

**4ª PARTE – ENGENHARIA DE PROJETO, PROCESSO E PROCESSOS QUÍMICOS**

**AS BASES DA ENGENHARIA QUÍMICA CLÁSSICA**



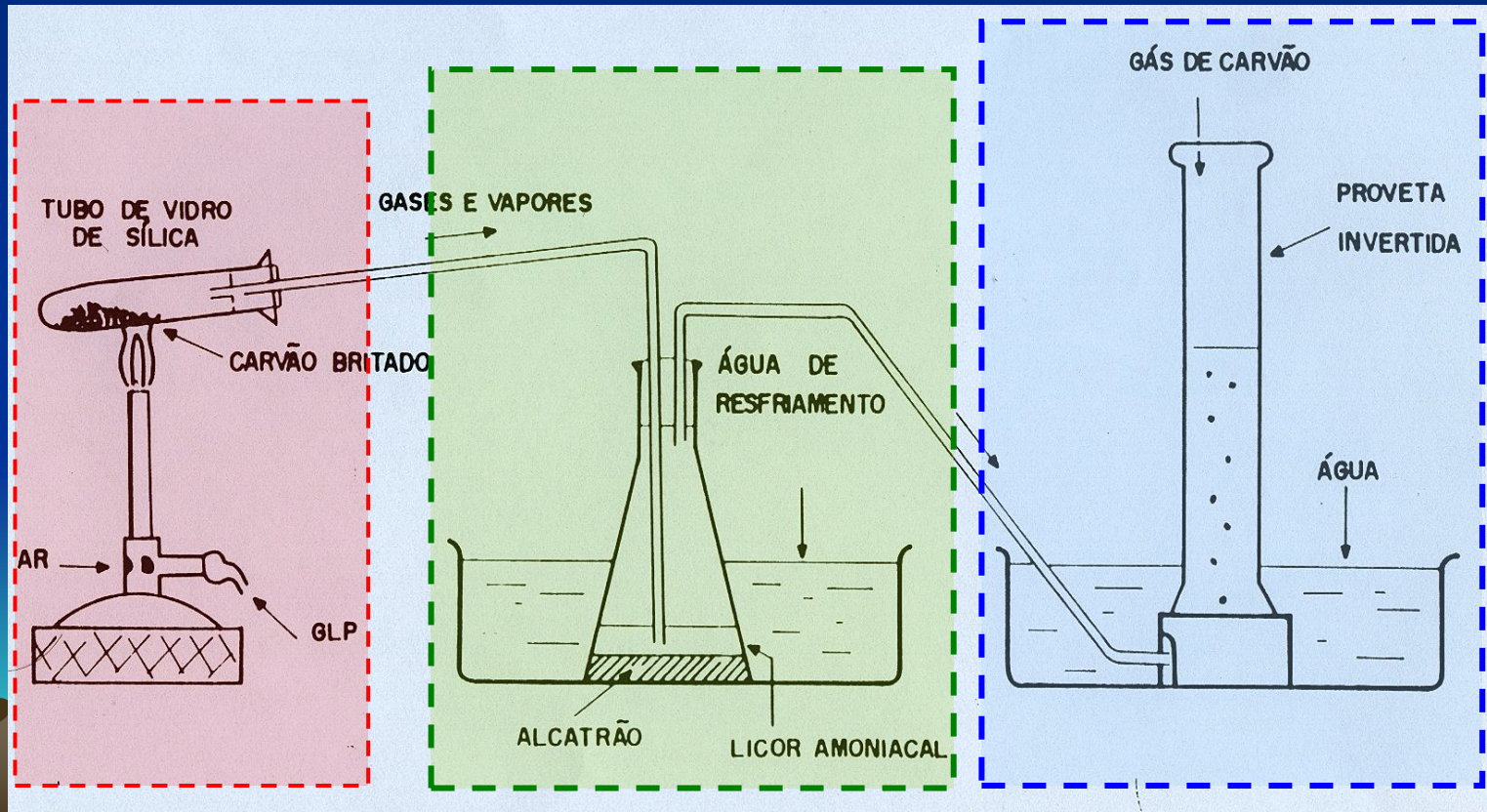
# CRIATIVIDADE NA QUÍMICA

resulta da observação e experimentação

e origina "papers"

## Destilação Seca do Carvão (Coqueificação)

A – Escala de Bancada (g, ml)



# CARBONIZAÇÃO OU COQUEIFICAÇÃO OU DESTILAÇÃO SECA DE CARVÃO



Processo de Carbonização é uma **CONCENTRAÇÃO DE CARBONO** pela ação de calor, não precisa de ar.



ÁGUA

ALCATRÃO

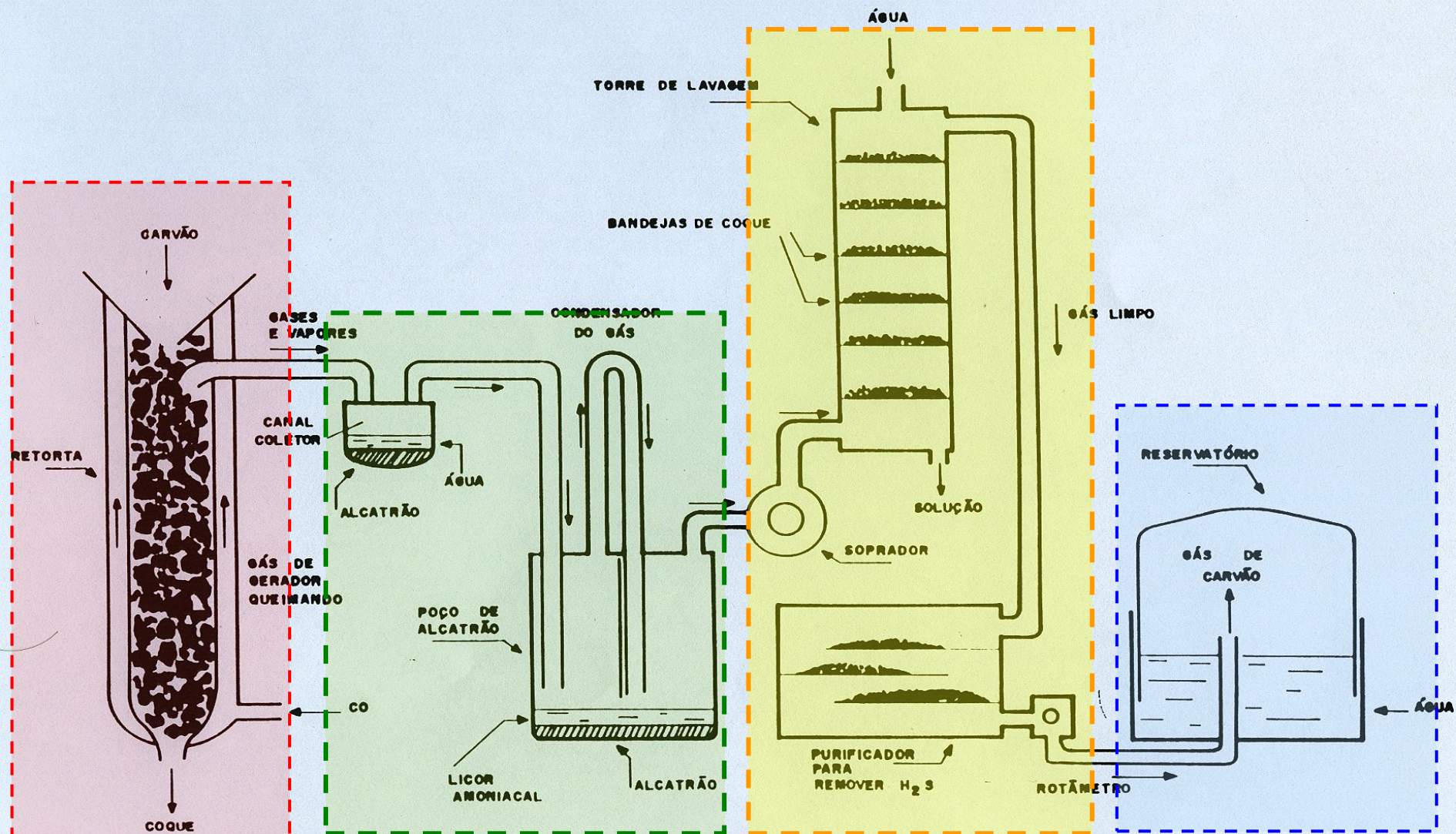
CARVÃO

**Não é queima!**

# CRIATIVIDADE TECNOLÓGICA NA QUÍMICA INDUSTRIAL

resulta em patentes  
de processo e produtos

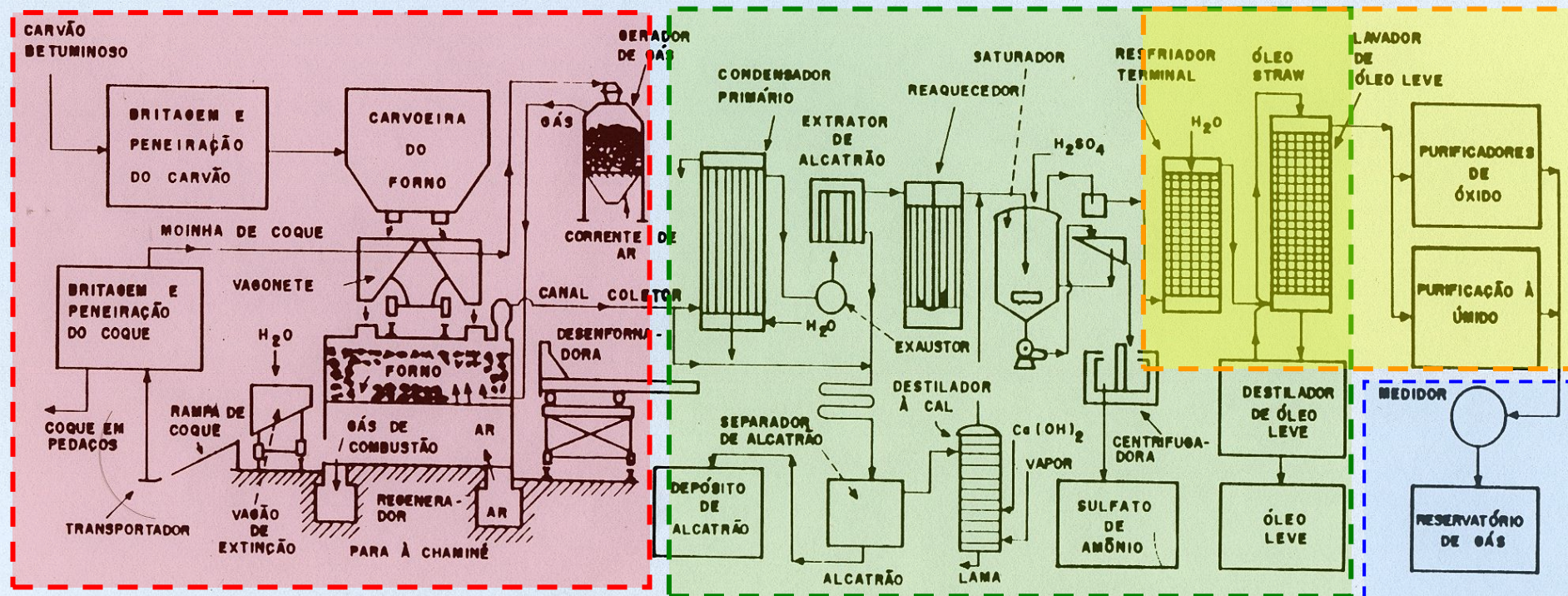
B – Escala Piloto (kg, l)



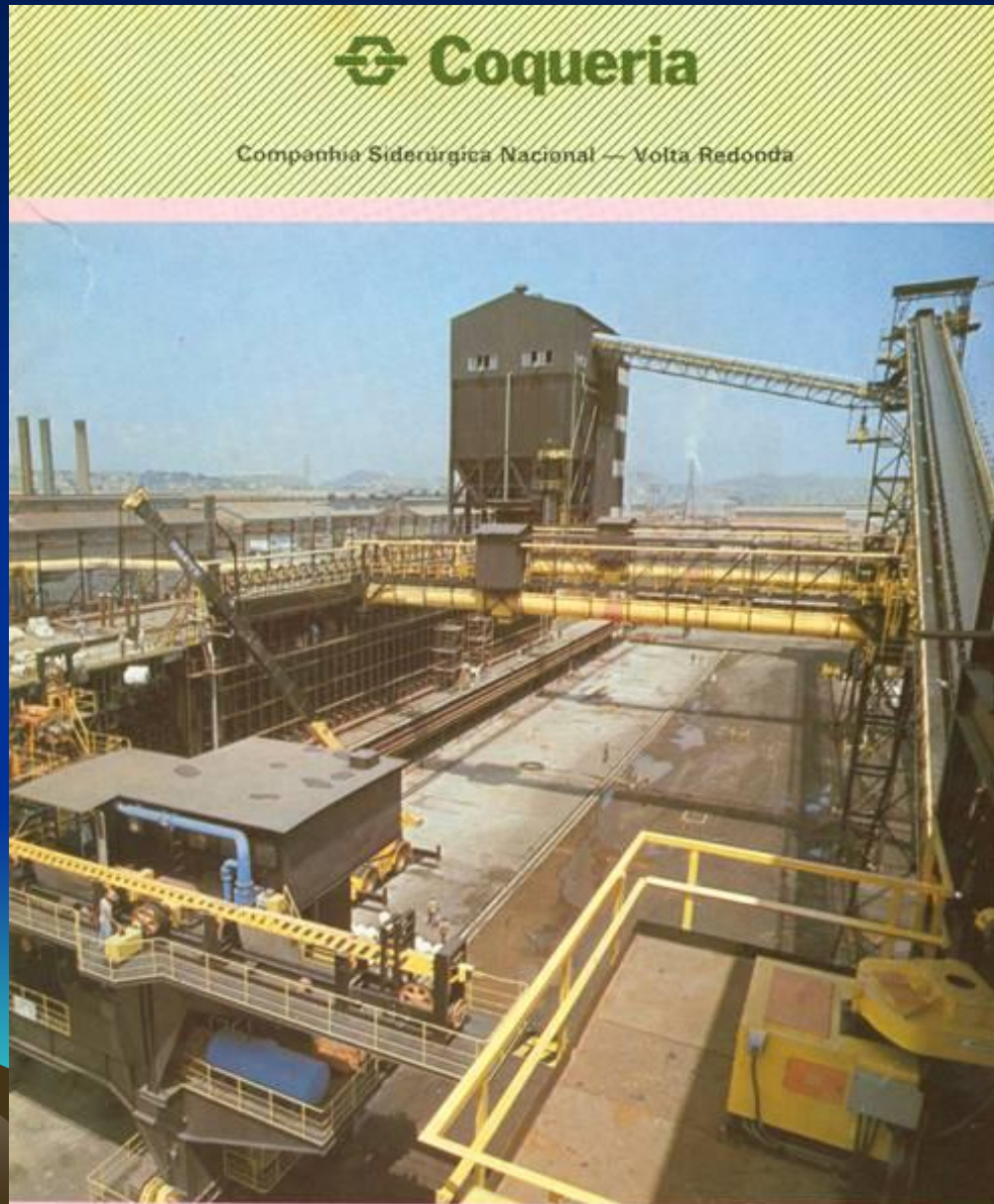
# CRIATIVIDADE TECNOLÓGICA NA ENGENHARIA QUÍMICA

resulta em projetos de equipamentos e instalações industriais

C – Escala Industrial (t, m<sup>3</sup>)



# CRIATIVIDADE TECNOLÓGICA NA ENGENHARIA QUÍMICA DE PROJETO E PROCESSO



# TIPOS DE PROJETOS PARA UMA PLANTA QUÍMICA

(adaptado de Simas e Legey, 1983)

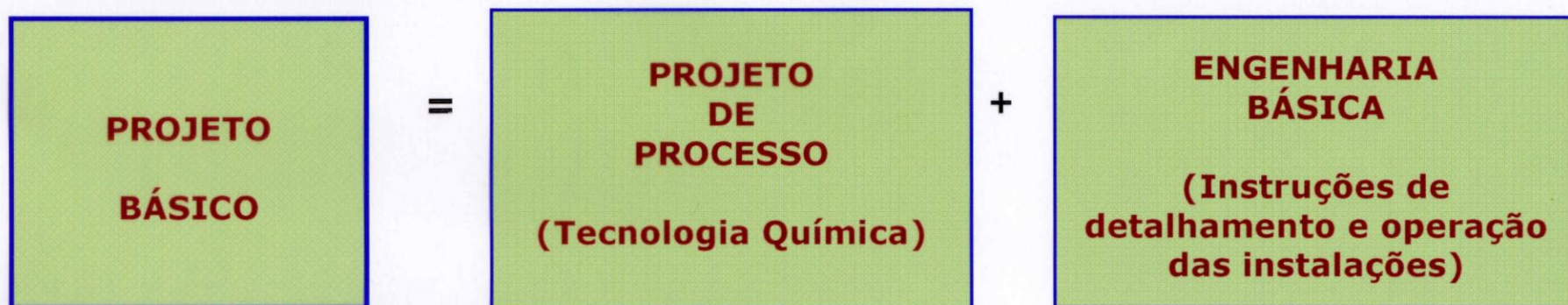


O **Engenheiro de Projeto** é o responsável pelo projeto global.

Pode ser um **engenheiro químico** ou mecânico.

# TECNOLOGIA QUÍMICA COMERCIAL

(adaptado de Simas e Legey, 1983)



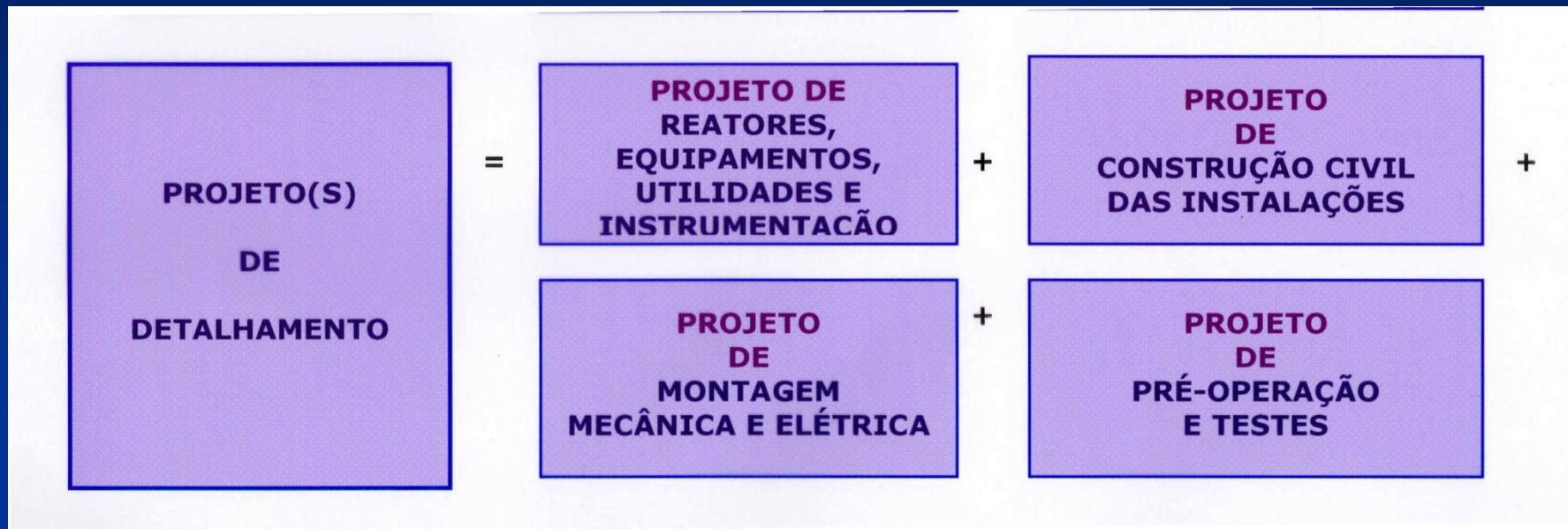
É concebido pelo **Engenheiro de Processo**.

É executado pelo licenciador (**vendedor**) da tecnologia.



# PROJETOS, PRODUTOS E SERVIÇOS TECNOLÓGICOS DE ENGENHARIA

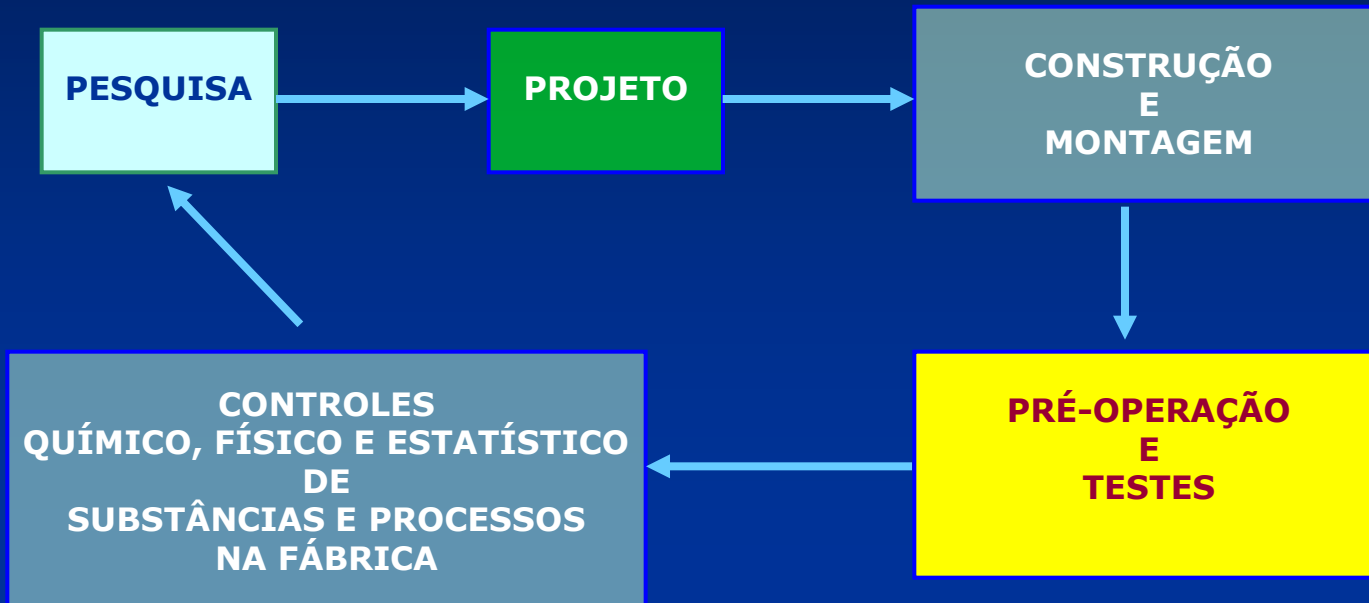
(adaptado de Simas e Legey, 1983)



É executado no local da instalação pelos licenciados (compradores).

Um grupo de engenheiros químicos, mecânicos, civis e eletricitas desenvolve o conjunto de projetos e coordena sua execução pelos fornecedores de equipamentos, instrumentos e serviços.

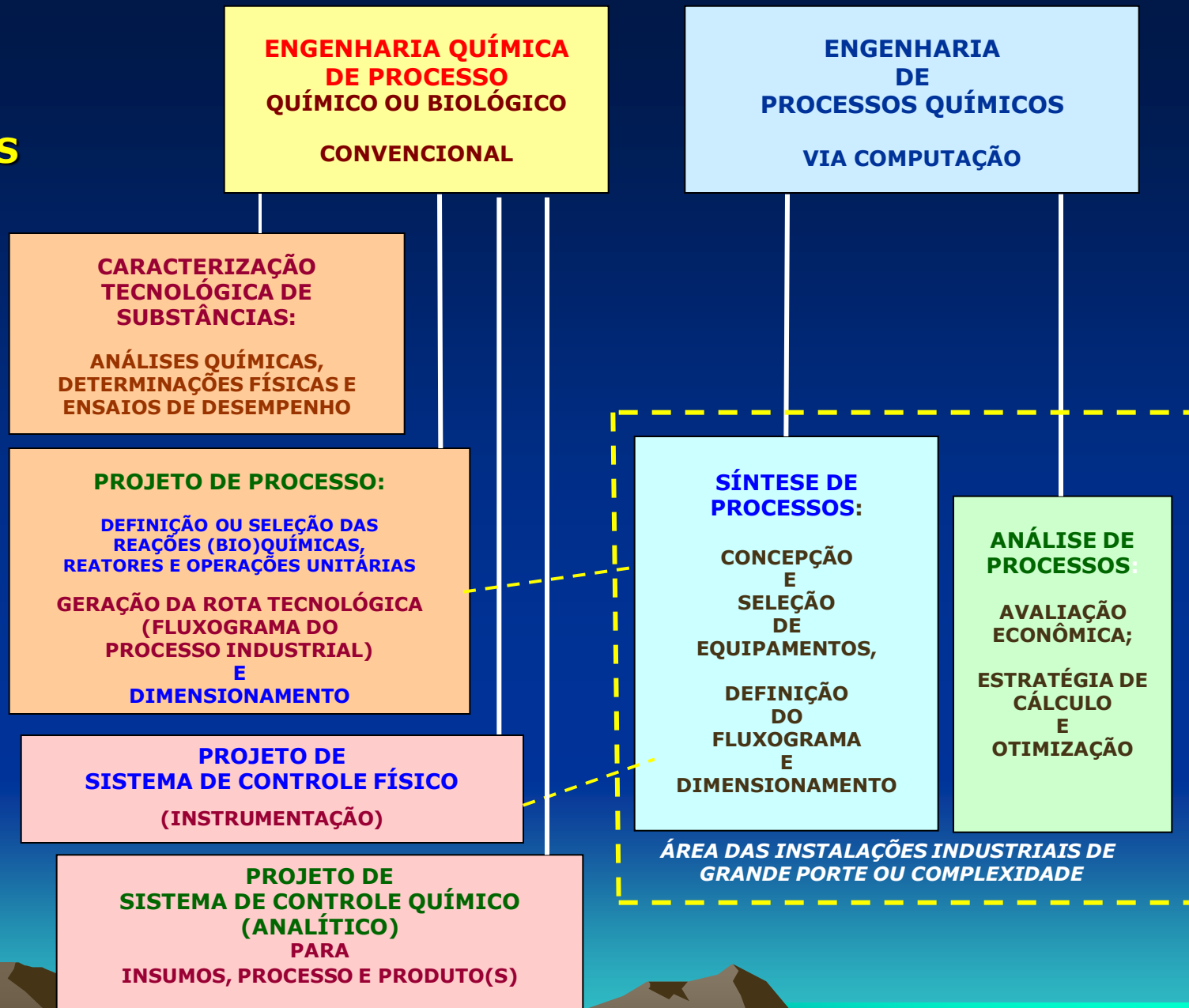
# CICLO DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA ATÉ OS ANOS 80



# ENGENHARIAS DE PROCESSO, PROJETO E PROCESSOS QUÍMICOS



# ANALOGIAS ENTRE AS ENGENHARIAS DE PROCESSO E DE PROCESSOS QUÍMICOS

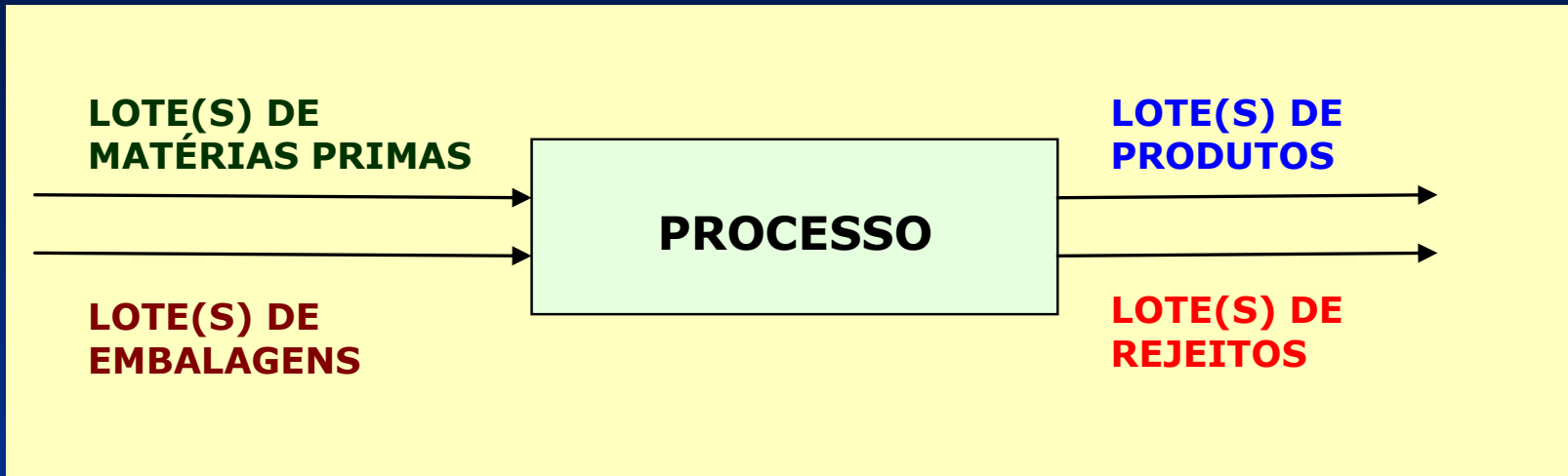


## 5ª PARTE – CONTROLES QUÍMICO E FÍSICO INDUSTRIAL E AMBIENTAL

- **ANÁLISE QUÍMICA INSTRUMENTAL ≠ INSTRUMENTAÇÃO DE CONTROLE**
- **ANÁLISE QUÍMICA:**
  - CLÁSSICA - É FEITA EM AMOSTRAS E VIDRARIAS EM LABORATÓRIOS ANALÍTICOS,
  - INSTRUMENTAL – POR APARELHOS ANALÍTICOS E/OU “ON LINE” VIA SENSORES.
- **INSTRUMENTAÇÃO DE CONTROLE**
  - É USADA EM EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS;
  - E EM APARELHOS ANALÍTICOS LABORATORIAIS.
- **CONTROLE DE POLUIÇÃO ≠ INSTRUMENTAÇÃO DE CONTROLE**
- **CONTROLE DE POLUIÇÃO = PROCESSO OU TRATAMENTO DESPOLUIDOR**



# FOCOS DO CONTROLE QUÍMICO DA QUALIDADE INDUSTRIAL



## FOCOS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE

- COLETAR AMOSTRAS DOS LOTES DE PRODUÇÃO E DESCARTES.
- USAR DADOS DO FLUXO DE MATERIAIS, FLUIDOS E DE REJEITOS.
- USAR MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA REJEITAR OU ACEITAR LOTES.

# FOCOS DO CONTROLE FÍSICO DE PROCESSO INDUSTRIAL

- ◆ O **TEMPO** É A PRINCIPAL VARIÁVEL DE PROCESSO.
- ◆ RELACIONA AS **VARIÁVEIS OPERACIONAIS** COM O TEMPO.
- ◆ UTILIZA **SISTEMAS DE CONTROLE**,  
CONTENDO **SENSORES, MEDIDORES, CONVERSORES,**  
**MOSTRADORES E INDICADORES DIGITAIS OU ANALÓGICOS**  
**LOCALIZADOS NO PRÓPRIO EQUIPAMENTO,**  
**E EM PAINÉIS ANALÓGICOS OU COMPUTACIONAIS.**  
CUJOS TIPOS BÁSICOS SÃO:
  - ◆◆ **RETROALIMENTADOS** OU REALIMENTADOS (**FEED-BACK**) E
  - ◆◆ **DE ALIMENTAÇÃO ANTECIPADA** (**FEED-FORWARD**).

**O ÂMBITO  
DA  
GARANTIA  
DA  
QUALIDADE  
DE UM  
PRODUTO QUÍMICO**

**ORIGEM DO PRODUTO  
E DO  
PROCESSO FABRIL:**

**P-D + PROJETOS**

**CIÊNCIAS**



**TECNOLOGIA**



**PRODUTO  
TECNOLÓGICO  
OU  
COMERCIAL**

**CONTROLE QUÍMICO  
DA  
QUALIDADE NO  
PROCESSO  
E  
PRODUTO**

**INSPEÇÃO,  
AMOSTRAGEM,  
DETERMINAÇÕES,  
ANÁLISES QUÍMICAS  
E ENSAIOS  
LABORATORIAIS**

**CONTROLE FÍSICO  
DO  
PROCESSO FABRIL**

**CONTROLE  
ESTATÍSTICO  
DA  
FABRICAÇÃO**

**↓ AUDITORIAS ↑**

**PESQUISAS DE  
OPINIÃO COM  
OS  
VENDEDORES E  
CONSUMIDORES**



**COMPONENTE  
GENÉRICO  
DE UM  
FLUXOGRAMA  
DE  
PROCESSO  
QUÍMICO  
INDUSTRIAL**

É possível  
instrumentar  
ou  
controlar  
o processo  
antes,  
durante,  
ou depois de  
cada etapa  
física  
ou  
Química.

**REAGENTE(S) QUÍMICO(S) OU  
MATÉRIA(S)-PRIMA(S) OU  
INSUMO(S)**

(Incluir ao lado da seta as  
especificações resumidas ou  
as propriedades ou condições  
físicas e químicas importantes  
da corrente de entrada)

**OPERAÇÕES UNITÁRIAS  
OU  
CONVERSÃO QUÍMICA  
PREDOMINANTE**

(Incluir o nome do equipamento ou processamento  
e suas condições operacionais resumidas)

**PRODUTO(S) QUÍMICO(S)**

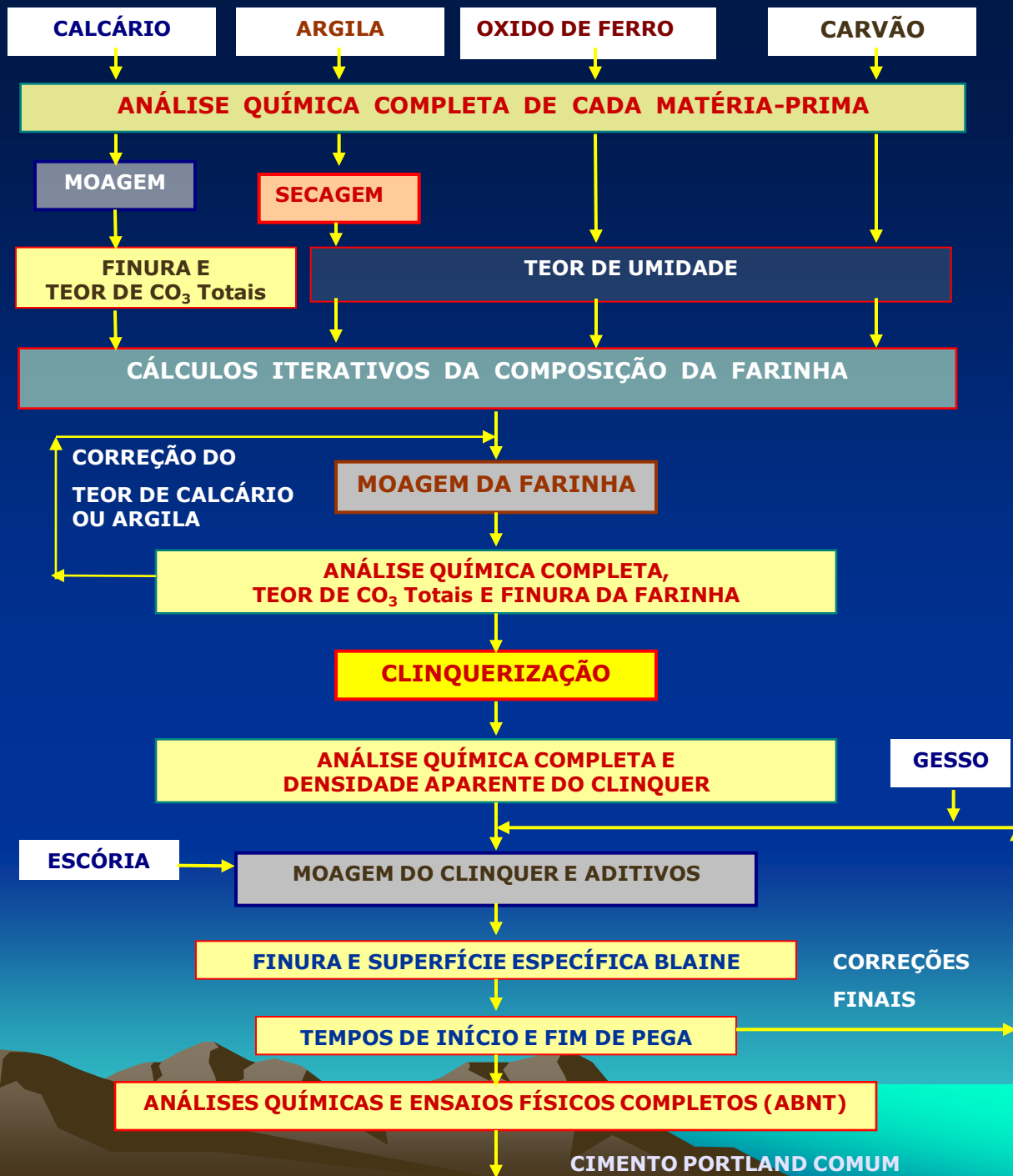
**SUB-PRODUTO(S)  
OU REJEITO(S)**

(Incluir em cada seta de saída  
as especificações resumidas  
ou condições físicas e químicas resultantes )

# ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS PARA REAGENTES E PRODUTOS

<b>SÓLIDOS:</b>	<b>LÍQUIDOS</b>	<b>GASES</b>
<p><b>% de pureza ou concentração</b></p> <p><b>T = temperatura</b></p> <p><b>d = densidade (massa específica)</b></p> <p><b>D = dureza</b></p> <p><b>dp = diâmetro de partícula típico</b></p> <p><b>Combustível, explosivo, radioativo?</b></p>	<p><b>% de pureza ou concentração</b></p> <p><b>T = temperatura</b></p> <p><b>d = densidade (massa específica)</b></p> <p><b>v = viscosidade</b></p> <p><b>pH</b></p> <p><b>Combustível, corrosivo, tóxico?</b></p>	<p><b>% de pureza ou concentração</b></p> <p><b>T = temperatura</b></p> <p><b>P = pressão de operação</b></p> <p><b>e = coeficiente de expansividade</b></p> <p><b>Combustível, explosivo, tóxico?</b></p>

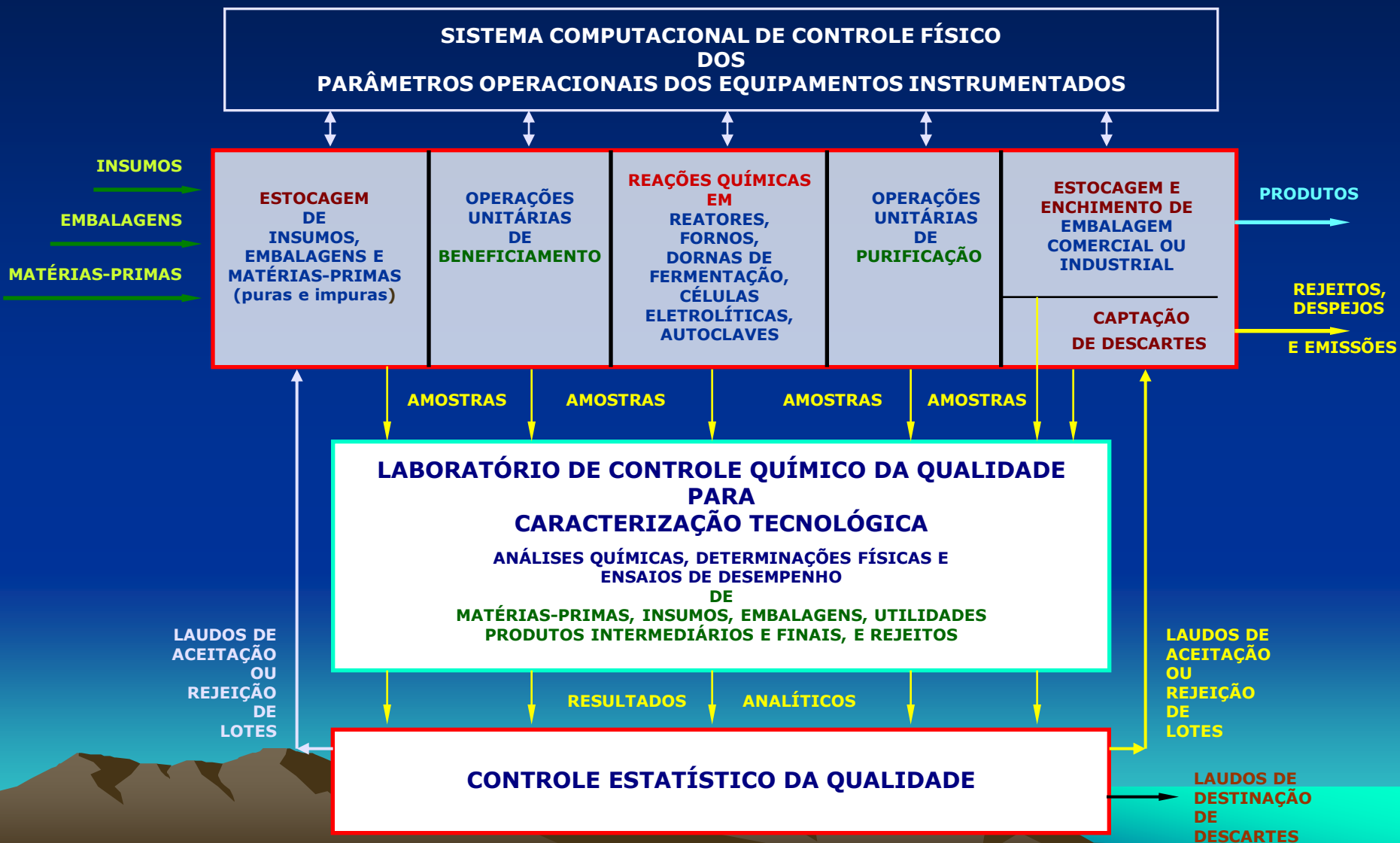
**SEQUÊNCIA DOS  
CÁLCULOS  
ESTEQUIOMÉTRICOS  
E DO  
CONTROLE  
DA  
QUALIDADE  
NO  
PROCESSO FABRIL  
DE  
CIMENTO PORTLAND  
COMUM**



**CRONOGRAMA  
BÁSICO  
DE  
CQQ  
DA  
FABRICAÇÃO  
DE  
CIMENTO  
PORTLAND  
COMUM**

<b>MATÉRIAS-PRIMAS</b>	<b>DETERMINAÇÕES E ENSAIOS</b>	<b>FREQUÊNCIAS</b>
<b>CALCÁRIO</b>	teor de carbonatos totais análise química completa	durante a britagem semanal
<b>ARGILA</b>	teor de umidade, areia livre, plasticidade e análise química completa	quinzenal
<b>MINÉRIO DE FERRO</b>	teor de óxido de ferro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	por lote
<b>GESSO</b>	água de hidratação, CaSO <sub>4</sub>	por lote
<b>ESCÓRIA</b>	análise química completa	(quinzenal)
<b>INSUMOS</b>	<b>DETERMINAÇÕES E ENSAIOS</b>	<b>FREQUÊNCIAS</b>
<b>CARVÕES VEGETAL E MINERAL</b>	Análise Elementar: umidade, cinzas, matéria-volátil e carbono fixo	por lote
<b>ÓLEO COMBUSTÍVEL</b>	densidade	por caminhão
<b>PRODUTOS INTERMEDIÁRIOS</b>	<b>DETERMINAÇÕES E ENSAIOS</b>	<b>FREQUÊNCIAS</b>
<b>FARINHA</b>	teor de carbonatos totais, finura em malha 200 e análise química completa	diariamente
<b>CLINQUER</b>	cal livre (CaO), densidade aparente e análise química completa	diariamente
<b>PRODUTO FINAL</b>	<b>DETERMINAÇÕES E ENSAIOS</b>	<b>FREQUÊNCIAS</b>
<b>CIMENTO PORTLAND COMUM</b>	finura, superfície específica blaine, densidade aparente, tempos de início e fim de pega, expansividade térmica a frio e a quente, resistência à compressão, cal livre (CaO), análise química completa	diariamente

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



## 6ª PARTE –

## POLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS:

## ORIGENS E DESTINAÇÃO

## CLASSIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS

## POLUENTES INDUSTRIAIS

MEIO AMBIENTE	EFLUENTE POLUIDOR	COMPONENTES PRINCIPAIS	SIGLA OU CODIGO	
AR	ÓXIDOS DE ENXOFRE	SO <sub>2</sub> . SO <sub>3</sub>	SO <sub>x</sub>	
	PARTÍCULAS	SÓLIDOS EM DISPERSÃO ou SUSPENSÃO: FUMAÇA E POEIRA	PO	
	PRODUTOS DE COMBUSTÃO	CO, NO, SO <sub>x</sub> , C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> , FUMAÇA E DISPERSÕES LIQUIDAS	PC	
	GASES TÓXICOS	HALOGÊNIOS, ÁCIDOS. SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS	GT	
	GASES ODORÍFEROS	MERCAPTANAS, H <sub>2</sub> S, SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS	GO	
	ENERGÉTICOS	SONOROS, ELETROMAGNÉTICOS, VIBRAÇÃO DE SÓLIDOS	EN	
ÁGUA	SOLIDOS EM SUSPENSÃO	DIVERSOS	SS	
	TEMPERATURA		T	
	SUBSTÂNCIAS BIODEGRADÁVEIS	NATUREZA ORGÂNICA	DBO	
	SUBSTÂNCIAS EUTROFIZANTES	COMPOSTOS DE N,P,K	SE	
	NAO-BIODEGRADÁVEIS	DETERGENTES, ÓLEOS	ND	
		ÁCIDOS E BASES EXCLUIDOS OS TÓXICOS SISTÊMICOS	PH	
		SUBSTÂNCIAS TÓXICAS	OUTROS INORGÂNICOS TÓXICOS	IT
			ORGÂNICOS TÓXICOS	OT
	OUTROS COMPOSTOS INORGÂNICOS	SAIS DISSOLVIDOS E OUTROS	SD	
SOLOS	DESPEJOS	DIVERSOS	DS	
	DESMATAMENTO	MATÉRIA-PRIMA E ENERGIA	DM	

# CLASSIFICAÇÃO DAS INDÚSTRIAS PELOS SEUS POLUENTES EM 1975

1

TIPO DE POLUIÇÃO	INDÚSTRIAS	POSSÍVEIS POLUENTES
POLUIÇÃO ATMOSFERICA	<b>CIMENTO</b> <b>CERAMICA E CAL</b> <b>MINERACOES E PEDREIRAS</b> <b>GUSEIROS</b> <b>FUNDIÇÕES</b> <b>FORJA. TREFILAÇÃO E EXTRUSÃO</b> <b>METALURGIA DOS SULFETOS</b> <b>ASFALTO'</b> <b>CARBURETO DE CÁLCIO</b> <b>TERMOFOSFATO E PRODUTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO</b> <b>CARBONATO DE SÓDIO (BARRILHA)</b> <b>GÁS DE NAFTA</b> <b>GRAFITIZAÇÃO E NEGRO DE FUMO</b> <b>REFINO DE AÇÚCAR E SAL</b>	PO e PC DM. PC e PO PO e DM PO e DM PO, DM e PC PC PO e SOx PO e PC PO e PC PO, GT, PH e DS  PC PC PO e PC PC
POLUIÇÃO GERAL DO AR E AQUIFERA NAO-COMPARAVEL A DO SETOR DOMÉSTICO	<b>SODA-CLORO</b> <b>ÁCIDOS</b> <b>SAIS DE METAIS PESADOS</b> <b>CARBOQUÍMICA</b> <b>REFINARIA DE PETRÓLEO</b> <b>PETROQUIMICA PRIMARIA</b> <b>RESINAS OU SEUS INTERMEDIÁRIOS CLORÍDRICOS E CIANÍDRICOS</b> <b>RESINAS SINTETICAS</b> <b>OUTRAS RESINAS E FIBRAS QUÍMICAS E SEUS I'NTERMEDIÁRIOS</b>  <b>PESTICIDAS</b> <b>OLEOS VEGETAIS EM BRUTO E CERAS</b> <b>EXPLOSIVOS</b> <b>NUTRIENTES</b> <b>SIDERURGIA INTEGRADA</b> <b>METALURGIA E ACABAMENTOS DE METAIS POR VIA ÚMIDA</b>  <b>LAMINAÇÕES</b> <b>USINAGEM</b> <b>FILMES</b> <b>PRODUTOS FARMACÊUTICOS À BASE DE SUBLIMADO CORROSIVO</b>	GT, PH E IT GT, PH IT PO, PC, GO, SS, SD PC, SO <sub>x</sub> , CxHy, DBO, SS, T, ND PC, DBO e T PC, DBO, OT e T  DBO, SD, SS e PC PC, DBO e T  OT, GO GT, DBO e SS PC, IT, OT, SD, ND PH, SD, SS, SE, PC, DS PO, SO, PC, PH, ND, SD, SS, DS IT, PH  ND, SS e PC ND e SS PH, IT, SD IT, GT

# CLASSIFICAÇÃO DAS INDÚSTRIAS PELOS SEUS POLUENTES EM 1975

2

TIPO DE POLUIÇÃO	INDÚSTRIAS	POSSÍVEIS POLUENTES
POLUIÇÃO GERAL DO AR E AQUIFERA PARCIALMENTE COMPARAVEL A DO SETOR DOMÉSTICO	<p>CELULOSE SULFATO</p> <p>OUTRAS CELULOSES QUÍMICAS CELULOSE SEMIQUÍMICA PASTA MECÂNICA PAPEL E PAPELÃO PRENSADOS DE FIBRA E AGLOMERADOS DE MADEIRA</p> <p>CURTUMES SABÕES FIAÇÃO E BENEFICIAMENTO TECELAGEM TINTURARIA TEXTIL INTEGRADA BENEFICIAMENTO E INDÚSTRIA PESADA DE BORRACHA</p>	<p>DBO, IT, PH, SS, T GO, SOx, PO, DM e GT</p> <p>DBO, IT, PH, SS, T PC, DM e GT</p> <p>DBO, SS e DM</p> <p>DBO, SS, SD, T, IT, PC DBO, SS, PH, T, PC, DM</p> <p>DBO, SS, PH, IT, GO, PC DBO, SS, PH, PC e GO DBO e SS</p> <p>DBO, SS, PH, e PC DBO, SD e SS</p> <p>DBO, SD, SS, PH, T e PC DBO, SD, SS e PC</p>
POLUIÇÃO AQUIFERA COMPARAVEL A DO SETOR DOMÉSTICO	<p>LATICÍNIOS INDÚSTRIA DA CARNE E DA PESCA CONSERVAS E CONCENTRADOS FECULARIAS ÓLEOS E GORDURAS PRODUTOS ALIMENTARES E BEBIDAS FERMENTADAS</p> <p>USINAS E ENGENHOS DE CANA PRODUTOS DE PADARIA RUM TANANTES NATURAIS ANTIBIÓTICOS</p>	<p>DBO DBO, SS e DS DBO, SS, PC e DS DBO, SS, PC e DS DBO DBO e PC</p> <p>DBO, SS, PO e DM DBO e PC DBO e SS DBO, SS, PC e DM DBO e PC</p>
POLUIÇÃO FRACA	<p>INDÚSTRIAS DE MINERAIS NÃO METÁLICOS MADEIREIRAS MOBILIÁRIO ARTEFATOS DE PAPEL INDÚSTRIAS LEVES DE BORRACHA GASES ATMOSFÉRICOS FÁRMACOS E PRODUTOS VETERINÁRIOS PERFUMARIAS ARTEFATOS DE PLÁSTICOS OUTRAS IND. PRODUTOS TÊXTEIS VESTUÁRIOS, CALÇADOS E ARTEFATOS DE TECIDOS OUTRAS INDÚSTRIAS ALIMENTARES E DE BEBIDAS</p> <p>FUMO EDITORIAL E GRÁFICA</p>	<p>SS, SD DM, DS, DBO e SS DBO, SS e DS DS DS e SS T IT, OT e GO</p> <p>SD e SS PC DBO, SS e OS</p> <p>DBO e SS</p> <p>DBO e SS OT, IT e DS</p>



# UNIVERSO DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

## SUBSTÂNCIA

(Yarto, Ize e Gavillán, 2009)

é a matéria que contém uma identidade em particular,  
elementar ou molecular,  
de origem natural ou antropogênica.

**Toda substância é química.**



# PERICULOSIDADE

- **é definida por propriedades físicas, químicas e infecto-contagiosas que apresentam, isoladamente ou associadas, as características de:**

- **corrosividade,**
- **reatividade,**
- **explosividade,**
- **toxicidade,**
- **inflamabilidade,**
- **patogenicidade,**
- **radiatividade,**
- **termodegradabilidade\* e**
- **biodegradabilidade\*.**

- **Materiais termodegradáveis e biodegradáveis:**

- **podem gerar combustíveis, inflamáveis, explosivos, venenos, corrosivos, patogênicos, ou,**
- **possibilitam reduzir a resistência mecânica de algum artefato ou obra de engenharia.**

## **FALTA INCLUIR NAS NORMAS TÉCNICAS DOS RESÍDUOS PERIGOSOS:**

### **\* MATERIAIS TERMODEGRADÁVEIS**

- podem ser destruídos por ação térmica e gerar combustíveis,  
inflamáveis,  
explosivos,  
venenos,  
corrosivos,  
reagentes patogênicos.

### **\* MATERIAIS BIODEGRADÁVEIS:**

- podem sofrer a ação de algum agente biológico que reduza a sua resistência mecânica em algum objeto natural,  
artefato ou  
obra de engenharia.

# PRODUTOS DOMÉSTICOS POTENCIALMENTE PERIGOSOS \*

UTILIZAÇÃO	PRODUTOS	PROPRIEDADES
PRODUTOS DE LIMPEZA	PÓ ABRASIVO (CERAS POLIDORAS), AMÔNIA E SEUS PRODUTOS, ÁGUA SANITÁRIA, DESENTUPIDORES, LIMPADORES DE VIDRO, LIMPADORES DE FOGÃO E REMOVEDORES DE MANCHAS.	CORROSIVOS, TÓXICOS
	AEROSSÓIS, POLIDORES DE MÓVEIS, POLIDORES DE SAPATOS, POLIDORES DE METAIS, LIMPADORES DE TAPETES.	INFLAMÁVEIS, TÓXICOS
PRODUTOS DE USO PESSOAL	CREME PARA ALISAMENTO, XAMPUS, TINTURAS PARA CABELOS, PRODUTOS PARA LIMPEZA DE UNHAS.	EXTREMAMENTE TÓXICOS E INFLAMÁVEIS
PRODUTOS AUTOMOTIVOS	FLUÍDOS DE FREIO ADITIVOS PARA GASOLINA, ÓLEO DIESEL, ÓLEOS USADOS E QUEROSENE.	INFLAMÁVEIS, TÓXICOS
	BATERIAS DE CARROS.	ALTAMENTE CORROSIVAS
PRODUTOS PARA PINTURA	ESMALTE, A BASE DE ÓLEO E LÁTEX.	INFLAMÁVEIS E TÓXICOS
	SOLVENTES E <i>THINNERS</i> .	INFLAMÁVEIS E TÓXICOS
DIVERSOS E/OU SUAS EMBALAGENS SUJAS	BATERIAS, PILHAS, PRODUTOS PARA PISCINA, LÂMPADAS FLUORESCENTES, PRODUTOS CONTENDO AMIANTO.	ALGUNS CORROSIVOS, TÓXICOS
	PESTICIDAS, HERBICIDAS, FERTILIZANTES E INSETICIDAS.	EXTREMAMENTE TÓXICOS, ALGUNS INFLAMÁVEIS

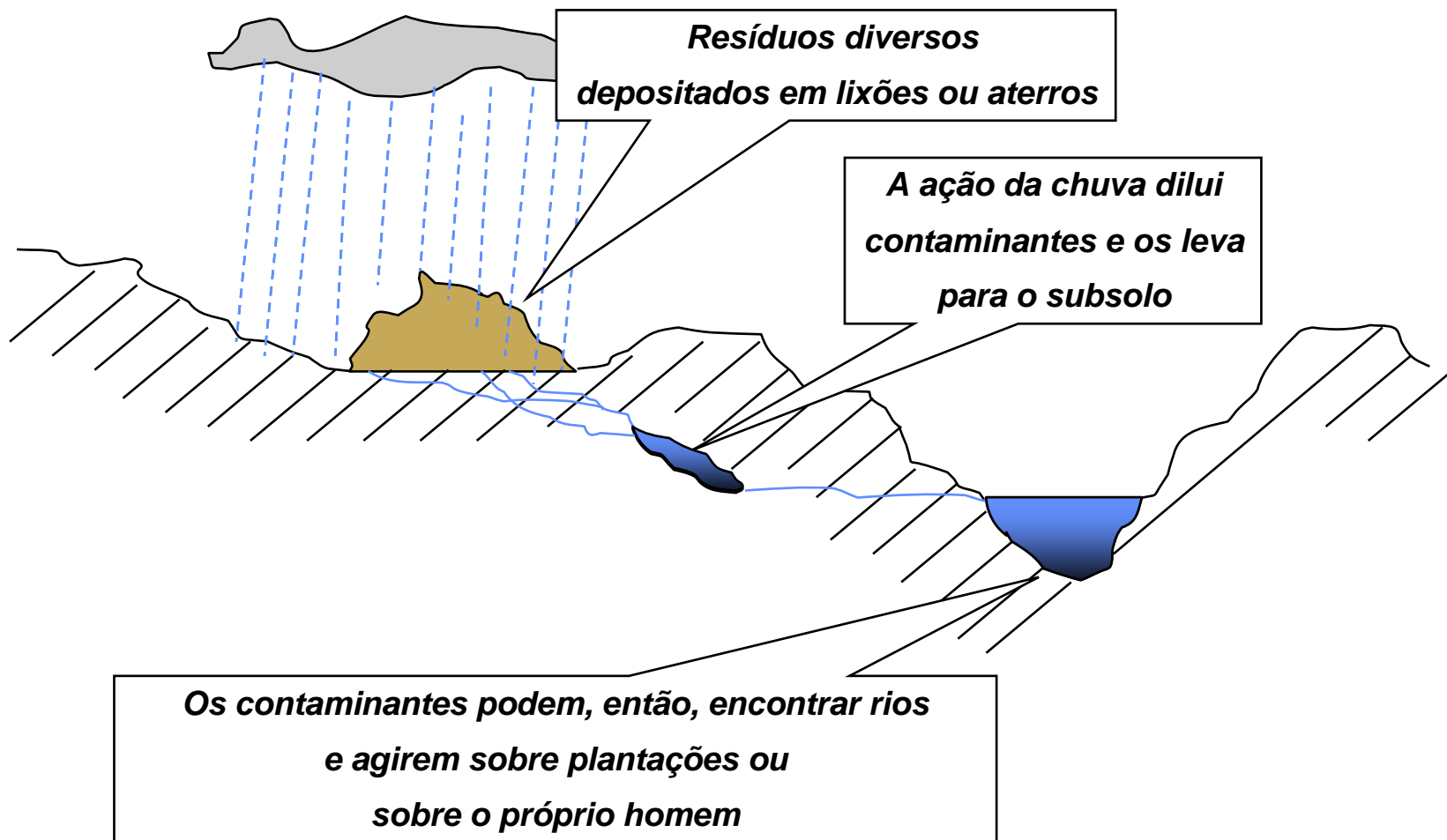
SCHIO, R. – “Caracterização Toxicológica de Produtos Domésticos que geram Resíduos Sólidos Perigosos e sua destinação no Município de Campo Grande” -Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - Campo Grande MS, setembro, 2001.

após

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S., **Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues**. ISBN 0-07-063237-5. McGraw-Hill, 978p, 1993.

\* Após o seu descarte, são frequentemente enviados para lixões e aterros.

# O LIXO MUNICIPAL É PERIGOSO



# LIXOES E ATERROS PRODUZEM CHORUME

Uma parte do chorume é tratada por processos químicos e biológicos e outra parte é aspergida sobre as pistas de trânsito dos caminhões para evitar a formação de poeira.

Ponto de afloramento do chorume na base do Aterro Municipal de Gramacho, RJ

Fotografia obtida por Daniel Zakon em 06/junho/2007.



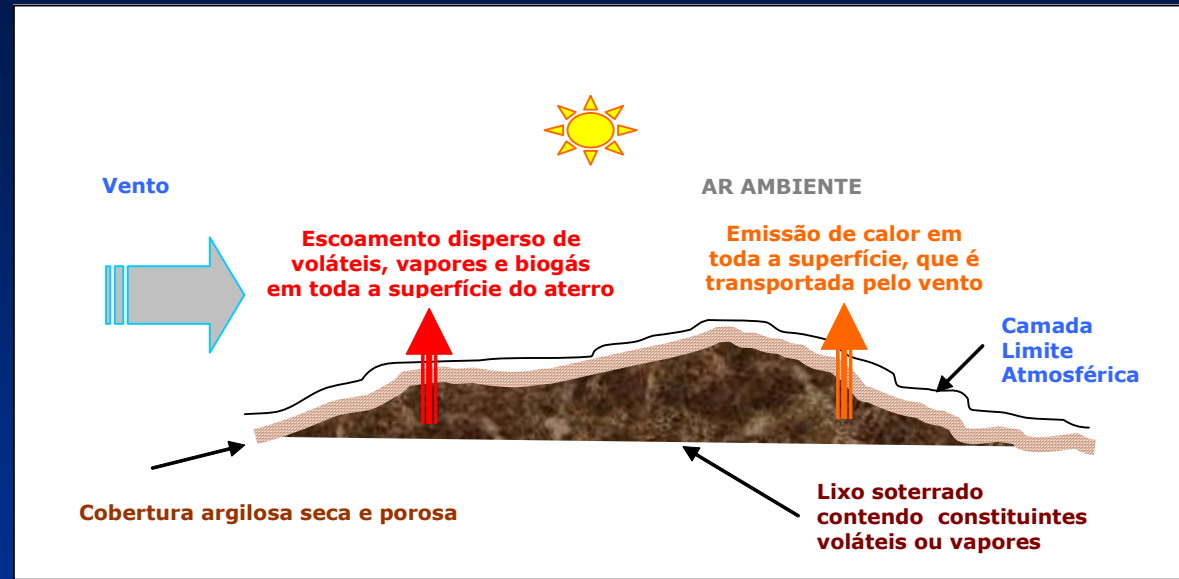
## OS CAMINHOES PRODUZEM POEIRA NOS ATERROS ANTES DE DESPEJAR O LIXO MUNICIPAL

**A aspersao de chorume nas pistas de trânsito dos aterros nao impede totalmente a formação de poeira nos dias quentes.**

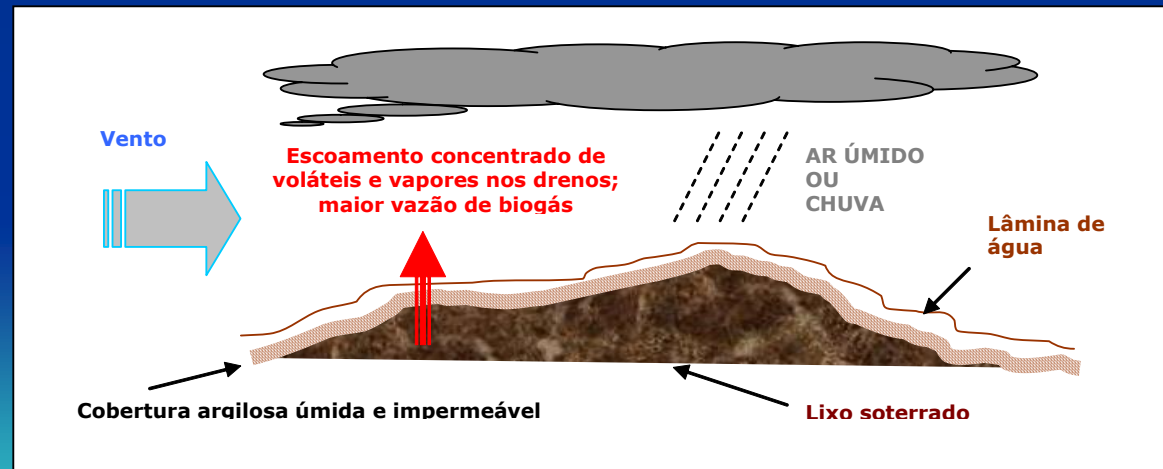


# EMISSÕES GASOSAS EM ATERROS CONTROLADOS E SANITÁRIOS

DIFUSÃO MOLECULAR DOS GASES OU VAPORES PARA O AR EM DIAS ENSOLARADOS



CONVECÇÃO DOS GASES OU VAPORES NO AR EM DIAS DE CHUVA





# A USINAVERDE INCINERA LIXO E PRODUZ ELETRICIDADE

Galpão de recebimento do lixo e coleta seletiva



# A USINAVERDE

**INCINERAÇÃO,  
PRODUÇÃO  
DE VAPOR,  
LAVAGEM DAS  
EMISSÕES  
GASOSAS  
E  
TRATAMENTO  
DAS  
ÁGUAS  
SERVIDAS**



# ESQUEMA GENÉRICO DE UM INCINERADOR VERTICAL DE LIXO

EMISSÕES GASOSAS

+ CINZAS VOLANTES

RSU's APÓS  
COLETA SELETIVA  
INDUSTRIAL

QUEIMADORES

INCINERAÇÃO  
A  
1000° C

CINZAS  
CADENTES

EMISSÕES GASOSAS  
PARA A CALDEIRA

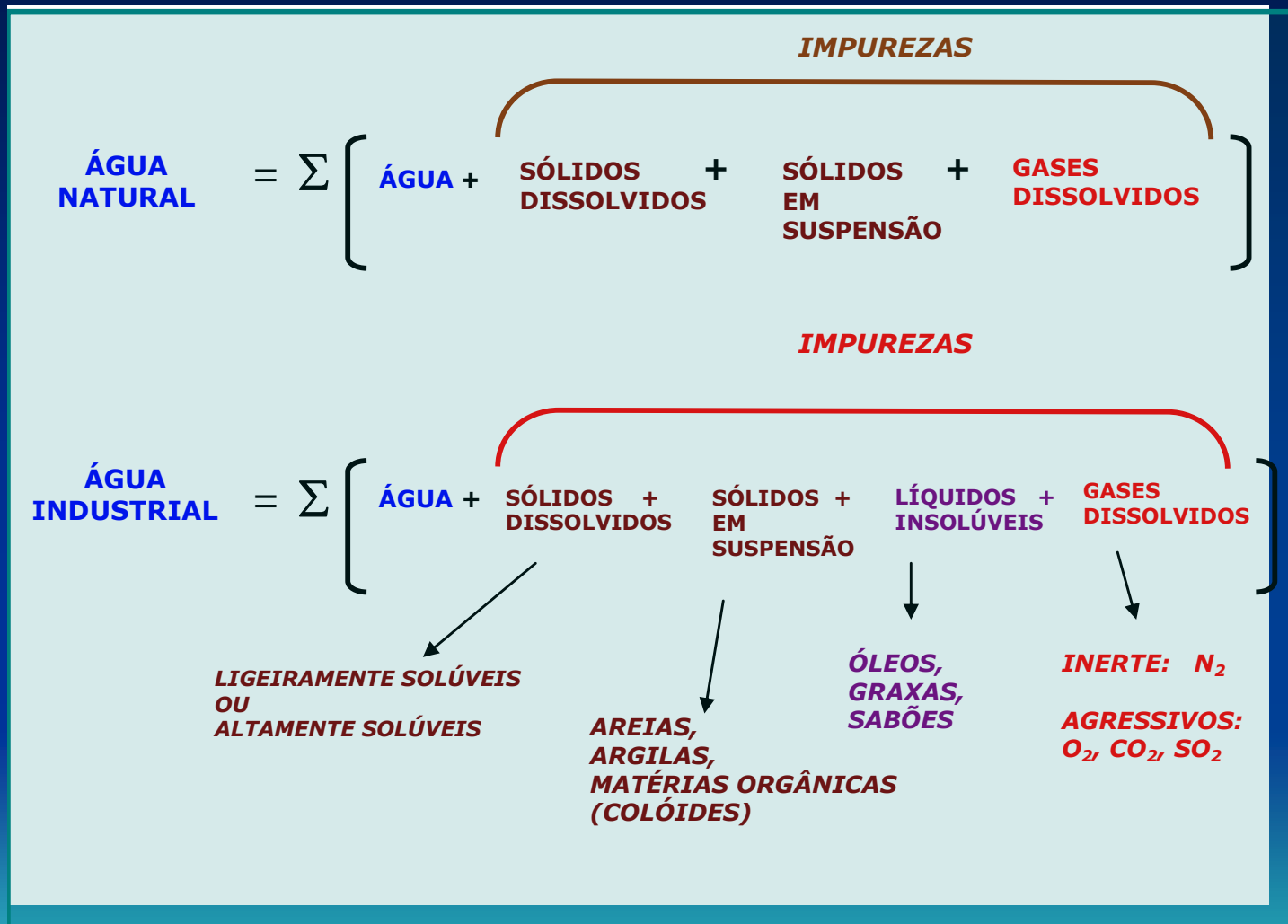
PÓS-QUEIMA  
DOS  
FUMOS  
A  
1200° C

QUEIMADORES

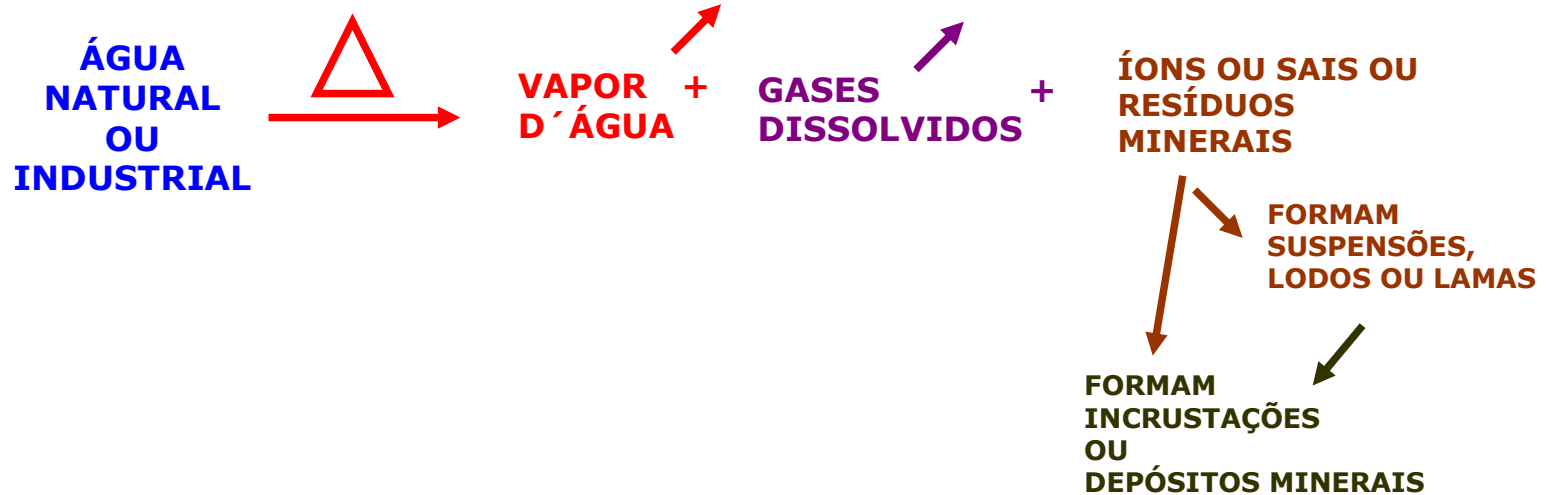
MAIS  
CINZAS  
CADENTES



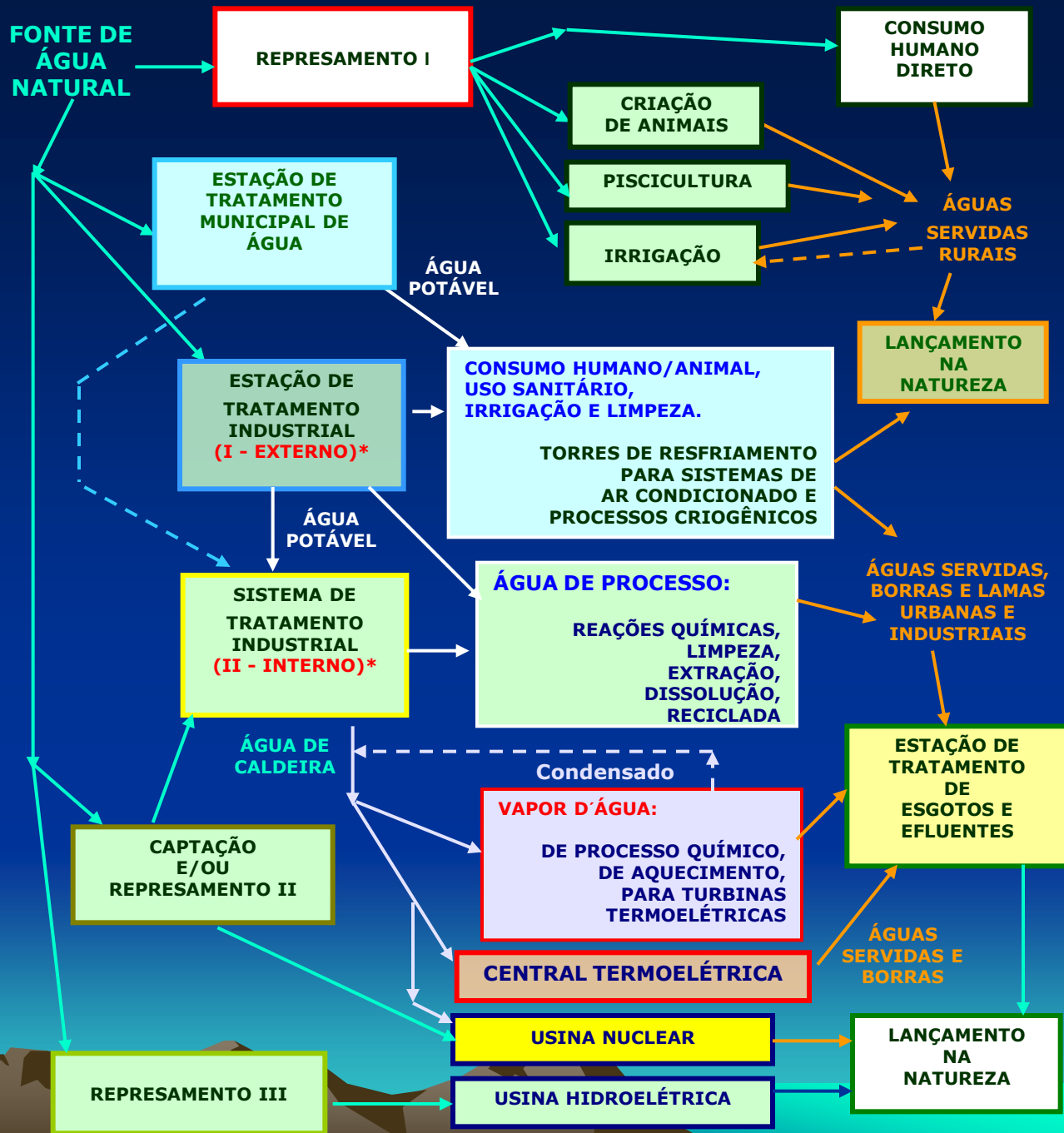
# AS IMPUREZAS NAS ÁGUAS NATURAIS E INDUSTRIAIS



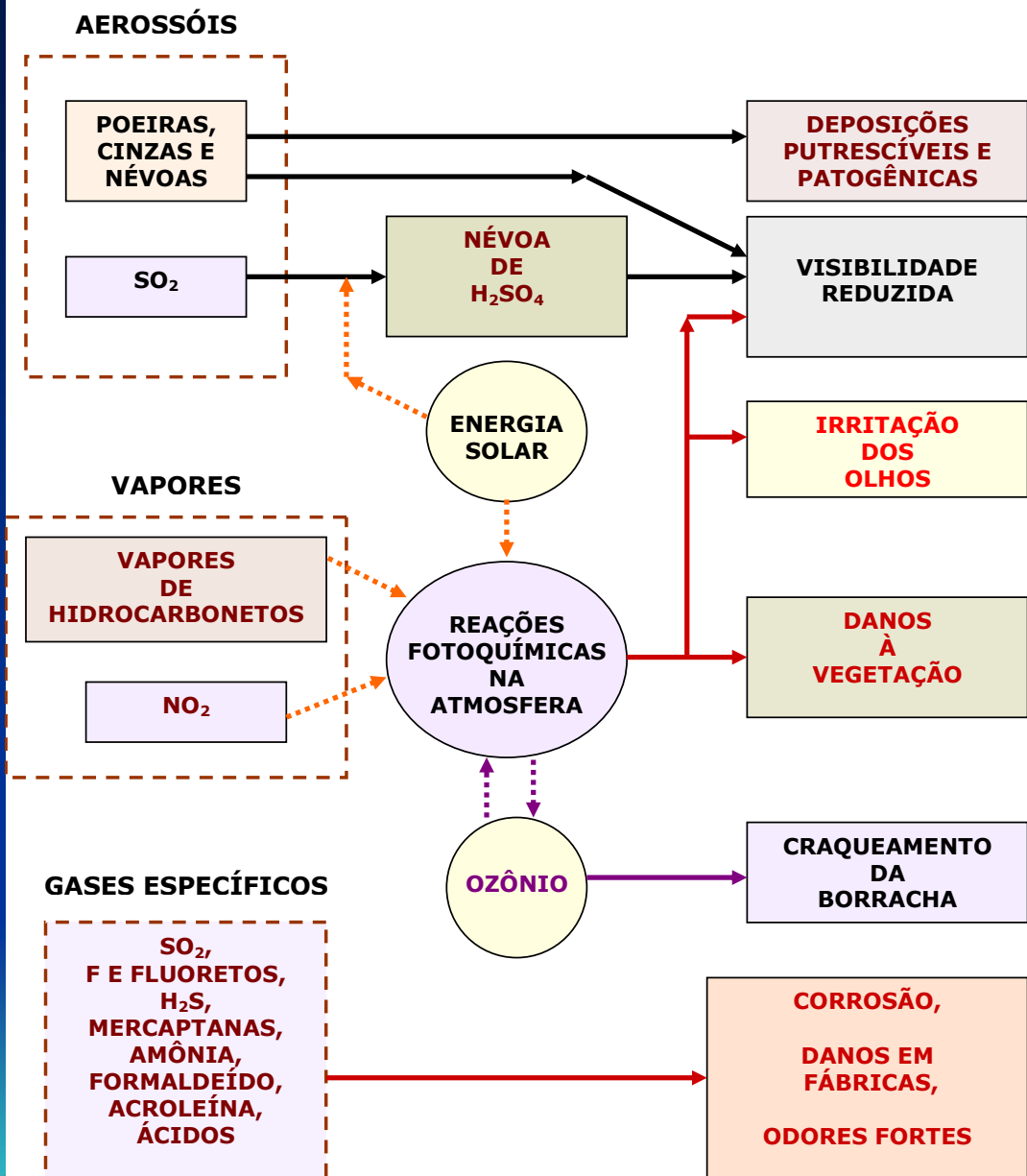
# CONSEQUÊNCIAS DOS USOS DAS ÁGUAS EM UNIDADES DE PROCESSO



# APROVEITAMENTO E TRANSFORMAÇÃO DAS ÁGUAS NATURAIS, INDUSTRIAIS E SERVIDAS



# CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS E SEUS EFEITOS



# ALGUNS MÉTODOS PARA REMOVER IMPUREZAS EM GASES

CROCKER, B.B.; NOVAK, D.A.; SHOLLE, W.A. - **Air Pollution Control Methods** - in: GRAYSON, M. e ECKROTH, D. (editores) - **Kirk-Othmer Concise Encyclopedia of Chemical Technology** - p. 46, Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, New York, 1985.

CROCKER, B.B. - Gas cleaning - in: GRAYSON, M. e ECKROTH, D. (editores) - **Kirk-Othmer Concise Encyclopedia of Chemical Technology** - p. 550, Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, New York, 1985.

MUKHLYONOV, I., AVERBUKH, A., KUZNETSOV, D., A. AMELIN, TUMARKINA, E., FURMER, I. - The Most Important Industrial Chemical Processes, part 2, Third Edition - Translated from the Russian by George Koval, pág. 286, Mir Publishers, Moscow, 1979.

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

## A - REMOÇÃO FÍSICA

### • EM ESCALAS MACROSCÓPICA E MICROSCÓPICA

- decantação em câmara gravitacional;
- despoeiramento (por via seca ou úmida):
  - mecânico,
  - elétrico,
  - por aglomeração (ultrassônica ou a vapor);
- desumidificação mecânica ou elétrica;
- filtração do ar atmosférico;
- compressão, resfriamento e condensação de vapores;
- desumidificação;

### • EM ESCALA MOLECULAR:

- separação do  $O_2$  em membrana;
- adsorção do  $N_2$  em peneira molecular inorgânica (zeólita);
- adsorção do  $O_2$  em peneira molecular de carbono ("CMS");

## B - SEPARAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA OU QUÍMICA

- 1° - ABSORÇÃO** – (a) -lavagem com água ou soluções aquosas para remover altos teores de poluentes, ou diluir gases altamente solúveis em água;
- (b) - usando líquidos não-aquosos para absorver os gases com baixa solubilidade em água;
- 2° - ADSORÇÃO** – em leitos de partículas de carbono para remoção quase total de compostos orgânicos em vazões volumétricas elevadas de gases.
- 3° - CONDENSAÇÃO DE VAPORES;**
- 4° - REAÇÕES QUÍMICAS;**
- 5° - INCINERAÇÃO** –para substâncias combustíveis ou tóxicas;

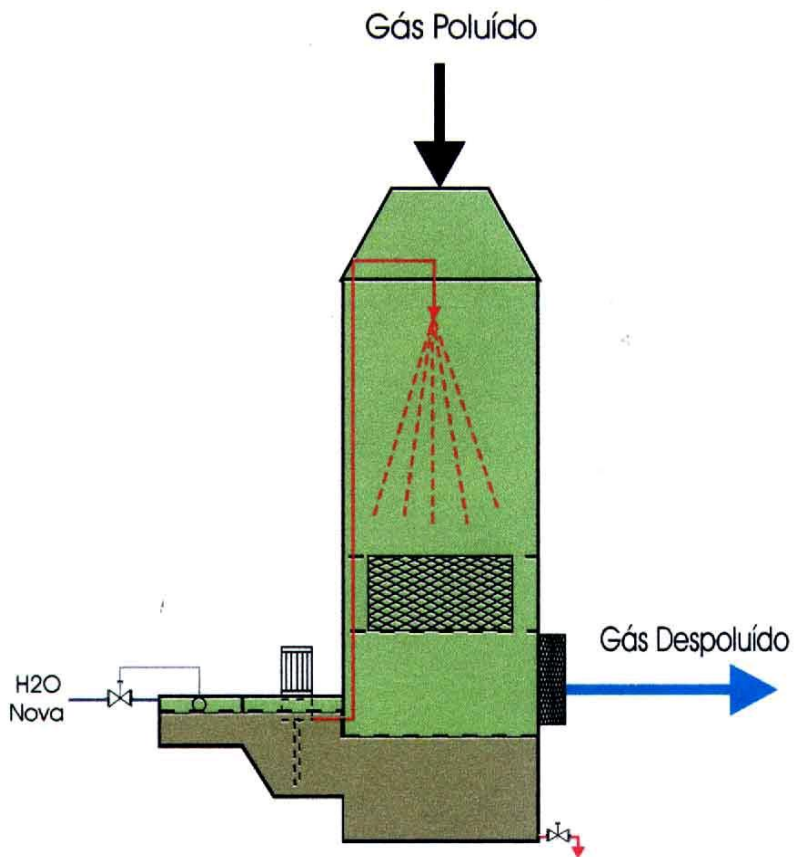


# TÉCNICAS PARA TRATAR EMISSÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS

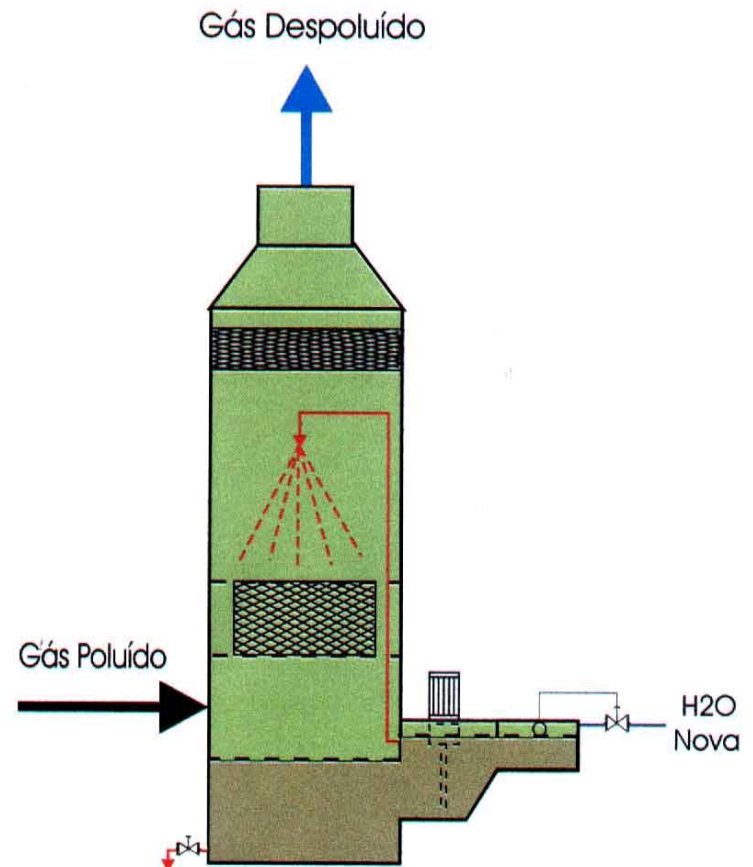
TÉCNICAS DE TRATAMENTO	VAPORES ORGÂNICOS	VAPORES INORGÂNICOS	PARTICULAS	SO <sub>x</sub> e NO <sub>x</sub>
<b>INCINERAÇÃO</b>				
<b>ADSORÇÃO</b>				
<b>CONDENSAÇÃO</b>				
<b>ABSORÇÃO</b>				
<b>FILTRO DE MANGAS (<i>Baghouses</i>)</b>				
<b>PRECIPITAÇÃO ELETROSTÁTICA</b>				
<b>LAVAGEM DE GASES (<i>Wet scrubbing</i>)</b>				
<b>RESFRIAMENTO ESTEQUIOMÉTRICO INSTANTÂNEO (<i>Quenching</i>)</b>				
<b>COMBUSTÃO MODIFICADA</b>				
<b>REDUÇÃO QUÍMICA</b>				

# LAVADORES DE GÁS

Lavador Multiwir  
-Co Corrente-

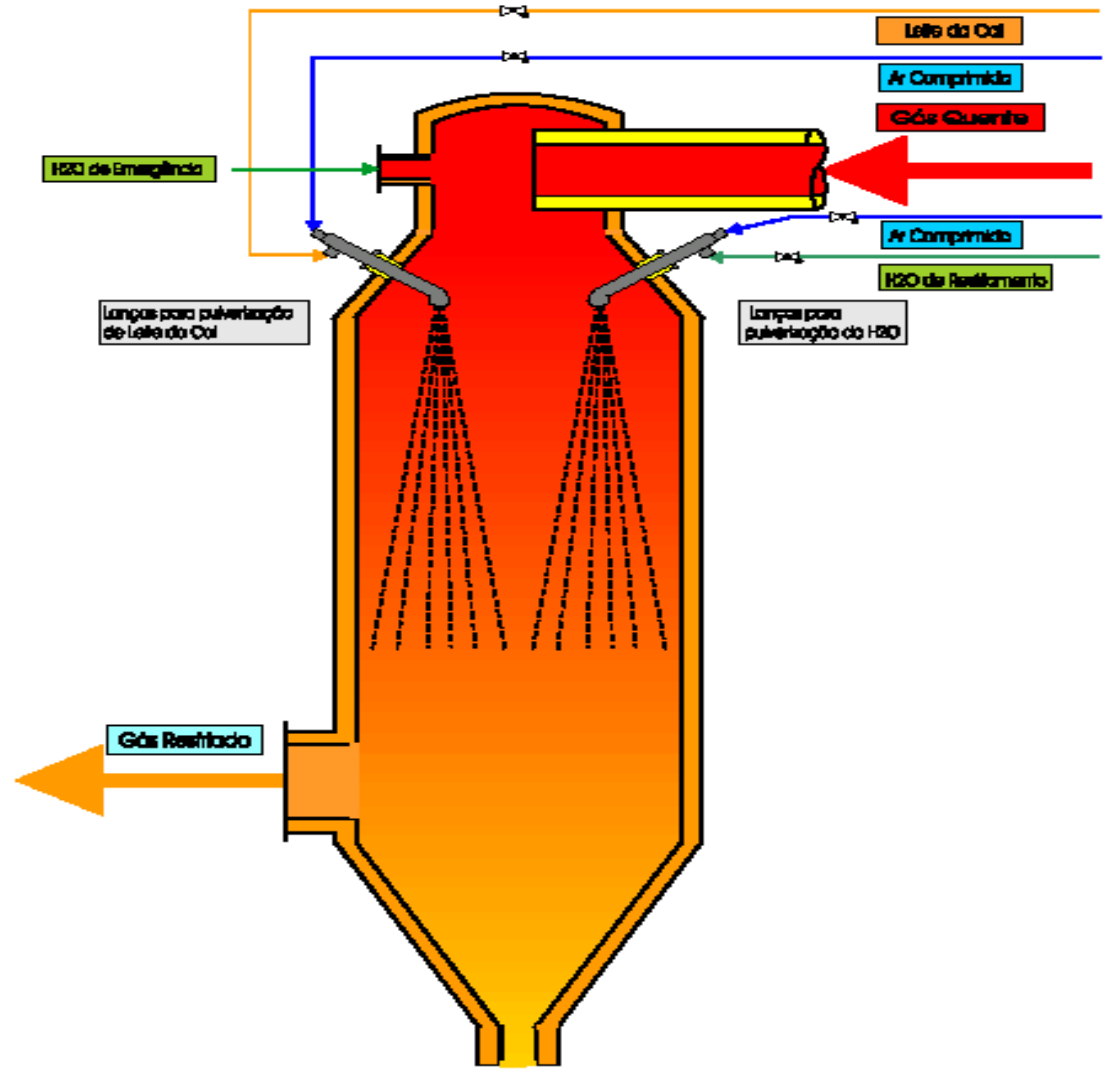


Lavador Multiwir  
-Contra Corrente-



# QUENCH SECO

## REATOR



# UMA UTOPIA JÁ CONVERTIDA EM SOLUÇÃO REAL:

## A TERMODESTRUÇÃO SUSTENTÁVEL DE LIXO

- A **CEWEP** (Confederation of European Waste-to-Energy Plants, 2007) **representa 340 unidades de incineração em 18 países europeus, que produzem energia térmica e eletricidade fornecida para os cidadãos e indústrias.**
- A **ECOPROG (2007)** informa que até 2006 existiam mais de 500 incineradores na Europa, devido à legislação europeia que proíbe o uso de aterros para lixo não-tratado e que restringirá o aterramento de rejeitos orgânicos.

Extraído de [www.cewep.com](http://www.cewep.com) em 23 out 2008



Waste-to-energy in Europe 2006

Waste-to-Energy Plants in Europe operating in 2006  
 Thermally treated waste in million tons/year



\* Estimate based in Eurostat (data also included cement kilns)

PAÍS USINAS CAPACIDADE

milhoes ton / ano

PAÍS	USINAS	CAPACIDADE
Portugal	3	1,5
Espanha	10	2,1
Reino Unido	19	3,3
França	128	12,3
Belgica	16	2,5
Holanda	11	5,5
Luxemburgo	1	0,1*
Suíça	29	3,6
Itália	47	4,5
Alemanha	66	17,4
Dinamarca	29	3,5
Noruega	20	0,8
Suécia	30	4,1
Finlândia	1	0,05
Polônia	1	0,05
Rep. Tcheca	3	0,4
Áustria	8	1,7
Slovakia	2	0,2*
Hungria	1	0,4

# VANTAGENS DA INCINERAÇÃO INDUSTRIAL)

- \* **Emprego de fornos adequados**
- \* **A queima é controlada.**
- \* **Elimina patogenicidade e matérias orgânicas tóxicas.**
- \* **Reduz volume em  $\sim 90\%$ .**
- \* **Reduz peso em 75% ou mais.**
- \* **Produz cinzas, que são matérias-primas cerâmicas;**
- \* **Os fumos sofrem tratamentos físicos e químicos para remover pó (partículas), gases e vapores tóxicos.**



# OBTENÇÃO DE MATERIAIS CERÂMICOS A PARTIR DAS CINZAS DE INCINERAÇÃO DE LIXOS.



**A - Cinzas originais obtidas após queima a 900 °C do lixo das aeronaves no incinerador do Aeroporto Internacional do RJ e classificadas na peneira ABNT nº 10 .**

**B - Cinzas originais moídas e passantes na peneira ABNT nº 325.**

**C - Grãos moídos e peneirados até 0,044 mm, requeimados a 1.100°C durante 1 min.**

**D e E - Pastilhas sinterizadas frágil (D) e dura (E) obtidas na requeima de cinzas a 1.100°C durante, respectivamente, 30 e 60 minutos.**

**F – Pastilha aderida ao fundo do cadinho, revelando a possibilidade de revestir peças cerâmicas.**

## 7ª PARTE – A SUSTENTABILIDADE DOS REJEITOS SÓLIDOS

### A DIVERSIFICAÇÃO FABRIL NAS INDÚSTRIAS QUÍMICAS

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



# PRINCIPAIS APLICAÇÕES DO ZINCO

## MATERIAIS GALVANIZADOS

Aços estruturais  
Chapas  
Tubos  
Arame  
Parafusos  
Pregos

## LIGAS METÁLICAS

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

## ZINCO EM CHAPAS

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

## ÓXIDO DE ZINCO

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

## LITOPÔNIO

Acabamentos de couro  
Linóleos  
Borrachas  
Plásticos  
Papéis  
Tintas  
Vernizes

\* liga para fundição sob pressão

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

## PÓ DE ZINCO

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

## ANODO DE ZINCO

Proteção catódica de peças e instalações de aço ou ferro.

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

## ÁCIDO SULFÚRICO

Líquido incolor, pouco turvo.

### Principais usos:

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

## SO<sub>2</sub> LIQUEFEITO

Líquido incolor.

### Principais usos:

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

## SULFATO DE COBRE

Aparência de cristais azuis finos.

### Principais usos:

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

## BASTÃO DE CÁDMIO

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

### Principais usos:

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

# OBTENÇÃO INDUSTRIAL DO ZINCO E SUBPRODUTOS

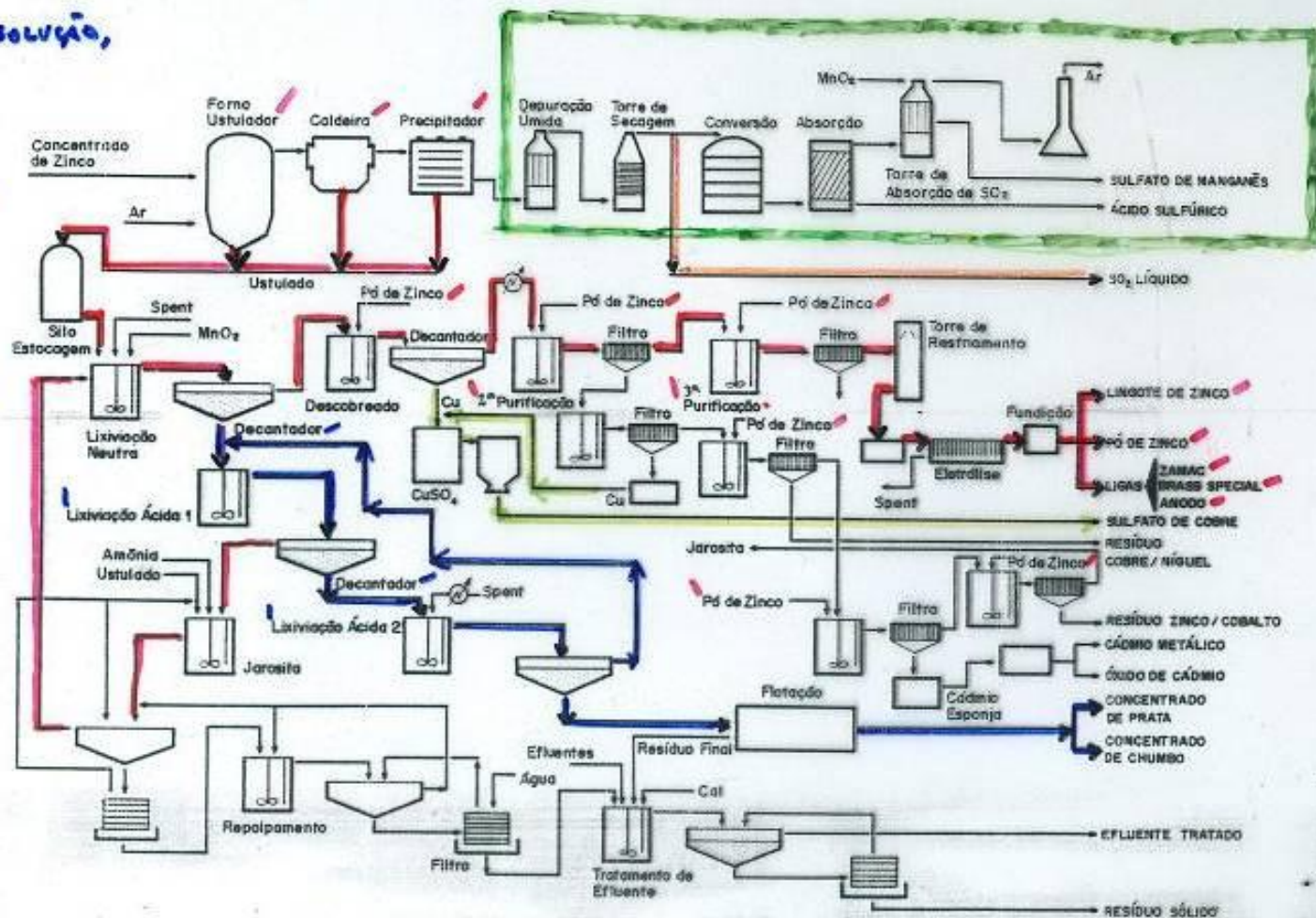
ETAPAS PARA  
OBTEN ZINCO:

USTULAÇÃO DO CONCENTRADO,  
LIXIVAÇÃO,  
PURIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO,  
ELETRÓLISE,  
FUNDIÇÃO.

ETAPAS ADICIONAIS  
PARA OBTEN  
PRATA E  
CHUMBO:

LIXIVAÇÃO ÁCIDA  
DE LANTÂNIO  
FLOTAÇÃO

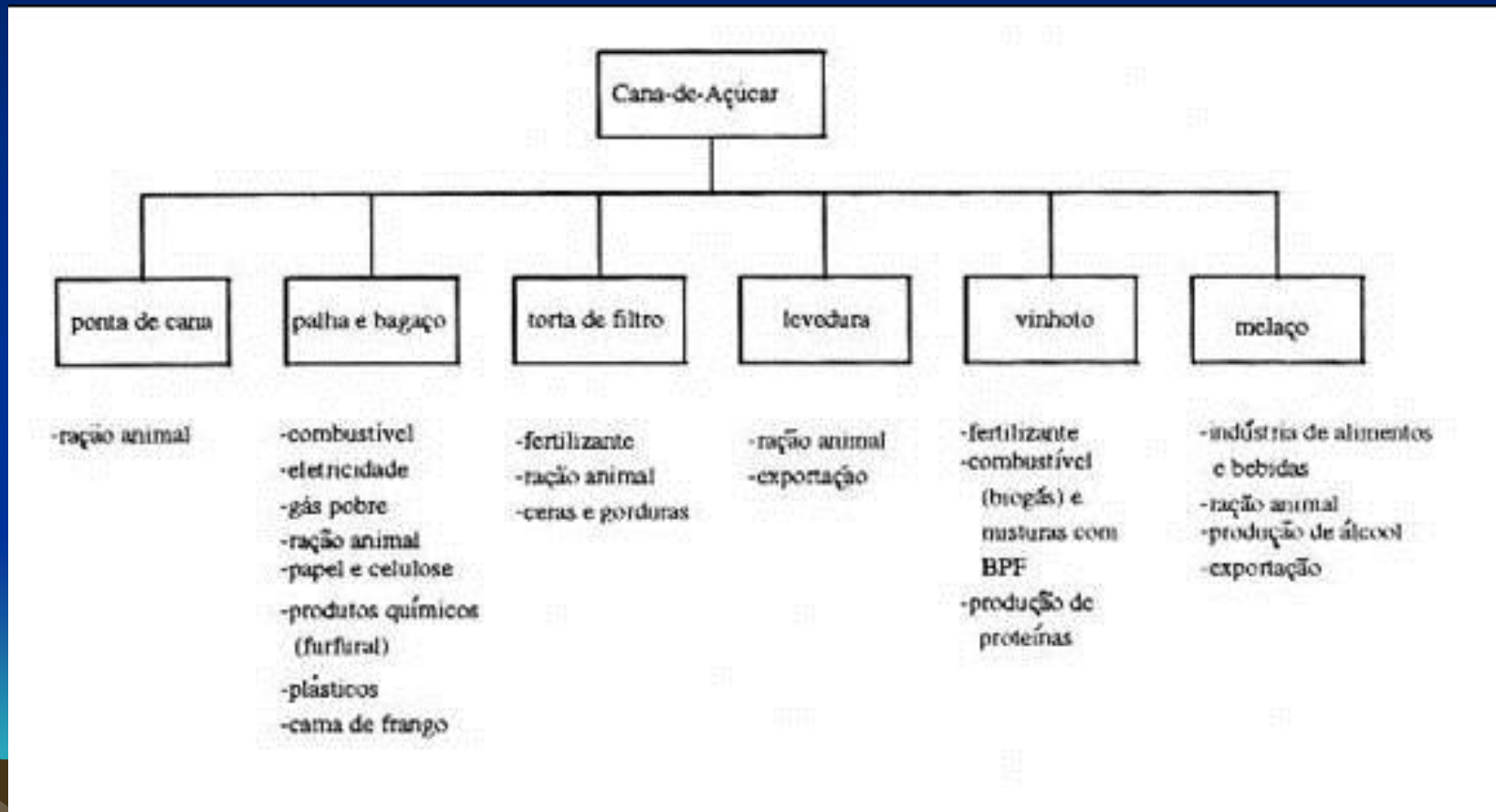
## OBTENÇÃO INDUSTRIAL DO ZINCO E SUBPRODUTOS



CIA. PARABUNA DE METAIS (1991)

# RECICLAGEM NA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA

- **PRODUTOS PRINCIPAIS:** AÇÚCAR E ÁLCOOL
- **SUBPRODUTOS ANTES DE 1975:** BAGAÇO, A VINHAÇA (ou VINHOTO ou RESTILO), A TORTA DE FILTRAÇÃO E A LEVEDURA
- **USOS ALTERNATIVOS DOS SUBPRODUTOS APÓS 1975 (vide figura abaixo)**



# RECICLAGEM NA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA

