

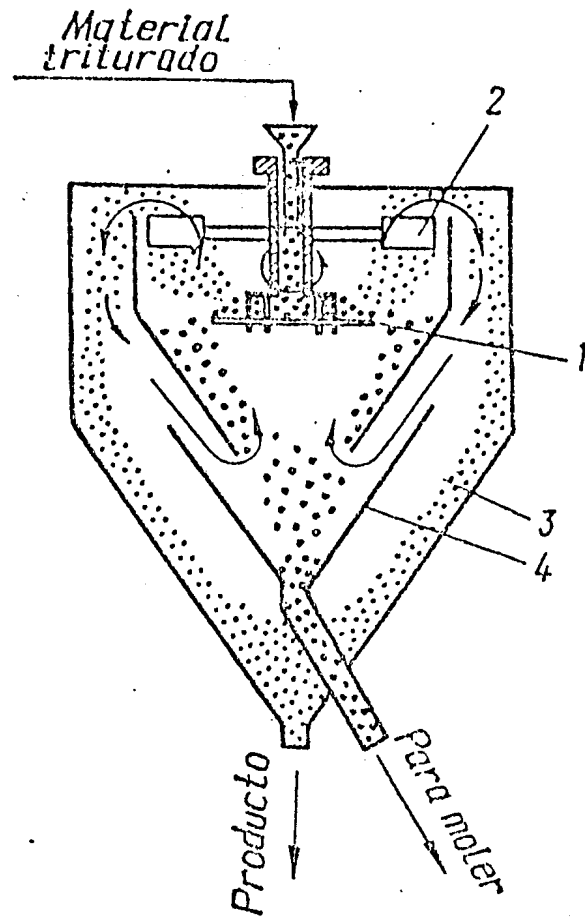
## SELEÇÃO DE CLASSIFICADORES DE PARTICULAS

### - SITUAÇÕES BASICAS DE CLASSIFICAÇÃO DE PARTICULAS :

- A SECO (PERRY 5ª, PAG. 8-29)  
(PERRY 5ª, PAG. 20-72)  
(PERRY 5ª, PAG. 21-38)
  
- PENEIRAS NOS CIRCUITOS BRITADORES,
- CLASSIFICADORES PNEUMATICOS EXTERNOS EM MOAGENS A SECO:
  - SEM INJEÇÃO DE AR DE ARRASTE, CIRCUITO FECHADO,
  - COM INJEÇÃO DE AR DE ARRASTE, CIRCUITO FECHADO E UM CICLONE INTERMEDIARIO.
  
- A UMIDO - EM CIRCUITO FECHADO, (PERRY 5ª, PAG. 8-31)  
(PERRY 5ª, PAG. 21-38)
  
- BACIA DE SEDIMENTAÇÃO
- CENTRIFUGAS CONTINUAS,
- CLASSIFICADORES A GRADE E A PARAFUSO,
- HIDROCICLONES,
- PENEIRAS.

NOTA: OS LAVADORES CITADOS EM PERRY 5ª, PAG. 20-90 DESTINAM-SE A REMOVER POEIRAS E NEVOAS DE GASES.

*Handwritten signature*  
36



MUJLISNOV, I. P., AVSILBOS, A. YA., FUKOR, I. E.; TUPALIKINA, E. S.  
 Fundamentos Técnicos de la Tecnología Química - p. 310,  
 Editorial Mir, Moscú, 1977.

SEPARADOR PNEUMÁTICO

33

#### 4.5 CONCENTRAÇÃO E SEPARAÇÃO DE MINERAIS OU ARTEFATOS

OBJETIVOS: SEPARAR MATERIAIS OU PEÇAS ATRAVES DAS SUAS DIFERENÇAS DE PROPRIEDADES FISICAS PARA OBTER UM CONCENTRADO.

=====

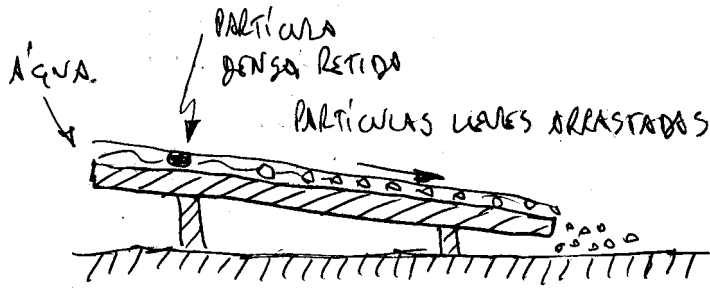
##### A - SEPARAÇÃO GRAVITACIONAL - POR DIFERENÇAS DE DENSIDADE

-----

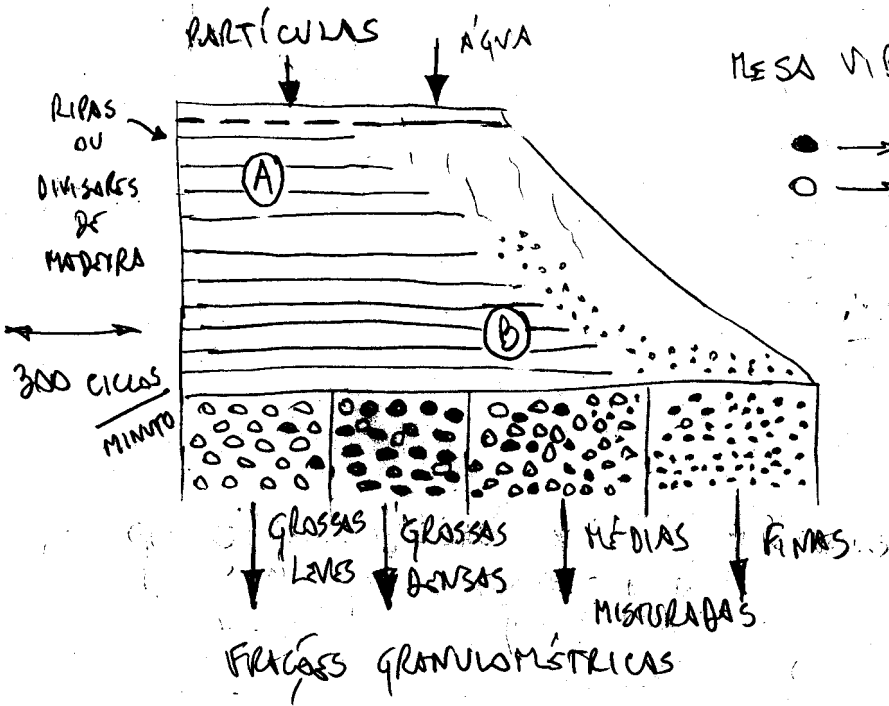
- **MESAGEM - EM MESAS CONCENTRADORAS E CALHAS FIXAS OU VIBRATORIAS:**
    - USA-SE ARRASTE DE PELICULA DE AGUA SOBRE A MESA LEVEMENTE INCLINADA - OS MENOS DENSOS ROLAM; OS PESADOS SAO RETIDOS;
  - A UMIDO - PARA DIMENSOES VARIANDO DE 3,5 A 0,105 mm;
    - USADO SE O MATERIAL SO CONTEM UM MINERAL VALIOSO;
    - AS DENSIDADES DEVEM DIFERIR SIGNIFICATIVAMENTE;
  - A SECO - OPERA COM MATERIAIS GROSSOS, DE 7,62 A 0,635 mm.
    - USADA QUANDO E INCONVENIENTE MOLHAR O MATERIAL;
    - USA-SE TAMBEM PARA LIMPEZA DE SEMENTES, CAFE CORTIÇA, BAGAÇO, FIBRAS, NOZES, E APARAS DE MADEIRA.
  - **CONCENTRADOR HELICOIDAL EM ESPIRAL HUMPHREYS - A UMIDO:**
    - OS LEVES DESCEM PELA PERIFERIA DA HELICE PADRAO (5 VOLTAS) E OS PESADOS JUNTO AO EIXO;
    - PARA SUSPENSOES DE FINOS DE 2 A 0,074 mm (10 A 200 MESH);
    - A AGUA PODE SER RECICLADA; O CUSTO OPERACIONAL E BAIXO.
  - **EM JIGS (JIGAGEM) - PARA MATERIAL GROSSEIRO MAIOR QUE 0,841 mm;**
    - A CORRENTE DE LIQUIDO PULSA ATRAVES DE UM LEITO DE MATERIAL MANTIDO SOBRE UMA PENEIRA ESTACIONARIA; ALTO CONSUMO DE AGUA;
    - OS PESADOS AFUNDAM E OS LEVES ASCENDEM PARA O TOPO;
  - **SEPARAÇÃO EM MEIO DENSO - PARA MATERIAIS DE 3,36 A 0,5 mm**
    - USA-SE UMA SUSPENSAO COM SOLIDOS PESADOS FINAMENTE DIVIDIDOS, COM DENSIDADE INTERMEDIARIA A DOS 2 MINERAIS A SEPARAR: O MENOS DENSO FLUTUA; O MAIS PESADO AFUNDA.
    - APLICAVEL A DIFERENÇAS DE DENSIDADE DA ORDEM DE 0,005.
- =====

*Handwritten signature*

# CONCENTRAÇÃO E SEPARAÇÃO DE PARTÍCULAS

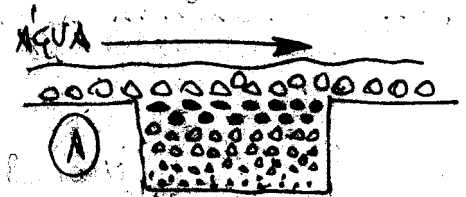


MESA OU CALHA FIXA  
COM ARRASTE POR  
PELÍCULA DE ÁGUA



MESA VIBRATÓRIA ("RIFFLE TABLE")

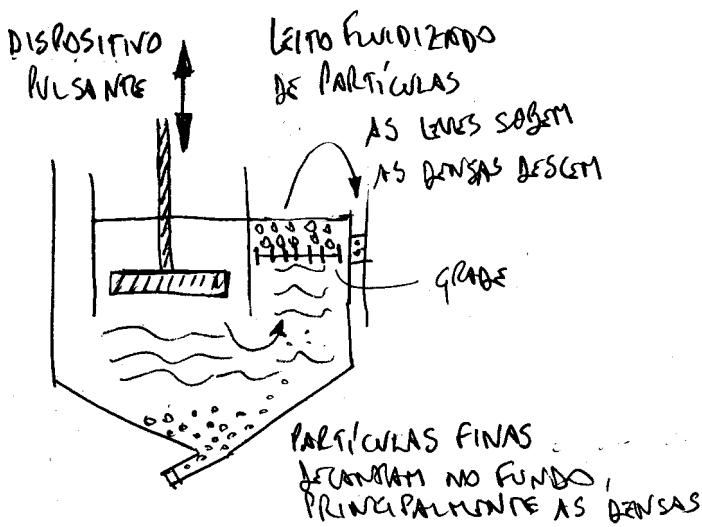
- → PARTÍCULA DENSA OU PESADA
- → PARTÍCULA LEVE



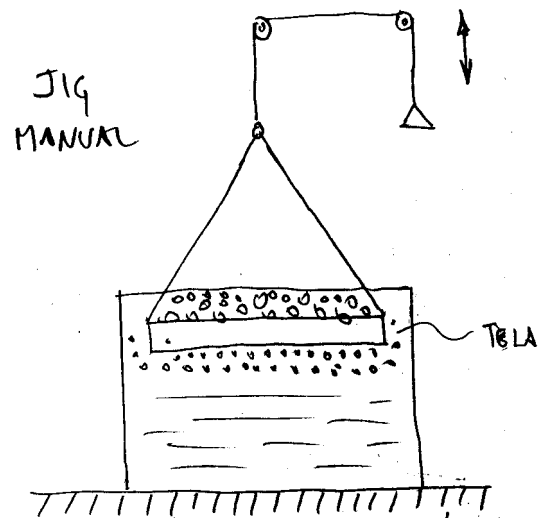
PARTÍCULAS LEVES GROSSAS ESCOAM ACIMA DAS DENSAS E DAS MÉDIAS E FINAS RETIDAS



PARTÍCULAS MÉDIAS LEVES E DENSAS ESCOAM MISTURADAS: SEPARAÇÃO INSUFICIENTE.



JIGAGEM OU PULSAÇÃO DO LEITO



PERRY (5a) FIG. 21.73 PAG. 21-4

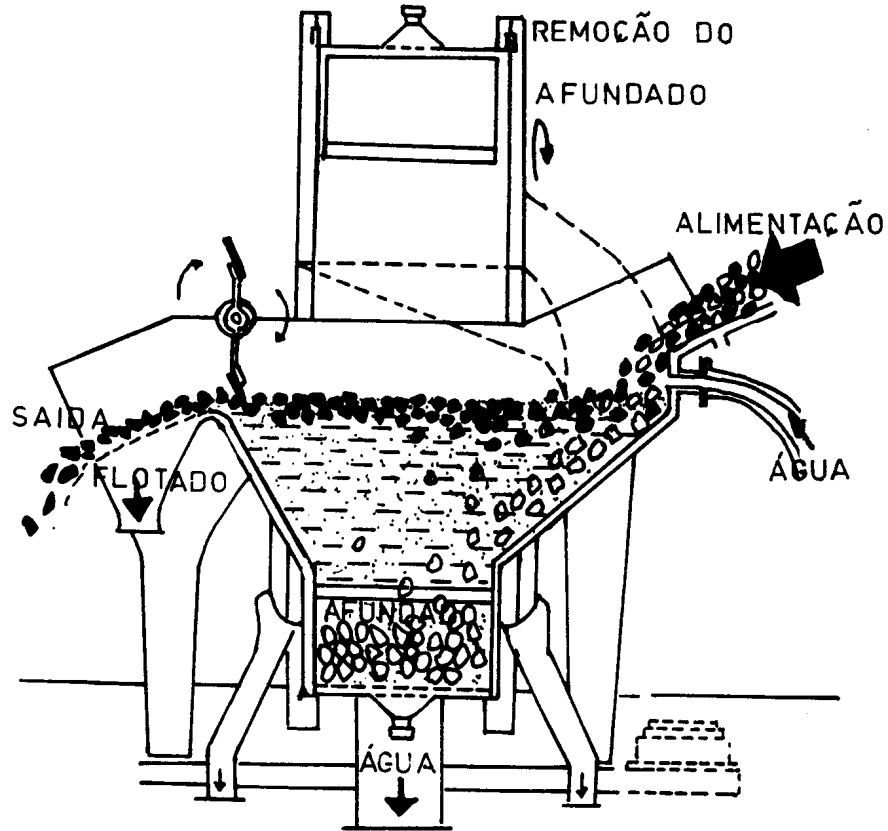


FIG. LAVADOR TESKA PARA CARVÕES

CONCARBO-1980

CONCARBO, SUBSÍDIOS A UMA POLÍTICA CARBOQUÍMICA PERMANENTE,  
PORTO ALEGRE, 1980.

Autores: Isaac Zilberman (Coord.)  
 Adolpho Schüller Neto  
 Genêdo Knöff de Freitas  
 Genêsis Rodrigo Neves  
 João Elias Goss  
 Ruy de Menezes Vallenova  
 Zuleika Carmo Lima da Silva

*[Handwritten signature]*  
40

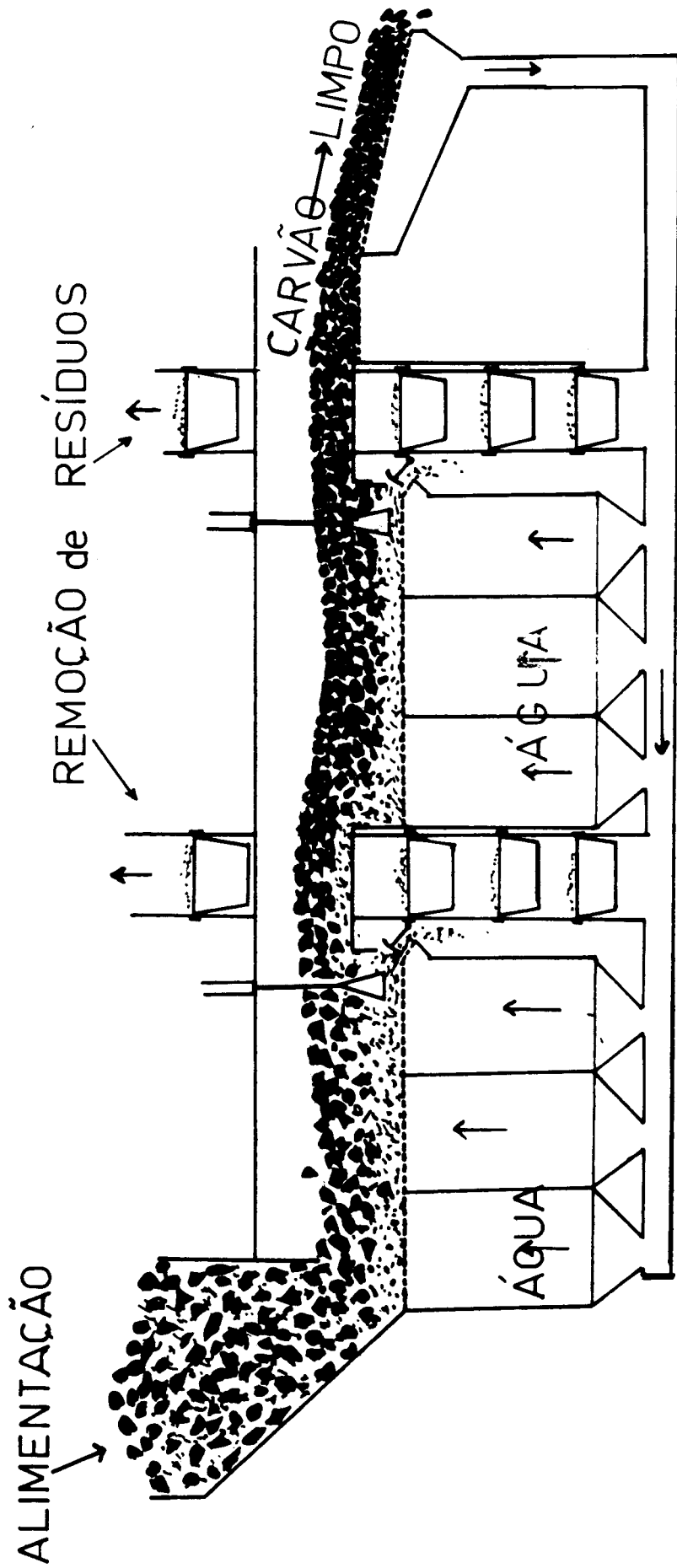
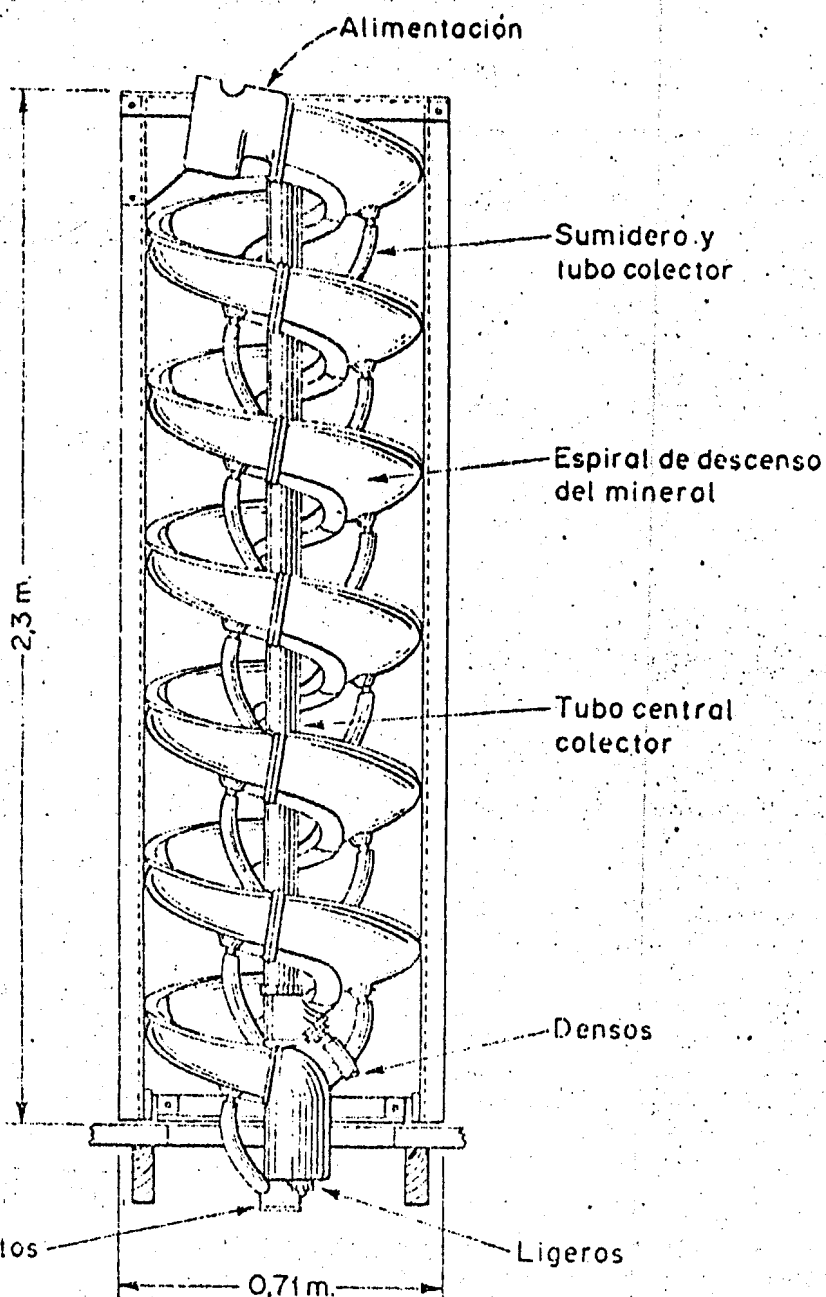


FIG. - CORTE ESQUEMÁTICO DE UM JIGUE

CONCARBO - 1980

*Handwritten signature*  
 76



Alimentación  
70-40 % sólidos.

ESPIRAL HUMPHREY

Fig. 2.29

GANDARA, S. L. O. - Operaciones de Separación en  
Metalurgia Extractiva - Alhambra, Madrid, 1976

Handwritten signature  
H2

=====

**B - SEPARAÇÃO POR DIFERENÇA DE TENSÃO SUPERFICIAL - FLOTAÇÃO**

-----

- BASEIA-SE NA MOLHABILIDADE DO SOLIDO POR UM LIQUIDO;
- INJETA-SE AR NUM TANQUE AGITADO, QUE CONTEM A POLPA, E OCORRE A ADESAO PREFERENCIAL DE ALGUMAS PARTICULAS AS BOLHAS DE AR, QUE CARREAM E DRENAM O RECIPIENTE COM O MINERAL VISADO.
  
- **MINERIO HIDROFOBICO**
  - APRESENTA BAIXA MOLHABILIDADE PELA AGUA;
  - FLOTA NA SUPERFICIE, ARRASTADO PELAS BOLHAS DE AR.
  
- **MINERIO HIDROFILICO**
  - APRESENTA ALTA MOLHABILIDADE PELA AGUA;
  - PERMANECE NA POLPA E DECANTA.

**AGENTES DE FLOTAÇÃO**

- **COLETORES** - DIMINUEM A MOLHABILIDADE DO SOLIDO, TORNANDO-O HIDROFOBO.
  - **ATIVADORES** - MELHORAM A AÇÃO DOS COLETORES.
  - **DEPRESSORES** - TRANSFORMAM A PARTICULA EM HIDROFILICA.
- 

**C - SEPARAÇÃO DE FASES SOLIDA E LIQUIDA**

-----

**ESPESAMENTO OU DECANTAÇÃO**

- VISA CONCENTRAR ATE 50% AS POLPAS OBTIDAS POR FLOTAÇÃO;
- PODE EMPREGAR FLOCULANTES;

**FILTRAÇÃO** - VISA REDUZIR A UMIDADE DO CONCENTRADO ATE ABAIXO DE 5%.

=====



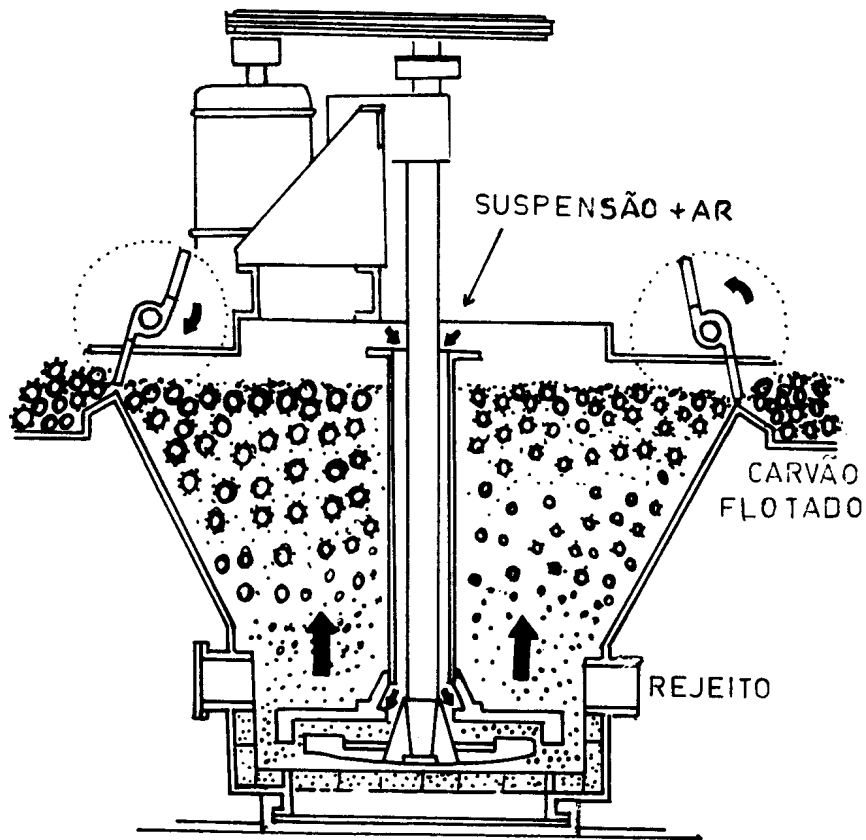


FIG. - UNIDADE DE FLOTAÇÃO DE CARVÃO

CONCARBS-1980

Handwritten signature  
44

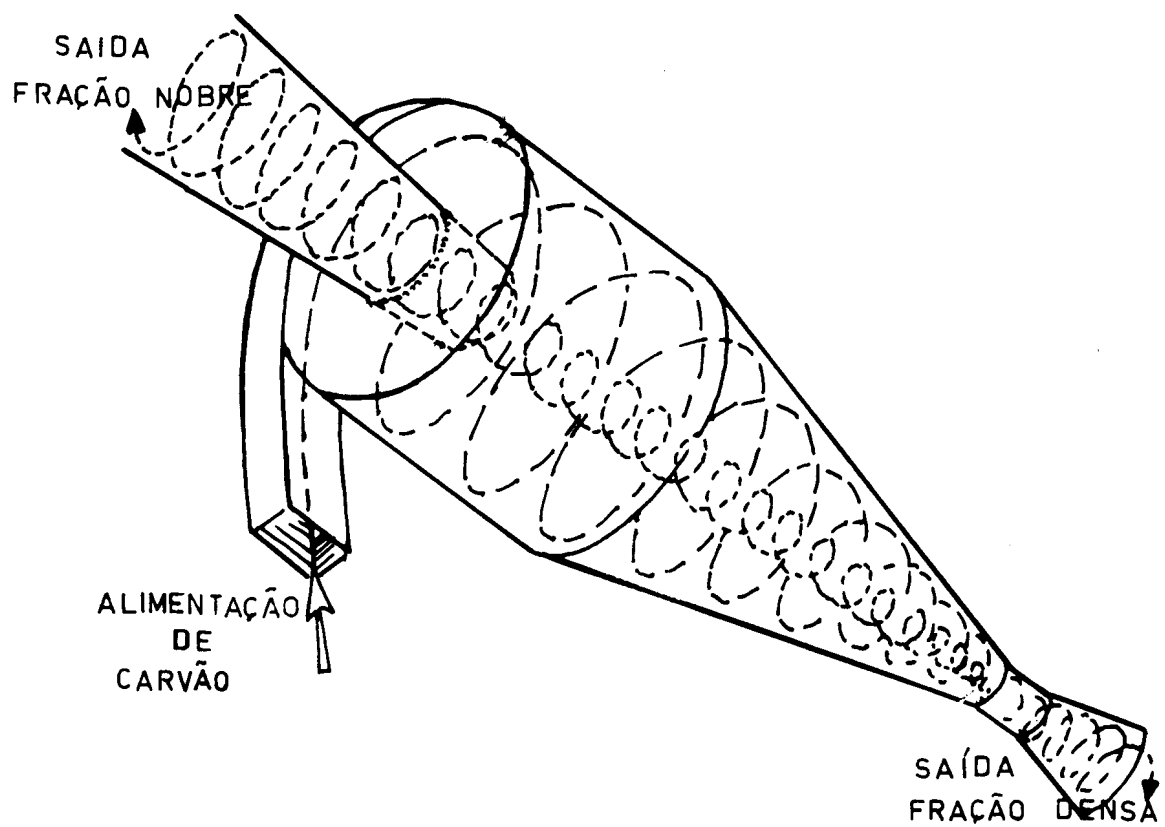


FIG. - CICLONE DE MEIO DENSO

CONCARBS - 1980

*Handwritten signature*  
45

=====

**D - SEPARAÇÃO MAGNETICA - EMPREGA ELETROIMAS.**

-----

MATERIAIS FERROMAGNETICOS - SAO FORTEMENTE ATRAIDOS POR UM IMA.

MATERIAIS PARAMAGNETICOS - SAO FRACAMENTE ATRAIDOS POR UM IMA.

MATERIAIS DIAMAGNETICOS - SAO FRACAMENTE REPELIDOS POR UM IMA.

-----

**E - SEPARAÇÃO ELETROSTATICA**

-----

- UTILIZA MAQUINAS ELETROSTATICAS BASEADAS NAS DIFERENÇAS DE  
CONDUTIVIDADE ELETRICA QUE ATRIBUEM CARGAS AS PARTICULAS;

- PARTICULAS MAIS CONDUTORAS GANHAM E PERDEM RAPIDAMENTE A CARGA;

- ENQUANTO A CARGA PERMANECER NA PARTICULA, ELA SERA ATRAIDA  
PELO CONDUTOR ATERRADO.

- OS COMPOSTOS DE MENOR CONDUTIVIDADE PERMANECERAO MAIS TEMPO  
ATRAIDOS E AGREGADOS PELO CONDUTOR ELETRICO.

-----

**F - SEPARAÇÃO SOLIDO - GASOSA**

-----

EM CAMARA GRAVITACIONAL - PERMITE DECANTAR PARTICULAS DE PO NA  
LINHA DE TIRAGEM DOS GASES DE EXAUSTAO  
POR REDUÇÃO DA SUA VELOCIDADE;

- LIMITA-SE A PARTICULAS > 0,043 mm.

EM CICLONES - SEPARA O PO POR INJEÇÃO TANGENCIAL DO AR NUMA CAMARA  
CILINDRICA, PROVOCANDO SUA CENTRIFUGAÇÃO CONTRA AS  
PAREDES INTERNAS DO MESMO; OCORRE DECANTAÇÃO RADIAL;

- PARA PARTICULAS > 5 MICROMETRO (0,005 mm).

EM PRECIPITADORES ELETROSTATICOS - POR VIA SECA OU UMIDA.

=====

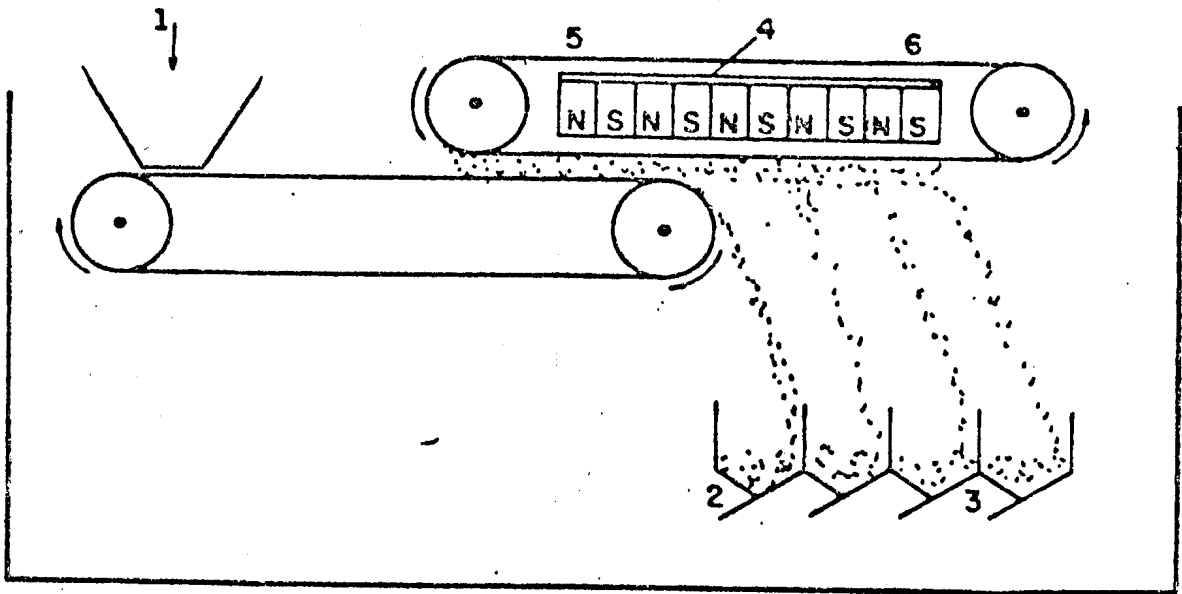


Fig. 2.12. Tipo de separador magnético. (1) Alimentação. (2) Fragmentos não-magnéticos. (3) Fragmentos magnéticos. (4) Bateria de ímãs eletromagnéticos. (5) ímã forte. (6) ímã fraco.

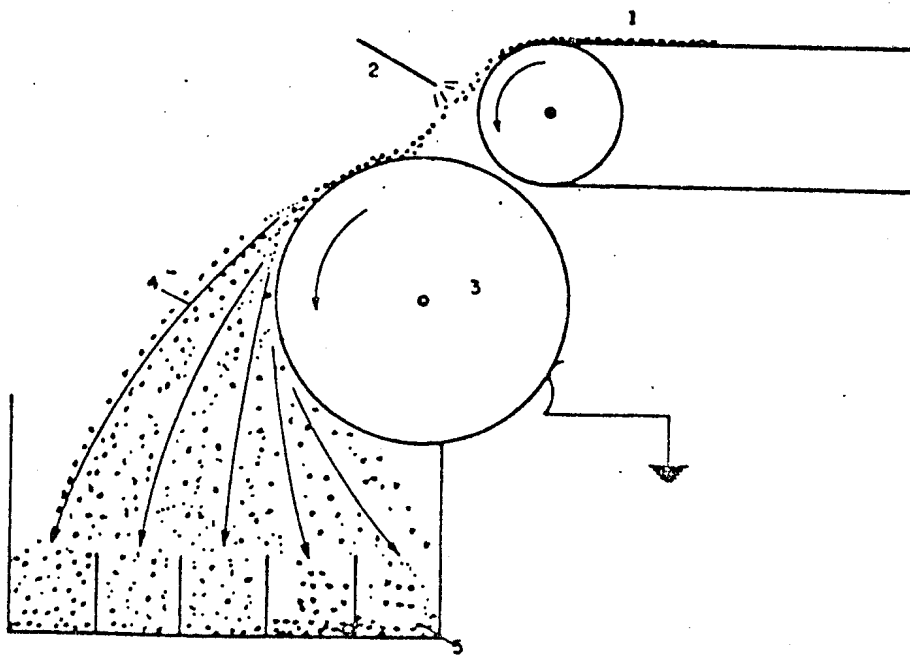


Fig. 2.13. Esquema de separador eletrostático. (1) Esteira de alimentação. (2) Eletrodos de alta tensão. (3) Tambor metálico ligado à terra. (4) Fragmentos de alta condutividade. (5) Fragmentos de baixa condutividade.

CAMPOS FILHO, M. P. - Introdução à Metalurgia Extractiva e  
 Siderurgia - LTC / FUNCAMP, Rio de Janeiro, 1981.

47

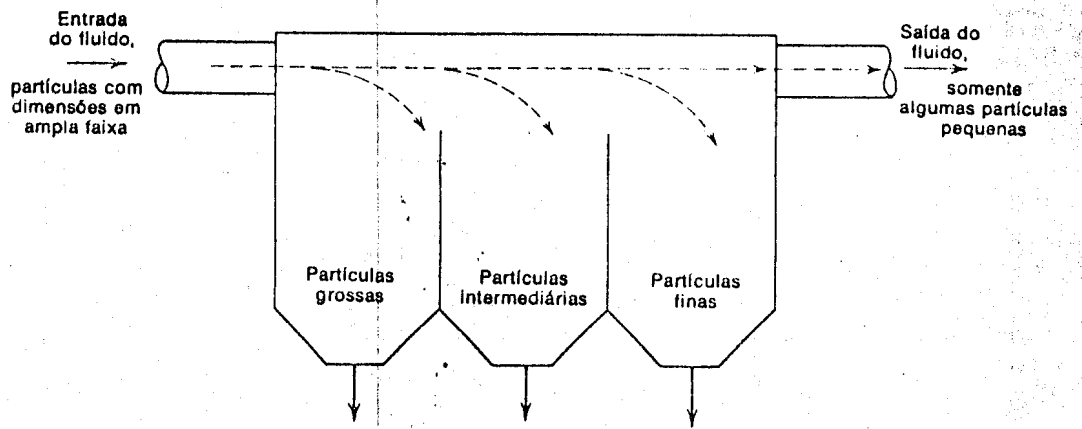


Fig. Tanque de sedimentação gravitacional.

FUST e outros, *Princípios das Operações Unitárias*, 2ª Edição  
 Ed. Guanabara Dois, RJ, 1972.

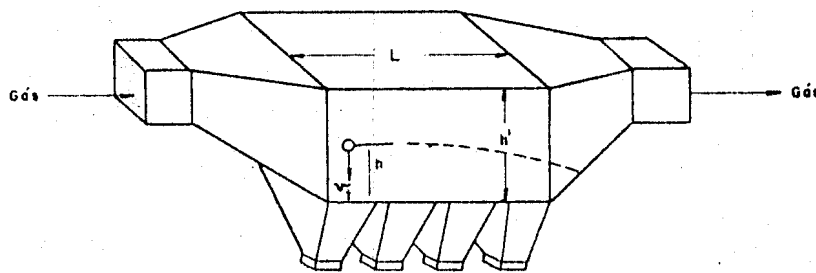


FIGURA Esquema de uma câmara gravitacional

MESANTA, A. L. S., GUMARDES, F. A. e NEFUSI, N. - *Engenharia de Ventilação Industrial* - CETESB / EDGARD BLÜCHER, 1ª Edição, SP, 1977

TABLA 2.4

Tamaños de partículas en los que se emplean los diferentes métodos de separación de sólidos

Propiedad física	Tamaño de las partículas (mm)					
	0,001	0,01	0,1	1	10	100
Color y aspecto					estrió	
Sólo tamaño	tamizado					
	ciclones líquidos					
	separación hidráulica - clasificadores					
	centrifugas					
Sólo densidad					medios densos con ciclones, conos y tanques	
Tamaño y densidad					criba hidráulica	
					mesa húmeda - espiral	
					(minerales) mesa seca (carbón)	
Permeabilidad magnética				separadores magnéticos secos		
				separadores magnéticos húmedos		
Conductividad eléctrica				separadores electrostáticos		
Mojabilidad superficial						
						flotación con espuma

GÓMEZ, J. L. O. - Operaciones de separación en Habilidad extractiva, Alhambra, Madrid, 1976.

20/11/2020  
F0

#### 4.6 AGLOMERAÇÃO OU ACREÇÃO

##### EMPACOTAMENTO DE PARTICULAS

###### EM MECANICA DOS SOLOS E GEOTECNICA:

###### 1 - ADENSAMENTO OU CONSOLIDAÇÃO

- E O PROCESSO DE EXPULSAO DE AGUA DOS VAZIOS DO SOLO AO LONGO DO TEMPO POR MEIO DE COMPRESSAO UNIDIRECIONAL.

###### 2 - COMPACTAÇÃO

- PROCESSO DE AUMENTO DA DENSIDADE DO SOLO POR MEIO DE IMPACTO DE PESOS, ROLAGEM DE ROLOS COMPRESSORES OU VIBRAÇÃO.

###### EM CIENCIA E TECNOLOGIA DE POS CERAMICOS E METALURGICOS

###### 3 - EMPACOTAMENTO

- E O ESTADO DE AGLOMERAÇÃO OU DISTRIBUIÇÃO FISICA DAS PARTICULAS E DOS INTERSTICIOS NUM VOLUME DE CONTROLE.

###### 4 - ADENSAMENTO

- E O PROCESSO DE ELIMINAÇÃO DE ESPAÇOS VAZIOS E DE FLUIDOS DE DENTRO DE UM VOLUME DE CONTROLE, VISANDO AUMENTAR O EMPACOTAMENTO DAS PARTICULAS DE UM CONJUNTO OU DE UM CORPO (SECO OU UMIDO), E, CONSEQUENTEMENTE, ADENSA-LO.

$$\text{FATOR DE EMPACOTAMENTO} = \frac{\text{VOLUME MEDIO DAS PARTICULAS}}{\text{VOLUME TOTAL DA AMOSTRA}} =$$
$$= 1 - \text{POROSIDADE}$$

*Handwritten signature*  
50

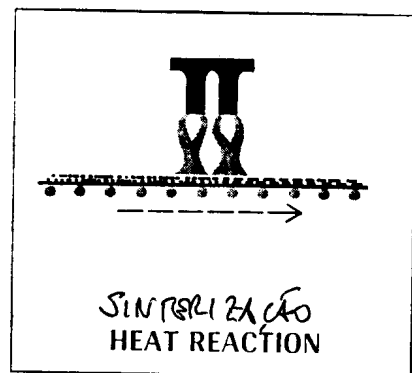
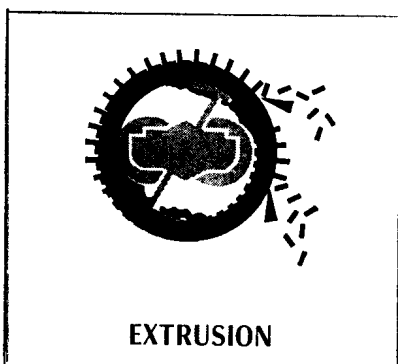
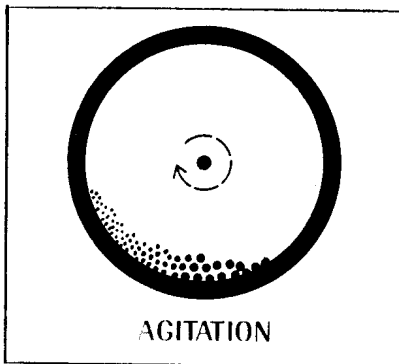
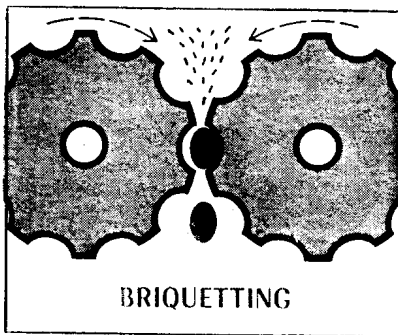
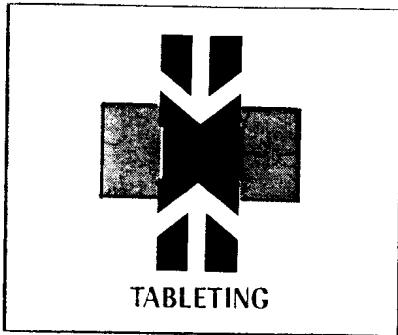
CONCEPÇÕES MACROSCÓPICAS  
(EQUIPAMENTOS)

# Agglomeration:

## Growing Larger in Applications and Technology

Today, pollution control is just one reason why the chemical engineer is paying increased attention to the benefits of forming small particles into larger masses—via tableting, briquetting, pelletizing, extrusion or heat bonding. Here are the latest developments in these and related techniques.

JON E. BROWNING, *Chemical Engineering*



51



## MECANISMOS DE LIGAÇÃO:

=====

### 1 - PONTES SOLIDAS - FORMADAS EM PROCESSOS DE:

- SINTERIZAÇÃO DE MINERIOS;
- CRISTALIZAÇÃO DE SUBSTANCIAS DISSOLVIDAS;
- ENDURECIMENTO DE AGENTES ADESIVOS.

### 2 - LIGAÇÃO LIQUIDA-MOVEL - COESÃO DAS PARTICULAS POR MEIO DE FORÇAS INTERFACIAIS E AÇÃO CAPILAR

2.1 - ESTADO PENDULAR - LENTICULAS LIQUIDAS NOS PONTOS DE CONTATO DAS PARTICULAS;

2.2 - ESTADO FUNICULAR - AS LENTICULAS COALESCEM;

2.3 - ESTADO CAPILAR - TODOS OS POROS DO AGLOMERADO ESTAO CHEIOS DE LIQUIDO.

### 3 - PONTE LIQUIDA IMOVEL - FORMADAS POR LIQUIDOS VISCOSOS

### 4 - FORÇAS INTERMOLECULARES E ELETROSTATICAS

- EXISTEM NAS PARTICULAS MUITO FINAS SEM A PRESENÇA DE PONTES MATERIAIS;
- TENDENCIA DE PARTICULAS ULTRAFINAS ( $D_p < 1$  MICROMETRO) AGLOMERAREM NUM PROCESSO DE AGITAÇÃO (MOAGEM, PENEIRAÇÃO)

### 5 - ENTRELACAMENTO MECANICO DAS PARTICULAS FIBROSAS.

=====

*Manoel*  
52

# CONCEPÇÕES MICROSCÓPICAS MECANISMOS DE LIGAÇÃO

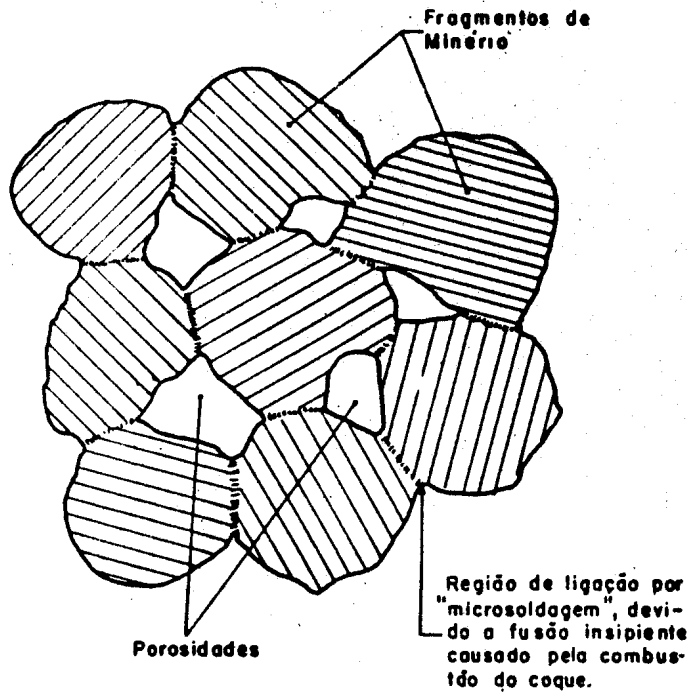


Fig. 4.3. Ilustração esquemática da estrutura microscópica de um bloco de minério sinterizado ou "sinter".

CAMPOS FILHO, M. P. - *Introdução à Metalurgia Extrativa e Siderurgia* - LTC/FUNCEP, Rio de Janeiro, 1981.



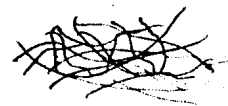
ESFÉRICA



NECULADA



CAPILAR



ENTRELACAMENTO  
MECÂNICO DE FIBRAS

ADAPTADO DA FIG. 8.67 - FERRY (5ª) PÁG. 8-55

*Handwritten signature*

## AGLOMERADO, AGREGADO E AGLOMERANTE

### AGLOMERADO

- PODE SER COMPOSTO POR 2 OU MAIS PARTICULAS, E/OU AGLOMERADOS MANTIDOS JUNTOS POR FORÇAS DE COESAO RELATIVAMENTE FRACAS (ELETROSTATICAS SUPERFICIAIS GERADAS DURANTE MANUSEIO OU PROCESSAMENTO).

### AGREGADO

- E UMA PARTICULA OU CONJUNTO DE PARTICULAS MANTIDAS JUNTAS POR FORÇAS COESIVAS QUIMICAS FORTES (ATOMICAS OU INTERMOLECULARES OU INTRAMOLECULARES)
- E ESTAVEL DURANTE O MANUSEIO NORMAL OU QUANDO SUBMETIDO A TECNICAS DE DISPERSAO USUAIS TAIS COMO AGITACAO EM ALTA VELOCIDADE E ULTRASSOM.

### AGLOMERANTE

- MATERIAL QUE, SOB DETERMINADAS CONDIÇOES, DESENVOLVE RESISTENCIA MECANICA, PODENDO LIGAR, UNIR OU ENVOLVER MISTURAS.
- SERVE PARA MELHORAR A RESISTENCIA DOS CORPOS COMPACTADOS.
- PODE SER EMPREGADOS EM TEMPERATURAS AMBIENTAIS E ELEVADAS.
- TIPOS: MATRICIAIS, PELICULARES, QUIMICOS

17/04/2017  
54

## FORMAS DO CRESCIMENTO DO AGLOMERADO:

- 1 - POR FORMAÇÃO DE NUCLEOS
- 2 - AGLOMERAÇÃO - AGREGAÇÃO PELA AGLUTINAÇÃO DE MATERIAIS DE ALIMENTAÇÃO/RECICLAGEM
- 3 - LAMERIZAÇÃO - DEPOSIÇÃO DE CAMADAS DE MATERIAIS BRUTOS SOBRE NUCLEOS JA EXISTENTES.

---

## LUBRIFICANTES

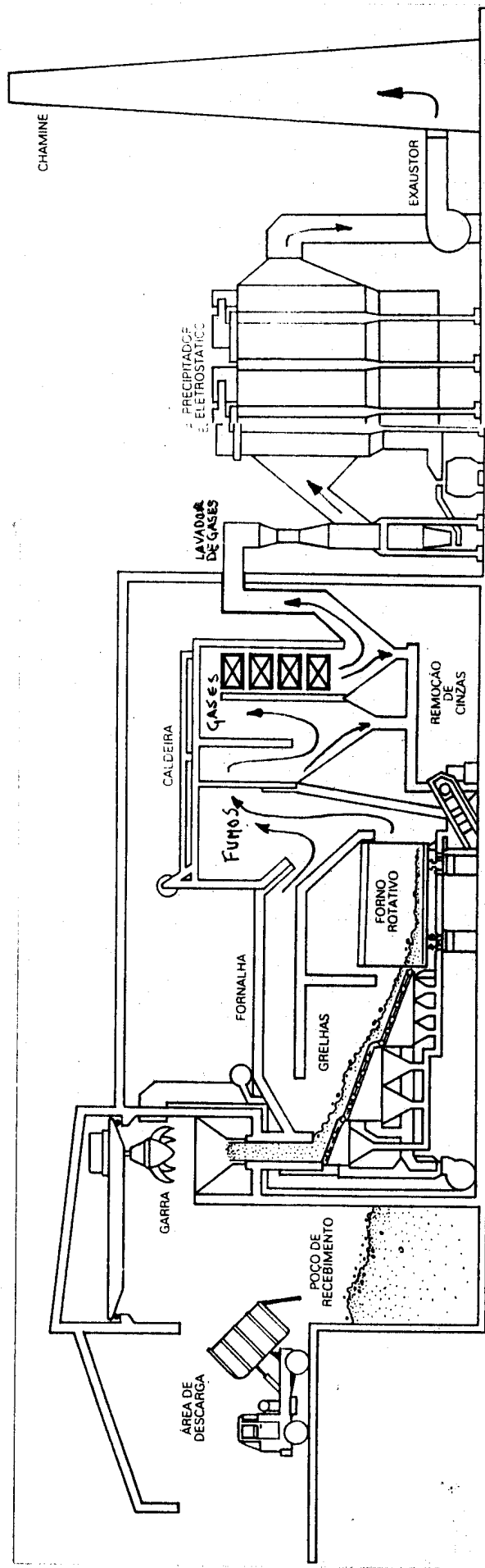
AUXILIAM A TRANSMISSÃO DE FORÇAS E REDUZEM A PEGA NAS SUPERFÍCIES DAS MATRIZES DE MOLDAGEM DE PEÇAS.

INTERNOS - MISTURADOS COM O MATERIAL QUE ESTA SENDO AGLOMERADO.

EXTERNOS - APLICADOS A SUPERFÍCIE DA MATRIZ DE MOLDAGEM.

---

*Handwritten signature*  
55



Aquecimento Industrial — Anexo 90

PROCESSO TÍPICO PARA INCINERAÇÃO DE LIXO, PRODUÇÃO DE AQUECIDOS LÍQUIDOS E ANÁLISES À FABRILHAS DE CIMENTO PORTLAND

56



## 6. RECICLAGEM DE PLASTICOS

Adaptado por Abraham Zakon de: [1] - PACHECO, E.B.A.V.; MANO, E.B. e OLIVEIRA, C.M.F. - Recuperação de plástico do lixo urbano - *Jornal de Plásticos*, 34 (794/795); 10-18 (1991); [2] - BONELLI, C.M.C.; MANO, E.B. e OLIVEIRA, C.M.F. - Refugos Plásticos e a poluição ambiental - *Jornal de Plásticos*, 34 (792/793); 3 (1991); [3] SCHLOSSER, M. - Alta pressão contra entulho e cinzas - p.14, e ZUNDORF, U. - Reciclagem de Plásticos - p. 44, *Reportagens Bayer* (64), outubro (1991); [4] GUEDES, B. e FILKAUSKAS, M.E. - O Plástico - Livros Erica Editora Ltda, São Paulo, 1986.

### 6.1 - CARACTERISTICAS GERAIS DOS LIXOS PLASTICOS

- O MAIOR MERCADO DE PLASTICOS E O DE EMBALAGENS;
- OS PLASTICOS DE LONGA VIDA SAO USADOS EM ELETRODOMESTICOS, SOM, VIDEO, COMPUTADORES, E AUTOMOVEIS;
- SUA DEGRADAÇÃO EXPONTANEA DURA MUITOS ANOS;
- A QUEIMA PRODUZ GASES TOXICOS;
- O DEPOSITO EM ATERROS CONTAMINA LENÇÓIS FREATICOS PELA DECOMPOSIÇÃO DO LIXO ORGANICO;
- CADA TIPO DE PLASTICO TEM SUA PROPRIA ESTRUTURA QUIMICA E SEU PONTO DE FUSAO OU DE DECOMPOSIÇÃO;
- MESMO TENDO O MESMO PONTO DE FUSAO, PODEM SER INCOMPATIVELIS.
- E MUITO DIFICIL OU IMPOSSIVEL, RECICLAR PLASTICOS DIFERENTES;
- SO PODEM SER RECUPERADOS APOS SEPARAÇÃO POR TIPOS IDENTICOS;
- A QUALIDADE DO PLASTICO DIMINUI DEPOIS DE CADA RECICLAGEM.

## 6.2 - SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA O PROBLEMA DO LIXO PLÁSTICO:

### - EMPREGO DE MATERIAL DEGRADÁVEL:

- É MAIS CARO;
- DESCONHECEM-SE OS EFEITOS DOS PRODUTOS DA DEGRADAÇÃO, QUE PODEM SER TÓXICOS;
- USO RESTRITO A MOLDAGEM DE ALGUNS ARTEFATOS;

### - INCINERAÇÃO:

- VISA DIMINUIR O VOLUME DE LIXO;
- NÃO RECUPERA A ENERGIA DECORRENTE DA QUEIMA;

### - ATERRO SANITÁRIO:

- ENFRENTA A DIFICULDADE DA FALTA DE ESPAÇO;
- AS EMBALAGENS PLÁSTICAS TEM GRANDE VOLUME ESPECÍFICO E AFLORAM LENTAMENTE A SUPERFÍCIE - SÃO AS MAIS VISÍVEIS;

### - RECUPERAÇÃO DE PEÇAS:

- POUPA 85-90% DE ENERGIA CONSUMIDA NA SUA FABRICAÇÃO;
- CUSTA MENOS E TEM QUALIDADE INFERIOR AO DE NOVAS PEÇAS;
- PERMITEM ESTOCAGEM ATÉ QUE SEJA ECONÔMICO RECICLAR;

## 6.3 - CLASSES DE MATERIAIS DE LIXO PLÁSTICO:

### - TERMOPLÁSTICOS

- FUNDEM POR AQUECIMENTO E SOLIDIFICAM POR RESFRIAMENTO.

EX.: LDPE, HDPE, PP, PS.

- SÃO DE FÁCIL RECUPERAÇÃO;

### - TERMORRIGIDOS

- PODEM SER FUNDIDOS, MAS SOFREM RETICULAÇÃO QUÍMICA QUE OS TRANSFORMA EM ESTRUTURAS INSOLÚVEIS E INFUSÍVEIS, TORNANDO A RECUPERAÇÃO DISPENDIOSA.
- PODEM SER USADOS COMO COMBUSTÍVEIS;
- PODEM SER COMINUIDOS E USADOS COMO CARGA OU FILER.

*manini*  
59

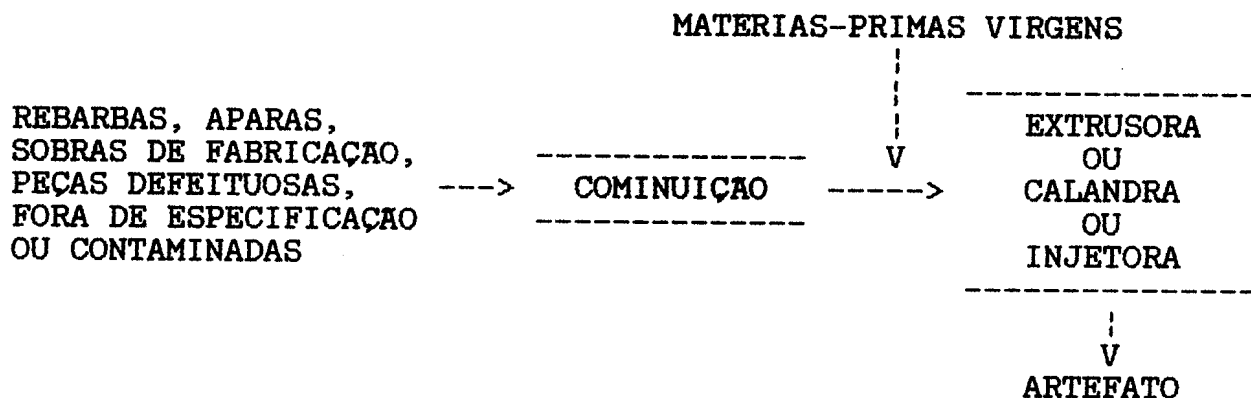


#### 6.4 - CLASSES DE RECICLAGEM DO LIXO PLASTICO:

=====

#### PRIMARIA (FISICA) - RECUPERAÇÃO FEITA NA PRÓPRIA FÁBRICA:

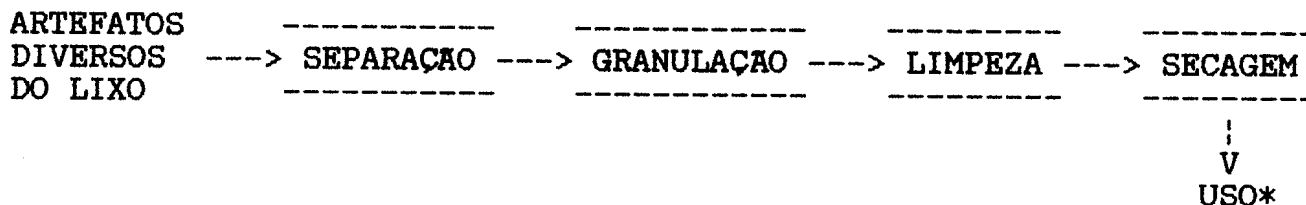
-----



- DESVANTAGENS - DEGRADAÇÃO PROGRESSIVA DO MATERIAL REPROCESSADO
- CONTAMINAÇÃO DO PLÁSTICO RECICLADO;
  - DIFICULDADE DE MANIPULAÇÃO DE REJEITOS DE BAIXA DENSIDADE (ESPUMAS, FILMES);
- 

#### SECUNDARIA (FISICA) - RECUPERAÇÃO DE PEÇAS JOGADAS AO LIXO URBANO:

-----



\* PODE SER RECICLADO COM/SEM ADIÇÃO DE MATERIA-PRIMA VIRGEM;

- DESVANTAGENS - OS MESMOS DA RECUPERAÇÃO PRIMARIA;
- EM GERAL, ESTA MISTURADO COM MATERIAIS DIFICEIS DE SEPARAR, O QUE DIMINUI A QUALIDADE DO PRODUTO.
- =====

*Handwritten signature*  
60

6.4 - CLASSES DE RECICLAGEM DO LIXO PLASTICO (CONTINUAÇÃO):

=====

TERCIARIA (QUIMICA) - DECOMPOSIÇÃO DE ARTEFATOS POR:

-----

	HIDROGENAÇÃO	OU
	ALCOOLISE/GLICOLISE	OU
	E HIDROLISE	
RESIDUOS POLIMERICOS	----->	MONOMEROS OU OLIGOMEROS *

\* PARA PRODUZIR OUTROS MATERIAIS SINTETICOS.

APLICAÇÕES - PRODUÇÃO DE ESPUMAS RIGIDAS, OBTIDAS, EM PARTE, POR RECICLAGEM DE GARRAFAS DE PLASTICO PARA BEBIDAS E DE PELICULAS PARA RADIOGRAFIA;

DESVANTAGENS - OS TRATAMENTOS SAO CAROS; GERAM PRODUTOS IMPUROS;  
- JUSTIFICAM-SE QUANDO O PREÇO DO PETROLEO FOR BAIXO.

-----

QUATERNARIA (TERMOQUIMICA) - PIROLISE E/OU INCINERAÇÃO

-----

APLICAÇÕES - QUANDO NENHUMA OPÇÃO ANTERIOR E VIAVEL;  
- PARA OS RESTOS (LEVES) DA TRITURAÇÃO DE AUTOMOVEIS;  
- PIROLISE (CRAQUEAMENTO, RETORTAGEM) DE PLASTICOS  
- FRACIONA COMPOSTOS QUIMICOS POR AÇÃO TERMICA (SEM O<sub>2</sub>).  
- A TEMPERATURAS BAIXAS - PRODUZ GAS, LIQUIDO E RESIDUO PARA SEREM QUEIMADOS NOUTRO LOCAL;  
- A TEMPERATURAS ALTAS - PRODUZ TERMoeLETRICIDADE, ESCORIA, RESIDUOS METALICOS, SAIS E ACIDOS

PODERES	PLASTICO	- 11.000 A 15.000 kcal/kg
CALORIFICOS	OLEO COMBUSTIVEL	- 10.000 kcal/kg
	LINHITO	- 4.800 kcal/kg

- AS POPULAÇÕES TEM MEDO DE EMANAÇÕES DE DIOXINAS E OUTROS TOXICOS.

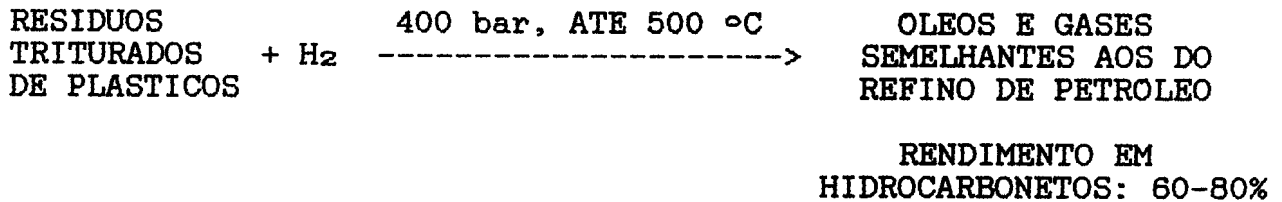
=====

*mmw*  
62

## 6.5 RECICLAGEM QUIMICA DE LIXO PLASTICO

---

- **HIDROGENAÇÃO** - ADICIONA HIDROGENIO A UMA MOLECULA DE COMPOSTOS DO CARBONO, PRODUZINDO CARBURANTES LIQUIDOS.

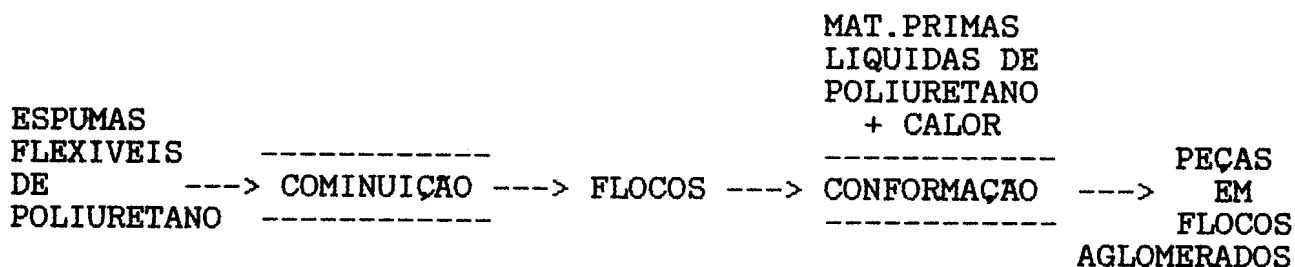


- **ALCOOLISE / GLICOLISE** - TRANSFORMA OS POLIESTERES, AS POLIAMIDAS E OS POLIURETANOS, USADOS NOS ASSENTOS DOS AUTOS, COM O AUXILIO DE GLICOIS, EM POLIOIS REGENERADOS.
  - VISA OBTER ESPUMA DO ENCHIMENTO DE PERFIS OCOS DE CARROCERIA.
  - POR ENQUANTO, SO 15% DO POLIOL OBTIDO PODE SER UTILIZADO.
- 

- **HIDROLISE** - DECOMPOSIÇÃO PELA AGUA DE POLIURETANOS, POLIESTERES E POLIAMIDAS ATE POLIOIS (SUBSTANCIAS ORIGINAIS).
  - RESIDUOS DE ESPUMA FLEXIVEL HIDROLISADOS GERAM POLIOIS IMPUROS; A OPÇÃO DA FLOCULAÇÃO É VANTAJOSA.
- 

*Prova:*  
62

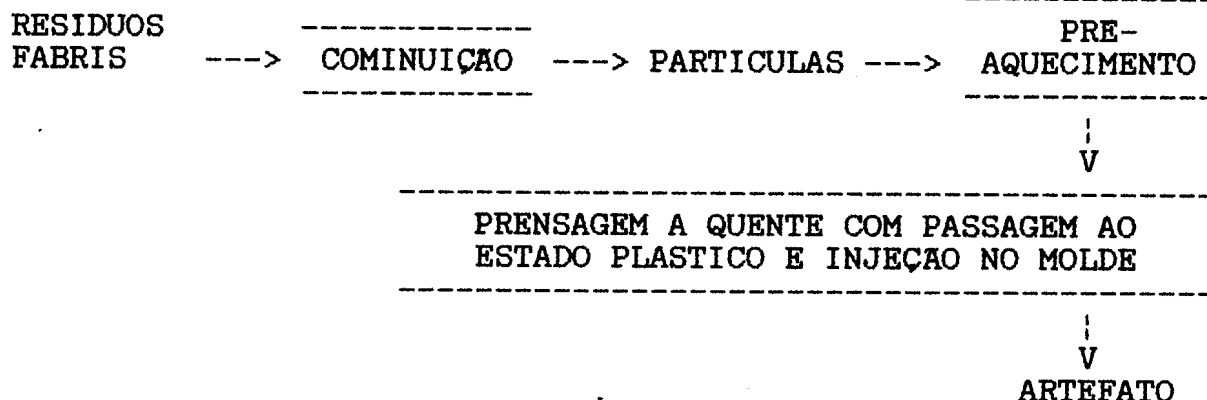
## 6.6 RECICLAGEM DE RESIDUOS DE ESPUMA FLEXIVEL DE POLIURETANO



- APLICAÇÃO: CONSUMO DE RESIDUOS DA PRODUÇÃO DE SOLAS DE CALÇADOS;
- AS MATERIAS-PRIMAS BASICAS PARA AS ESPUMAS FLEXIVEIS DE POLURETANO SAO FORMULADAS EM FUNÇÃO DO USO DO PRODUTO FINAL, E SO PODEM SER USADAS NA SUA FORMA PURA, E NAO COMO MISTURA.
- OS RESIDUOS DE ESPUMAS FLEXIVEIS DE POLIURETANO NAO PODEM SER RECOLHIDOS SEPARADAMENTE, IMPEDINDO OBTER SUBSTANCIAS PURAS.

## 6.7 RECICLAGEM DE RESIDUOS FABRIS DE POLIURETANO MOLDADO USANDO-SE A MOLDAGEM POR INJEÇÃO E REAÇÃO (REACTION INJECTION MOLDING-RIM)

- NO PROCESSO RIM USUAL DOIS REAGENTES LIQUIDOS SAO MISTURADOS SOB ALTA PRESSAO E INJETADOS NUM MOLDE, ONDE CATALISADORES PROMOVEM A REAÇÃO RAPIDA E ENDURECIMENTO, GERANDO MATERIAIS COM UMA ESTRUTURA RETICULADA (RIGIDA),QUE FUNDEM SOB AÇÃO DO CALOR.

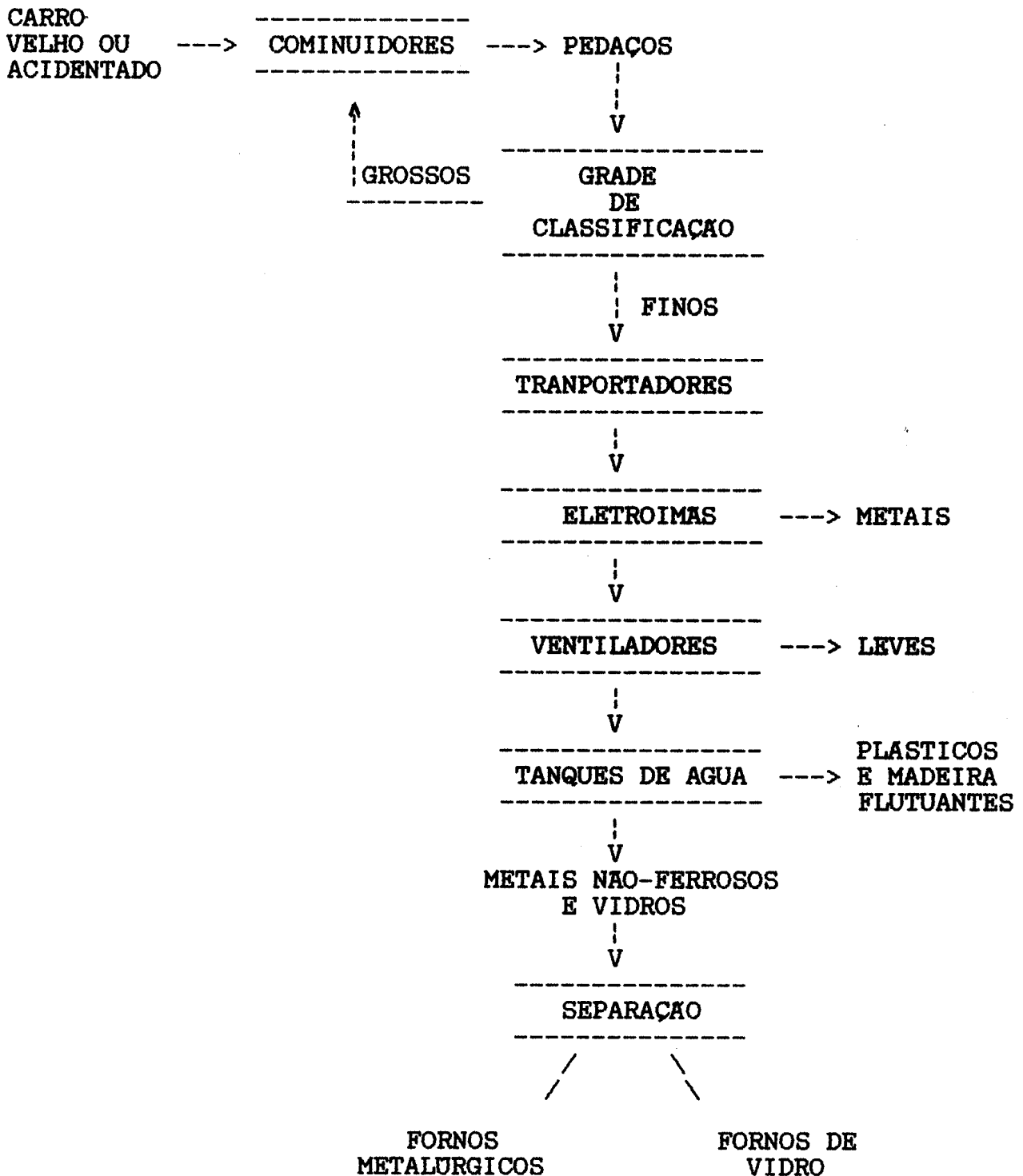


- APLICAÇÕES: TAMPAS DE BATERIAS, REVESTIMENTOS DE CAIXAS DE RODAS, PEÇAS DE COBERTURA DO CHASSI

*Prunari*  
63

## 6.8 A RECICLAGEM DE SUCATA AUTOMOBILISTICA METALICA E PLASTICA

### A - METODO VIGENTE



### B - METODO EM ESTUDO OU RECICLAGEM ECOLOGICA TOTAL

- CONSISTE NA DESMONTAGEM COM OPERARIOS ESPECIALIZADOS;
- E O UNICO MODO DE SEPARAR O AÇO DOS PLASTICOS.

*M. M. M.*  
64

## 7. RECICLAGEM DE REJEITOS INDUSTRIAIS PARA USO EM CONSTRUÇÃO CIVIL

Adaptado por Abraham Zakon de [1] SCHLOSSER, M. - Alta pressão contra entulho e cinzas - p.14, Reportagens Bayer (64), outubro (1991) e [2] CINCOTTO, M.A. - Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil - Tecnologia de Edificações, IPT/DEd 01/24, A Construção, p.41 agosto 84.

### 7.1 UMA EXPERIENCIA ALEMA EM ANDAMENTO PARA OTIMIZAR ATERROS:

- VARIOS RESIDUOS DE PRODUÇÃO QUIMICA SAO DE NATUREZA INORGANICA.
- OS REJEITOS ORGANICOS PODEM SER INCINERADOS.
- AS CINZAS E ESCORIAS RESULTANTES DE INCINERAÇÃO TEM SIDO LANÇADAS EM ATERROS OU EMPREGADAS NA PRODUÇÃO DE CIMENTOS E SIMILARES.
- PROBLEMA: VOLUMES CRESCENTES DE ATERROS INDUSTRIAIS!  
SOLUÇÃO EM ESTUDOS:
  - FRAÇÕES GRANULOMETRICAS GROSSAS SERVEM DE MATERIAL DE DRENAGEM;
  - FRAÇÕES FINAS SOFREM COMPACTAÇÃO SOB PRESSÃO DE 500 ton FORNECENDO PLACAS INORGANICAS INCOMBUSTIVEIS DE 50 x 50 cm
  - VANTAGENS: - REDUÇÃO DE PERMEABILIDADE A AGUA;
    - RESISTENCIA AOS FENOMENOS DE EROÇÃO;
    - REDUÇÃO DO VOLUME EM QUASE UM TERÇO;
  - REQUISITOS BASICOS PARA COMPACTAR MISTURAS DE REJEITOS/RESIDUOS:
    - COMPATIBILIDADE GRANULOMETRICA: FATOR DE EMPACOTAMENTO MAXIMO;
    - ESTABILIDADE QUIMICA DA MISTURA COMPACTADA.

### 7.2 CLASSIFICAÇÃO DE REJEITOS PARA INDUSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A OECD - ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT ESTABELECEU AS SEGUINTEs CATEGORIAS DE RESIDUOS E SUBPRODUTOS:

- I - DE MINERAÇÃO
- II - DE METALURGIA
- III - INDUSTRIAIS (QUIMICOS)
- IV - MUNICIPAIS
- V - AGRICOLAS E FLORESTAIS

*Handwritten signature*  
65

## USO POTENCIAL (P) E ESTABELECIDO (E) DE REJEITOS EM RODOVIAS

Original de CINCOTTO, M.A. - Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil - Tecnologia de Edificações, IPT/DED 01/24, A Construção, p.41 agosto 84.

Usos	Aglomerante	Agente estabilizante	Carga	Concreto de Cimento Portland	Agregado			Aterros (filler) Melhoría de Sub-bases
					Concreto Asfáltico de Revestimento	Concreto Asfáltico Aglomerante de Revestimento	Base e Sub-base	
<b>Resíduos e Sub-produtos</b>								
<b>I. De Mineração</b>								
a) rejeitos de minas de carvão	-	P	P	P	P	P	P	E
b) resíduos de pedreira	-	-	-	-	-	-	-	-
c) refugos de mina	-	-	-	-	-	-	-	-
d) resíduos de ardósia	-	-	-	P	P	P	P	P
e) resíduo de xisto betuminoso	-	-	-	-	-	-	-	-
f) areia de tratamento de argila	-	-	-	E	-	-	E	E
g) sal de potássio	-	-	-	-	-	-	P	P
<b>Refugos</b>								
a) minério de ferro	-	-	-	-	E	E	E	E
b) taconita	-	-	-	-	E	E	E	E
c) fluorapatita	-	-	-	-	-	-	P	P
d) chumbo-zinco	-	-	P	-	-	-	P	P
e) cobre	-	-	-	-	-	-	P	P
f) ouro	-	-	-	-	-	-	P	P
<b>Lamas: lama vermelha-alumina</b>								
-	-	P	-	-	-	-	-	-
<b>II. Metalúrgicos</b>								
<b>escórias ferrosas</b>								
a) escória de alto-forno resfriada ao ar granulada	E	E	-	E	E	E	E	E
pelotizada	E	E	-	E	-	P	P	-
expandida	-	-	-	E	-	-	-	-
b) refino do aço	P	P	-	-	E	E	E	E
<b>escórias não ferrosas</b>								
a) zinco (chumbo, Zn/Pb)	-	P	-	E	-	P	P	P
b) cobre	-	P	-	-	-	-	E	E
c) níquel	-	P	-	-	-	-	E	E
d) fosfato	-	P	-	E	-	E	E	E
areia de fundição	-	-	-	-	-	-	-	P
resíduo cerâmico	-	-	-	-	-	P	P	P
<b>III. Industriais</b>								
<b>Cinza</b>								
a) volante	E	E	E	E	P	P	E	E
b) de grelha	-	-	-	-	E	E	E	E
c) mista	-	-	-	-	-	-	-	-
pó do forno	-	-	E	-	-	-	-	E
enxofre	E	-	-	-	-	-	-	-
depósito de dragagem	-	-	-	P	P	P	P	E
caldeira e forno	-	-	-	-	-	-	-	E
clínquer e escória	-	-	-	-	E	E	E	E
plásticos	-	-	-	P	P	P	-	P
cinza de pirita	-	-	-	-	-	-	-	E
<b>IV. Resíduos Municipais</b>								
<b>resíduo de incineração</b>								
a) cinza	-	P	P	-	-	-	-	E
b) clínquer	-	-	-	-	E	E	E	E
<b>resíduo de demolição</b>								
a) entulho	-	-	-	-	P	P	P	E
b) asfalto de pavimento	-	-	-	-	E	E	E	E
c) concreto de pavimento	-	-	-	P	E	E	E	E
vidros e cacos de vidro	-	P	-	-	-	P	P	-
pneus (e borracha)	-	-	-	-	E	P	-	-
óleos residuais	-	-	-	-	E	P	-	-
<b>V. Resíduos agrícolas e de madeira</b>								
a) casca e serragem	-	-	-	-	-	-	-	E
b) lignina	-	P	-	-	-	-	-	-
c) resíduos de fábrica de papel	-	P	-	-	-	-	-	E

70000  
6

## USOS PARA REJEITOS DE MINERAÇÃO

Original de CINCOTTO, M.A. - Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil - Tecnologia de Edificações, IPT/DEd 01/24, A Construção, p.41 agosto 84.

Resíduo e sub-produto	País											
	Bélgica	Canadá	Dinamarca	Finlândia	França	Alemanha	Itália	Holanda	Espanha	Suíça	Reino Unido	Est. Unidos
1. Mineração (mining and quarrying)												
a) rejeitos de minas de carvão	●	▽	△	△	●	●	△	●	●	△	●	*
b) resíduos de pedra inclusive capa	*	●	*	●	●	○	●	●	●	*	●	○
c) refugos de mina	▽	●	△	●	●	●	△	△	●	△	●	●
d) resíduo de ardósia	*	▽	△	*	▽	▽	*	△	●	△	*	▽
e) resíduo de xisto betuminoso	△	△	△	△	○	△	●	△	●	△	●	▽
f) areia de tratamento de argila	*	△	▽	△			▽	△	▽	△	●	▽
g) sal de potássio	△	△		△	*	*	△					
2. Refugos												
a) minério de ferro	▽	●	△	▽	●	▽	△	△		△	▽	▽
b) taconita	△	▽	△	△	△	△	△	△		△	△	●
c) fluorapatita	△	▽	△	△		▽	▽			△	▽	*
d) chumbo-zinco	△	▽	△					△				●
e) cobre	△	▽	△		△	▽	△			△	△	*
f) ouro	△	▽	△	△	△	△	△			△	△	*
3. Lamas (muds, sludges, slimes)												
a) lama vermelha (alumina)	△	▽	△	△	△	▽	*	△		△	▽	▽

Nota: Outros resíduos produzidos mas não utilizados em rodovia: areia residual de alcatrão e refugos de amianto, feldspato, talco e urânio.

**Legenda:**

- - Produzido e usado em rodovias
- \* - Produzido mas utilizado em rodovias em pequena quantidade
- - Produzido mas em uso experimental em rodovias
- ▽ - Produzido mas não usado em rodovias
- △ - Não produzido
- Em branco - Desconhecido ou não aplicado

*Handwritten signature*  
67



## APLICAÇÕES DE REJEITOS METALÚRGICOS

Original de CINCOTTO, M.A. - Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil - Tecnologia de Edificações, IPT/DEd 01/24, A Construção, p.41 agosto 84.

Resíduo	Fonte	Utilização
1. Escórias ferrosas a) Alto forno	Obtenção do ferro gusa em alto-forno e coque	Resfriada ao ar: Bases de rodovias, concreto asfáltico, lestro, aterro, concreto, lâ mineral  Expandida: Rodovias, concreto, agregado leve, alvenaria, blocos  Granulada: Rodovias, produção de cimento, piso industrial, ladrilho cerâmico
b) Refino	Aciarias	Bases e sub-bases de rodovias, concreto asfáltico, lestro, concreto, produção de cimentos Portland comum, de alto-forno e aluminoso, tijolos e blocos
2. Escórias não ferrosas a) cobre	Metalúrgicos	Bases de rodovias, aterro, reaterro, lestro, fibra de vidro, isolante
b) manganês		Produção de cimento
c) níquel		Bases de rodovias, lestro, aterro, pozolana, tijolo
d) zinco/chumbo		Aterro, agregado, materiais cerâmicos, pigmento
3. Areia de fundição	Moldes de metalúrgicas e de siderúrgicas	Aterro, base de tubulações, agregado, produção de cimento, pigmento

*Handwritten signature*  
68

## RECICLAGENS DE ALGUNS REJEITOS INDUSTRIAIS

Original de CINCOTTO, M.A. - Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil - Tecnologia de Edificações, IPT/DED 01/24, A Construção, p.41 agosto 84.

Resíduo	Fonte	Utilização
1. Cinza de carvão a) Cinza volante	Usinas termoeletricas Queima de carvão pulverizado	Concreto asfáltico, estabilização de bases com cal, cal e gesso, cimento, aterro, concreto, agregado leve, produção de cimento, grãute, blocos celulares
b) Cinza de grelha		Bases de rodovias, concreto asfáltico, estabilização com cal, aterro, produção de cimento, agregado leve, tijolo, blocos
c) Cinza de caldeira		Concreto asfáltico, estabilização com cal
2. Gesso	Indústria de fertilizantes	Bases, sub-bases e acostamento de rodovias, aterro, talude, estabilização de solo, produção de cimento, vedações verticais, blocos, argamassas.
3. Resíduo cerâmico	Indústria cerâmica	Concreto, blocos de concreto, bases
4. Papel a) Lama	Caustificação do efluente	Componentes, tijolo, painéis isolantes, chapas onduladas
b) Licor sulfítico		
5. Cimento a) Clínquer	Trocador de calor	Blocos
b) Finos	Gases de exaustão dos fornos	Estabilização de solo, concreto asfáltico, aterro
6. Lama de cal	Indústrias de acetileno, papel, fertilizantes, açúcar	Estabilização de solo, produção de cimento

*Assinado*  
69

## RECICLAGENS DE ALGUNS REJEITOS URBANOS

Original de CINCOTTO, M.A. - Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil - Tecnologia de Edificações, IPT/DED 01/24, A Construção, p.41 agosto 84.

Resíduo	Fonte	Utilização
1. Vidros	Material descartado	Concreto asfáltico, rodovias refletantes, materiais cerâmicos, materiais aerados, blocos, ladrilhos, fibras, tijolo
2. Pneus	Material descartado	Concreto asfáltico
3. De incineração	Lixo doméstico	Bases e sub-bases de rodovias, concreto asfáltico, estabilização com cimento, aterro, agregado leve
4. Plásticos	Lixo doméstico	Concreto asfáltico
5. De demolição	Concreto asfáltico	Reciclagem em concreto asfáltico
	Concreto	Agregado para concreto
	Aço	Concreto

## RECICLAGENS DE REJEITOS VEGETAIS E FLORESTAIS

Original de CINCOTTO, M.A. - Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil - Tecnologia de Edificações, IPT/DED 01/24, A Construção, p.41 agosto 84.

Resíduo	Fonte	
1. Madeira		
a) casca	Campo, descartadores de serraria, desdobro	Rodovias, aglomerados, placas, vedações verticais
b) Serragem e cavacos	Desdobro, beneficiamento, picadores	Rodovias, aglomerados, placas, tijolos, tijolos refratários, pisos, vedações verticais
2. Casca de arroz (cinza)	Beneficiamento do arroz	Tijolo sílica-cal, pozolana, produção de cimento

*Handwritten signature*  
70

## 8. RECICLAGEM DE REJEITOS DA MINERAÇÃO E PROCESSAMENTO DO XISTO

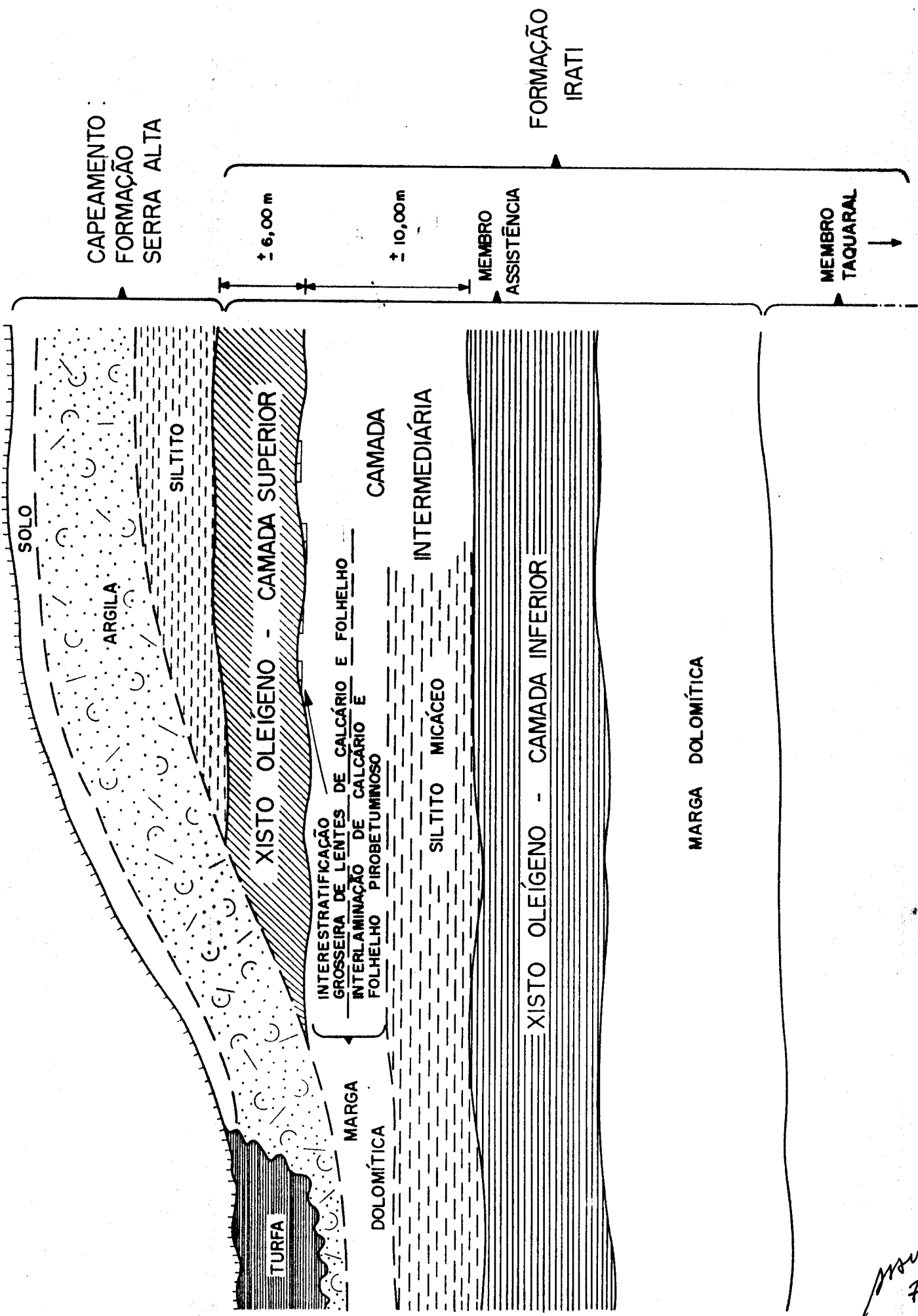
Referências: [1] SOUZA SANTOS, P. - Tecnologia de Argilas, aplicada às Argilas Brasileiras, 1ª Edição, 2 volumes, p.507,p.784, Editora Edgard Blücher e Editora da Universidade de São Paulo, Sao Paulo, 1975; [2] ZAKON, A. - Reciclagem de Rejeitos Sólidos Industriais: Desenvolvimento de Clinquer para Cimento Portland em Escala de Laboratório, a partir de Xisto Retortado do Processo Petrosix (Petrobrás) - Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991 (Orientador: Prof. Dr. Pérsio de Souza Santos)

### 8.1 POSSIBILIDADES GERAIS DE RECICLAGEM DOS REJEITOS DA UPI-SIX

1. AGREGADO LEVE PARA PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIAS;
2. AGREGADO LEVE PARA CONCRETO ESTRUTURAL E EM BLOCOS;
3. CONCRETO ASFALTICO;
4. LA MINERAL OU LA DE ROCHA;
5. CARGA DE BORRACHA VULCANIZADA;
6. MATERIAIS DE BASE E SUB-BASE PARA ESTRADAS;
7. FLUIDO DE PERFURAÇÃO DE POÇOS;
8. CIMENTOS PARA PERFURAÇÃO DE POÇOS PETROLIFEROS;
9. CATALISADORES;
10. FILERES OU CARGAS INORGANICAS;
11. TIJOLOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL;
12. CIMENTO PORTLAND E ANIDRIDO SULFUROSO.

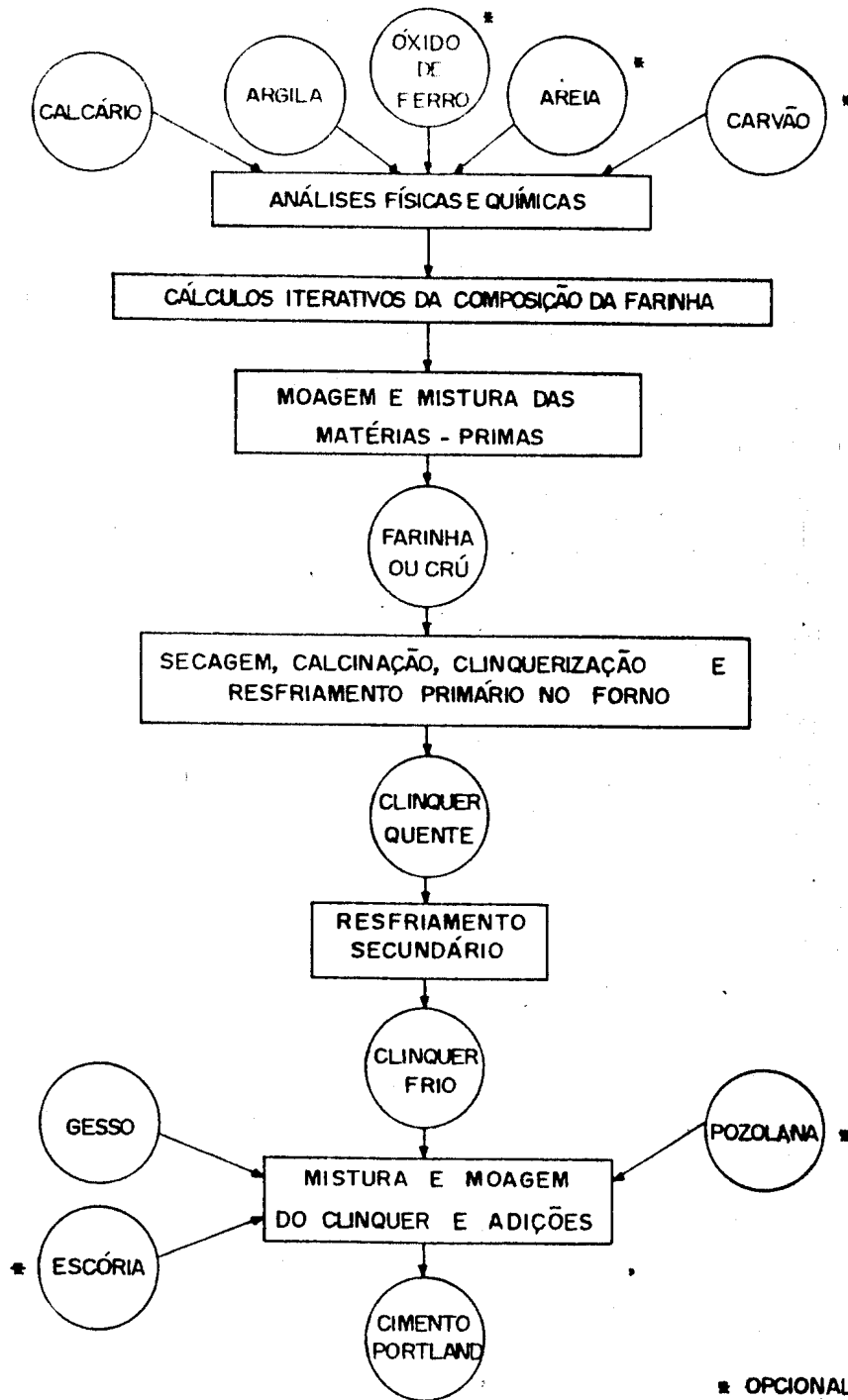
### 8.2 A FABRICAÇÃO DE CIMENTOS PORTLAND A PARTIR DE XISTOS

*Handwritten signature*  
71



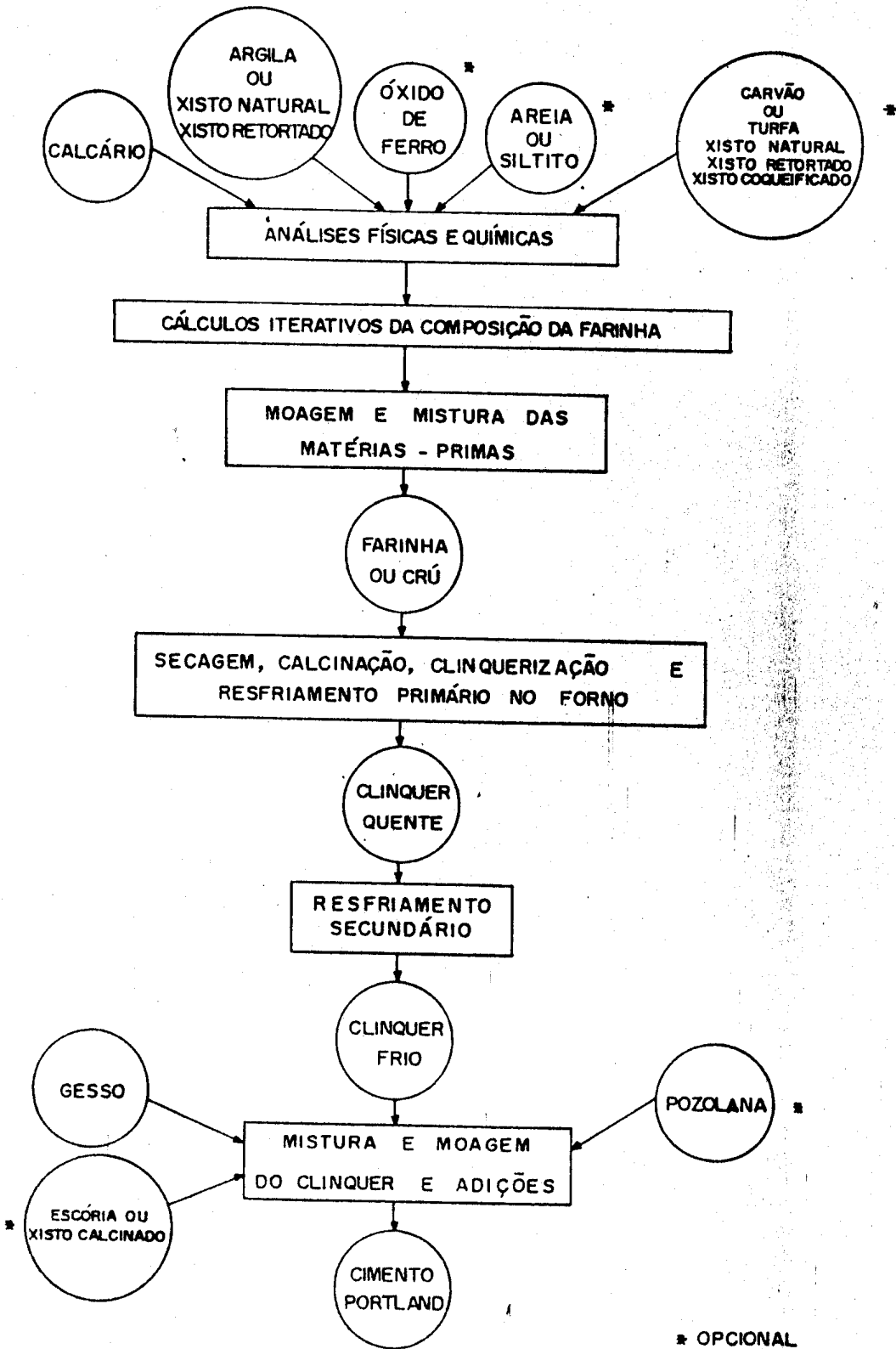
*Handwritten signature*  
72





\* OPCIONAL

*proveniente*  
74



*manu*  
75