CORRETO É GASIFICAÇÃO.

13/04/2017

## PROCESSOS DE COMBUSTÃO

GAS COMBUSTIVEL + AR + FAISCA  $\xrightarrow[\text{RAPIDA}]{\text{QUEIMA}}$  GASES DA COMBUSTÃO

LIQUIDO COMBUSTIVEL  $\xrightarrow[\text{VAPORIZAÇÃO}]{\text{ATOMIZAÇÃO OU}}$  NEVOA OU VAPORES + AR + FAISCA  $\xrightarrow[\text{RAPIDA}]{\text{QUEIMA}}$  FUMOS

SOLIDO COMBUSTIVEL  $\xrightarrow{\text{AQUECIMENTO}}$  UMIDADE + VOLATEIS  $\xrightarrow[\text{RAPIDA}]{\text{QUEIMA}}$  FUMOS

+  
 CARBONO FIXO + CINZAS  $\xrightarrow[\text{LENTA}]{\text{QUEIMA}}$  FUMOS

### ESTOCAGEM, AUTO-COMBUSTÃO E PRE-IGNIÇÃO DO CARVÃO

CARVÃO AO AR LIVRE  $\xrightarrow[\text{COMBUSTÃO EM TEMPERATURAS AMBIENTAIS}]{\text{OXIDAÇÃO LENTA OU}}$  GERAÇÃO DE CALOR E CINZAS NAS PERIFERIAS DAS PARTICULAS  $\xrightarrow[\text{SEM VENTILAÇÃO}]{\text{VENTOS}}$  DISSIPAÇÃO DO CALOR E PERDA DA QUALIDADE DO CARVÃO

!  
 !  
 !  
 !  
 !  
 V

AUMENTO PROGRESSIVO DA TEMPERATURA:  
 OCORRE A COMBUSTÃO EXPONTANEA  
 E O MATERIAL SE INCENDEIA.

CARVÃO ESTOCADO EM SILO + AR + PO DE CARVÃO EM SUSPENSÃO  $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$  EXPLOSAO

CARVÃO EM SILO + GAS INERTE  $\xrightarrow[\text{E INERTIZAÇÃO}]{\text{FLUIDIZAÇÃO}}$  ESTOCAGEM SEGURA

*MANU*  
 26

## GASEIFICAÇÃO \*

(DE MATERIAIS NÃO COQUEIFICÁVEIS)

COMBUSTÍVEL SÓLIDO	+	AGENTE GASEIFICADOR	-----> >= 800 °C	GASES:	CO *
CARBONO		OXIGENIO			CO <sub>2</sub>
OU		OU			H <sub>2</sub> *
MATERIA ORGANICA		VAPOR D'AGUA, DIOXIDO DE CARBONO OU AR			CH <sub>4</sub> *
					N <sub>2</sub> (DO AR)
					H <sub>2</sub> O (v)
					hc's leves *

NOTAS: O CALOR NECESSÁRIO À GASEIFICAÇÃO PROVEM DA COMBUSTÃO DE PARTE DO COMBUSTÍVEL.

\* FRAÇÃO COMBUSTÍVEL

## PIROLISE

OU DESTILAÇÃO DESTRUTIVA DE CARVÃO E SIMILARES

	AQUECIMENTO LENTO SEM AR	PRODUTOS :
CARVÃO	-----> 454 a 1300 °C	SÓLIDOS : COQUE (RICO EM C)
	PIROLISE OU DESTILAÇÃO OU CARBONIZAÇÃO OU COQUEIFICAÇÃO	E/OU CINZAS
		LIQUÍDOS: AGUA, ALCATRAO, OLEO CRU LEVE
		GASOSOS : H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub> CO, CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> S NH <sub>3</sub> , N <sub>2</sub>

\* O TERMO CORRETO É GASIFICAÇÃO.  
VÁRIOS AUTORES CONFUNDEM OS DOIS TERMOS.  
GASEIFICAR SIGNIFICA INSERIR UM GÁS NUM CORPO OU MEIO SÓLIDO  
OU LÍQUIDO (COMO OCORRE NOS REFRIGERANTES).

Manuel  
27

## FASES DA PIROLISE

### 1ª - LIBERAÇÃO DE GASES E VAPORES

=< 100 °C - EVAPORAÇÃO DE AGUA SUPERFICIAL

=< 200 °C - EVAPORAÇÃO DE AGUA NOS CAPILARES +

DESSORÇÃO DE GASES RETIDOS DENTRO DOS POROS

### 2ª - DECOMPOSIÇÃO TERMICA ATIVA (DESGASEIFICAÇÃO DE 3/4 DA MV)

350 a 400 °C - INICIA-SE A RAPIDA LIBERAÇÃO DE MV  
(CO<sub>2</sub> + CO + CH<sub>4</sub>)

450 °C - OCORRE VALOR MAXIMO DA LIBERAÇÃO DE MV

>= 500 °C - DIMINUI RAPIDAMENTE A LIBERAÇÃO DE MV

### 3ª - DESGASEIFICAÇÃO SECUNDARIA ("CRACKING", LIBERAÇÃO DE GASES NAO-CONDENSAVEIS)

COM AUMENTO DE TEMPERATURA - ROMPEM-SE AS LIGAÇÕES ALIFATICAS ENTRE CARBONOS

>= 600 °C - ROMPEM-SE AS LIGAÇÕES ENTRE C e H

- COMPOSTOS HETEROCICLICOS --> COMPOSTOS AROMATICOS

- DIMINUI A MASSA MOLECULAR MEDIA DOS PRODUTOS, FORMANDO-SE AGUA, CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> E OUTROS CH'S

NOTA: A PRIMEIRA ETAPA ACIMA E TIPICA DAS QUEIMAS DE SOLIDOS POROSOS OU FOLHELHOS (ESTRUTURA CRISTALINA EM CAMADA)

## PROCESSOS DE CARBONIZAÇÃO (PIROLISE)

### OU COQUEIFICAÇÃO

- EM TEMPERATURAS BAIXAS - 454 a 704 °C

FORMA-SE PEQUENA QUANTIDADE DE PRODUTOS GASOSOS;  
PREDOMINAM OS PRODUTOS LIQUIDOS.

- EM TEMPERATURAS ALTAS - 900 a 1300 °C (CSN OPERA A 1300 °C)

APLICAVEL A CARVAO BETUMINOSO  
MAIOR RENDIMENTO DOS PRODUTOS GASOSOS  
BAIXA PRODUÇÃO DE ALCATRAO  
RESFRIAMENTO COM AGUA

*Handwritten signature and number 28*

# GASEIFICADORES DE BIOMASSA \*

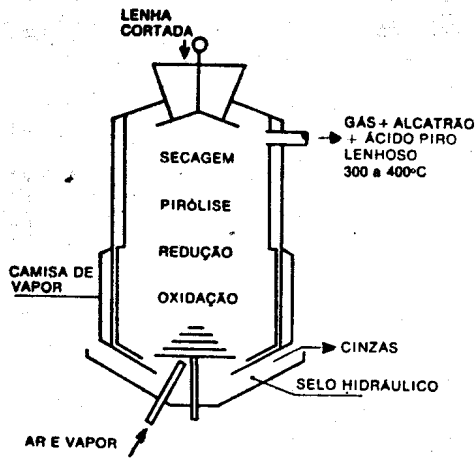


FIGURA 1  
TIPO LEITO MÓVEL  
CONTRACORRENTE

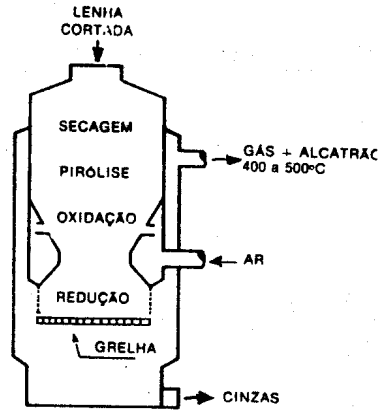


FIGURA 2  
TIPO LEITO MÓVEL  
CONCORRENTE

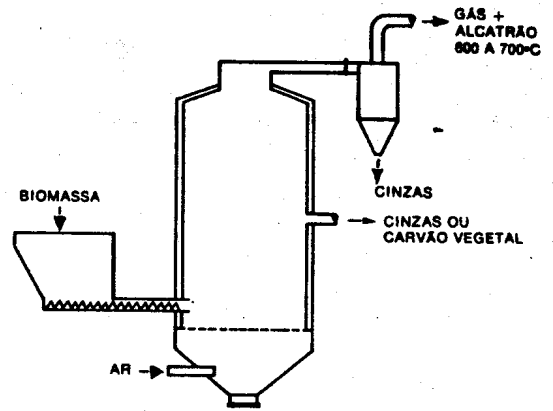
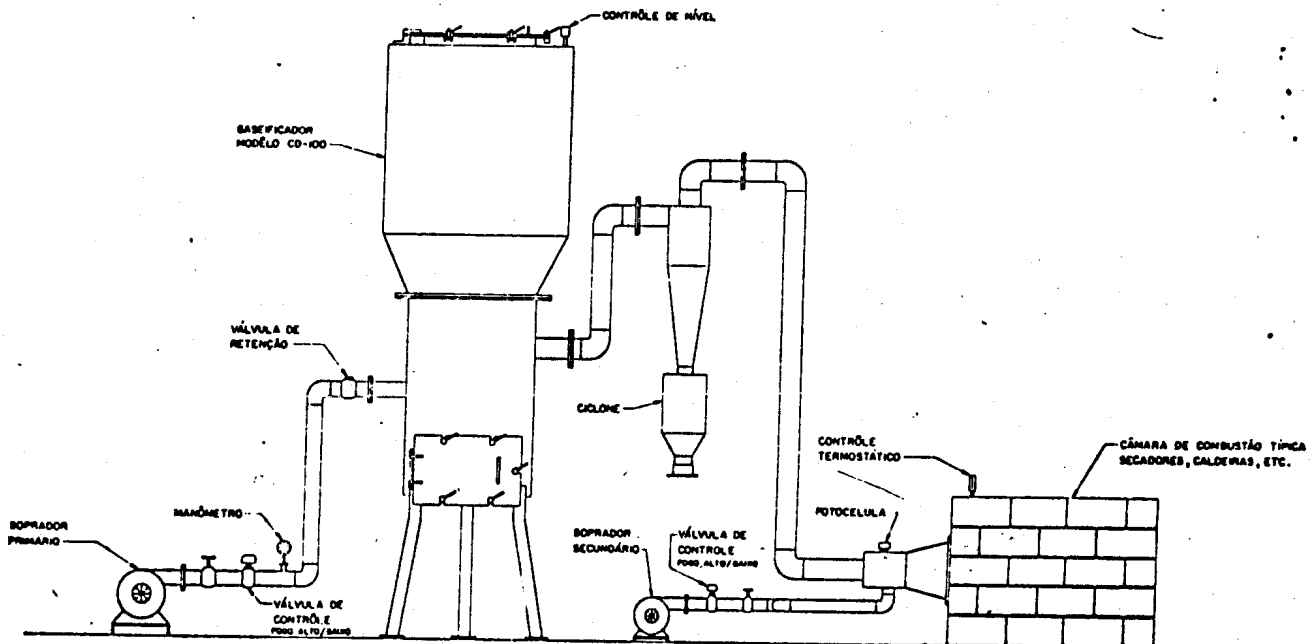


FIGURA 3  
TIPO LEITO FLUIDO

HILST, A. G. P. e KUSSIN, F. - GASEIFICADORES PARA PEQUENOS E MÉDIAS CONSUMIDORES - Energia, 3 (14), 19 (1981)

INSTALAÇÃO TÍPICA DO GASEIFICADOR MODELO CD-100

(CODETEC UNICAMP) \*



\* O TÍTULO CORRETO É GASIFICADOR (ES).

Handwritten signature and number 29.

#### 4.4 COMINUIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO GRANULOMETRICA

=====

#### TRATAMENTO MECANICO OU BENEFICIAMENTO FISICO

ABRANGE:

COMINUIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE DIMENSOES DAS PARTICULAS,  
CONCENTRAÇÃO E SEPARAÇÃO DE MINERAIS E  
AGLOMERAÇÃO OU ACREÇÃO DE PARTICULAS.

GERALMENTE, PRECEDE OS TRATAMENTOS EM MEIOS LIQUIDOS E TERMICOS.

=====

#### COMINUIÇÃO

VISA MODIFICAR O ESTADO DE PARTICULAS PARA PRODUZIR:

- 1ª - MENORES DIMENSOES E FORMAS IRREGULARES;
  - 2ª - NOVAS SUPERFICIES LIVRES;
  - 3ª - VARIAÇÕES NAS FORÇAS DE LIGAÇÃO NA ESTRUTURA CRISTALINA  
ATRAVES DA MUDANÇA DO NUMERO E DA DIMENSAO DE PARTICULAS E DA  
SUPERFICIE LIVRE DA PILHA
- A PRIMEIRA DEFINIÇÃO ESTA RELACIONADA COM O "ESTAGIO GROSSO" DA  
COMINUIÇÃO, ISTO E, A BRITAGEM.
- A SEGUNDA DEFINIÇÃO RELACIONA-SE COM AS OPERAÇÕES DE MOAGEM,  
QUE E O "ESTAGIO FINO" DA COMINUIÇÃO.
- A TERCEIRA DEFINIÇÃO CARACTERIZA A PULVERIZAÇÃO OU MOAGEM MUITO  
FINA E NAO NECESSARIAMENTE IMPLICA NA REDUÇÃO DA PARTICULA  
OU NO AUMENTO DO NUMERO DE PARTICULAS OU DE SUA AREA ESPECIFICA,  
MAS SOMENTE UMA VARIAÇÃO NAS SUAS PROPRIEDADES DIRECIONAIS DE  
SUPERFICIE.

7/20/2011  
30

## DUREZA

RESISTENCIA A PENETRAÇÃO PELA SUPERFÍCIE POR MEIO DE OUTROS MATERIAIS (PERFURAÇÃO, RISCO OU SULCO E CORTE).

SERVE COMO INDICATIVO DA ABRASIVIDADE DO MATERIAL, DA ESCOLHA DE UM ELEMENTO DE CORTE ADEQUADO OU PARA SELEÇÃO DO EQUIPAMENTO DE COMINUIÇÃO.

---

### ESCALA DE MOHS PARA DUREZA DINAMICA OU DE CORTE

UM MATERIAL MAIS MOLE E RISCADO POR OUTRO MAIS DURO.  
CADA ELEMENTO RISCA OS PRECEDENTES,  
SENDO RISCADO PELOS SUBSEQUENTES.

NA PRÁTICA, PODEMOS DETERMINAR A DUREZA, UTILIZANDO APENAS:  
A UNHA, UM ESTILETE DE AÇO E UM FRAGMENTO DE VIDRO

---

	MINKRAIS	RISCOS (NOWATZKI & ZELTZER)
DUREZA BAIXA	1 - TALCO	UNHA
	2 - GIPSITA	UNHA
DUREZA MEDIA	3 - CALCITA	CANIVETE E VIDRO
	4 - FLUORITA	CANIVETE E VIDRO
	5 - APATITA	CANIVETE E VIDRO
DUREZA ALTA	6 - ORTOCLASIO	RISCAM O VIDRO
	7 - QUARTZO	RISCAM O VIDRO
	8 - TOPAZIO	RISCAM O VIDRO
	9 - CORINDON	RISCAM O VIDRO
	10 - DIAMANTE	RISCAM O VIDRO

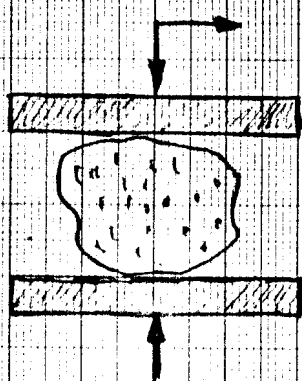
---

### MATERIAIS

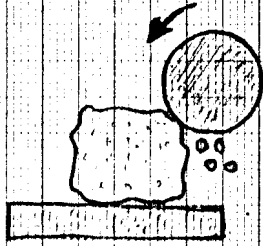
(PERRY & CHILTON, P. 8-8)

MOLES	1 - TALCO, TORTAS SECAS DE FILTROS-PRENSAS, CERAS, PEDRA-SABÃO, AGREGADOS DE SAIS CRISTALINOS	
	2 - GESSO, SAL DE ROCHA, SAIS CRISTALINOS, CARVAO	
	3 - CALCITA, MARMORE, CALCARIO FRIAVEL, BARITAS, GIZ E ENXOFRE	
MEDIA DUREZA	4 - FLUORITA, FOSFATO MOLE, MAGNESITA, CALCARIO	
	5 - APATITA, FOSFATO DURO, CALCARIO DURO, CROMITA, BAUXITA	
	6 - FELDSPATO, ILMENITA, ORTOCLASIO, HORBLENDAS	
DUROS	7 - QUARTZO, GRANITO	9 - CORINDO, SAFIRA, ESMERIL
	8 - TOPAZIO	10 - DIAMANTE

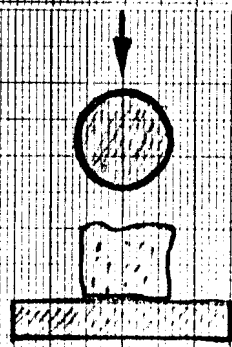
---



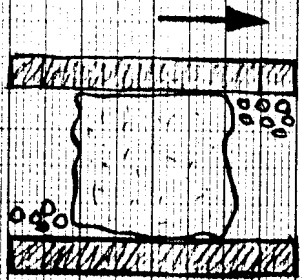
COMPRESSÃO ENTRE 2 FACES



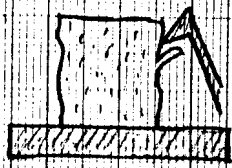
AÇÃO DE ROLO



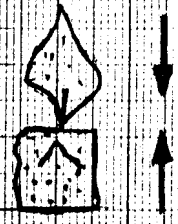
COMPRESSÃO POR IMPACTO



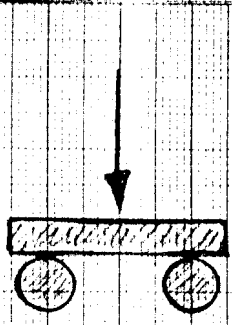
ATRIÇÃO OU ABRASÃO OU RASPAGEM



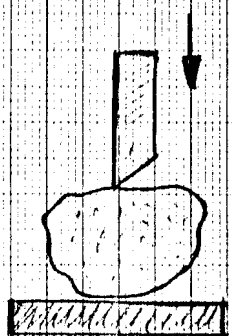
LASCAGEM OU RASPAGEM OU CORTE



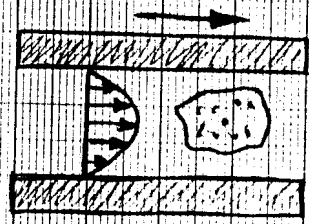
IMPACTO AUTÓGENO



FLEXÃO CRESCENTE



CORTE



ONDAS DE PRESSÃO OU JATO FLUIDO CONTRA PARTÍCULAS OU PAREDE DURA

MECANISMOS DE COMUNICAÇÃO MECÂNICA

NÃO-MECÂNICOS: CHOQUE TÉRMICO, COM EXPLOSIVOS, ELÉTRICOS.

Mecânica



FORMAS DAS PARTICULAS DO MATERIAL FRAGMENTADO

ESTAO RELACIONADAS COM A FACILIDADE OU DIFICULDADE DE EXTRAÇÃO QUIMICA OU FISICA: CORTE, POLIMENTO, ADERENCIA A AGLOMERANTES.

=====

**CLIVAGEM** - ROMPIMENTO EM SUPERFICIES PLANAS DEFINIDAS;

**PARTIÇÃO** - ROMPIMENTO DOS PLANOS DE MENOR RESISTENCIA ESTRUTURAL, SUSCEPTIVEIS DE RUPTURA EM ALGUNS ESPECIMES DO MINERAL MANIPULADO;  
PODE SER BASAL OU MULTIDIRECIONAL;

**NAO-PLANAR** - CONCHOIDAL, ESCAMOSA, FIBROSA, SERRILHADA, ANGULOSA, ASPERA.

=====

**CLASSIFICAÇÃO DA COMINUIÇÃO PELA DIMENSAO DAS PARTICULAS OBTIDAS**

=====

<b>CLASSE</b>	<b>DIMENSAO CARACTERISTICA, mm</b>
GROSSA	< 100
MEIO-GROSSA	< 10
MEIO-FINA	< 1
FINA	< 0,1
SUPERFINA	< 0,025
ULTRAFINA	< 0,010
COLOIDAL	< 0,005

=====

*Handwritten signature*  
32

## SELEÇÃO DE BRITADORES, MOINHOS E PULVERIZADORES

---

### SEGUNDO MOIR, BASEIA-SE EM:

- CARACTERISTICAS E PROPRIEDADES DO MATERIAL,
  - DIMENSOES DESEJAVEIS PARA O PRODUTO E
  - CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DESEJAVEL;
- 

### CRITERIOS DE HIXON, PRIOR, PREM E VAN CLEEF:

- REDUÇÃO ENTRE 2 FACES
    - PARA OBTER FRAÇÕES GROSSAS E MEIO-GROSSAS.  
BRITADORES DE MANDIBULA, GIRATORIO, CONICO, DE ROLOS
  - REDUÇÃO CONTRA 1 FACE
    - PARA OBTER FRAÇÕES MEIO-GROSSAS.  
BRITADOR DE IMPACTO PARA MATERIAIS DUROS, MEIO-DUROS E MOLES
    - **PARA OBTER FRAÇÕES MEIO-FINAS E ULTRAFINAS**  
MOINHO DE MARTELOS PARA MATERIAIS DE DUREZA MEDIA,  
MOINHO DE PINOS DE ROTAÇÃO LENTA PARA AGLOMERADOS E AMORFOS  
MOINHO DE PINOS DE ALTA VELOCIDADE PARA MATERIAIS MOLES,
  - REDUÇÃO A JATO FLUIDO
    - PARA OBTER FRAÇÕES SUPERFINAS E COLOIDAIIS  
MOINHO A JATO MICRONIZER OU **PANCAKE**, JATO EM **LOOP** OU **OVAL**,  
JATOS OPOSTOS OU **TROST**, JATO DE LEITO FLUIDIZADO  
JATO COM ALVO FIXO OU MOVEL,
  - REDUÇÃO POR AÇÃO DE CORPOS MOEDORES DE AÇO OU CERAMICOS
    - PARA OBTER ATE FRAÇÕES FINAS E ULTRAFINAS DE MATERIAIS  
**DUROS E MEIO-DUROS**,  
MOINHOS DE BOLAS, BARRAS, CILINDROS PEQUENOS, SEIXOS,  
MOINHOS DE PEDRAS OU AUTOGENO, DE VIBRAÇÃO.
-

## SELEÇÃO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE SISTEMAS DE COMINUIÇÃO

### - REGIMES DE OPERAÇÃO

- EM BATELADA

- CONTINUO EM CIRCUITO ABERTO

- CONTINUO EM CIRCUITO FECHADO

- POR VIA SECA

- POR VIA UMIDA

### - A MOAGEM A UMIDO SO E APLICAVEL EM MOINHOS DE BAIXA VELOCIDADE E SUAS VANTAGENS SAO:

(A) MENOR CONSUMO DE POTENCIA EM CERCA DE 20 A 30%;

(B) A CAPACIDADE DA INSTALAÇÃO E MAIOR;

(C) A REMOÇÃO DO PRODUTO FICA FACILITADA

(D) ELIMINA-SE A FORMAÇÃO DE POEIRA;

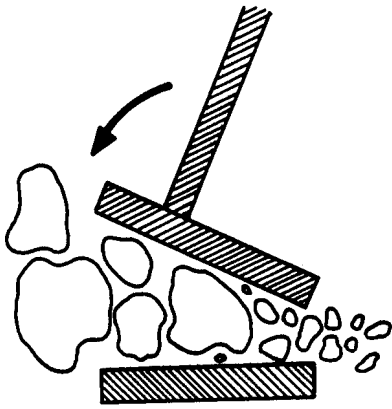
(E) OS SOLIDOS SAO MANEJADOS MAIS FACILMENTE.

### - AS DESVANTAGENS DA MOAGEM A UMIDO SAO:

- O DESGASTE DOS CORPOS MOEDORES E MAIOR EM 20%.

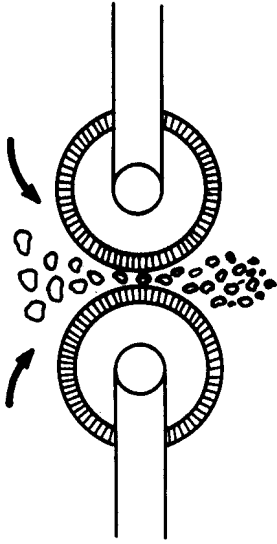
- E NECESSARIO SECAR O PRODUTO MOIDO.

BRITAGEM PRIMÁRIA VIA SECA



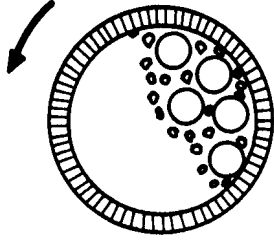
$A \geq 1 \text{ Pé}$   
 $P = 1/2 \text{ a } 3/4$

BRITAGEM SECUNDÁRIA VIA SECA



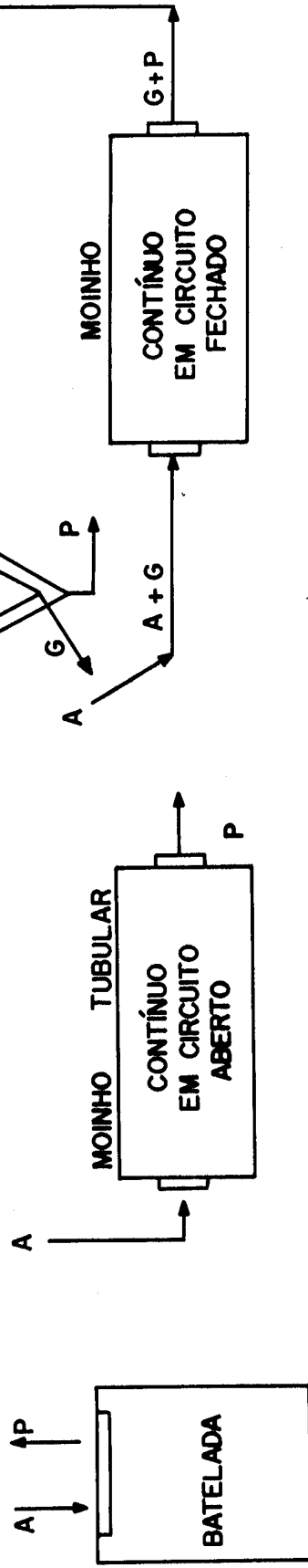
$A = 3/4 \text{ a } 2''$   
 $P \leq 1/4''$

MOAGEM COM BOLAS OU PULVERIZAÇÃO VIA SECA OU ÚMIDA



$A \leq 1/2''$   
 $P \leq 100 \mu\text{m}$

(A) ETAPAS TÍPICAS DA REDUÇÃO DE TAMANHOS



(B) REGIMES DE OPERAÇÃO INDUSTRIAL E LABORATORIAL

NOMENCLATURA : A = ALIMENTAÇÃO; P = PRODUTO; G = GROSSOS.

FIGURA OPERAÇÕES INICIAIS E CLASSIFICAÇÃO DE MINÉRIOS.