



**CRIATIVIDADE TECNOLÓGICA
NA
ENGENHARIA DE PROCESSOS INORGÂNICOS**

ABRAHAM ZAKON

Prof. Associado

Eng^o Químico, M. Sc., D. Eng.

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

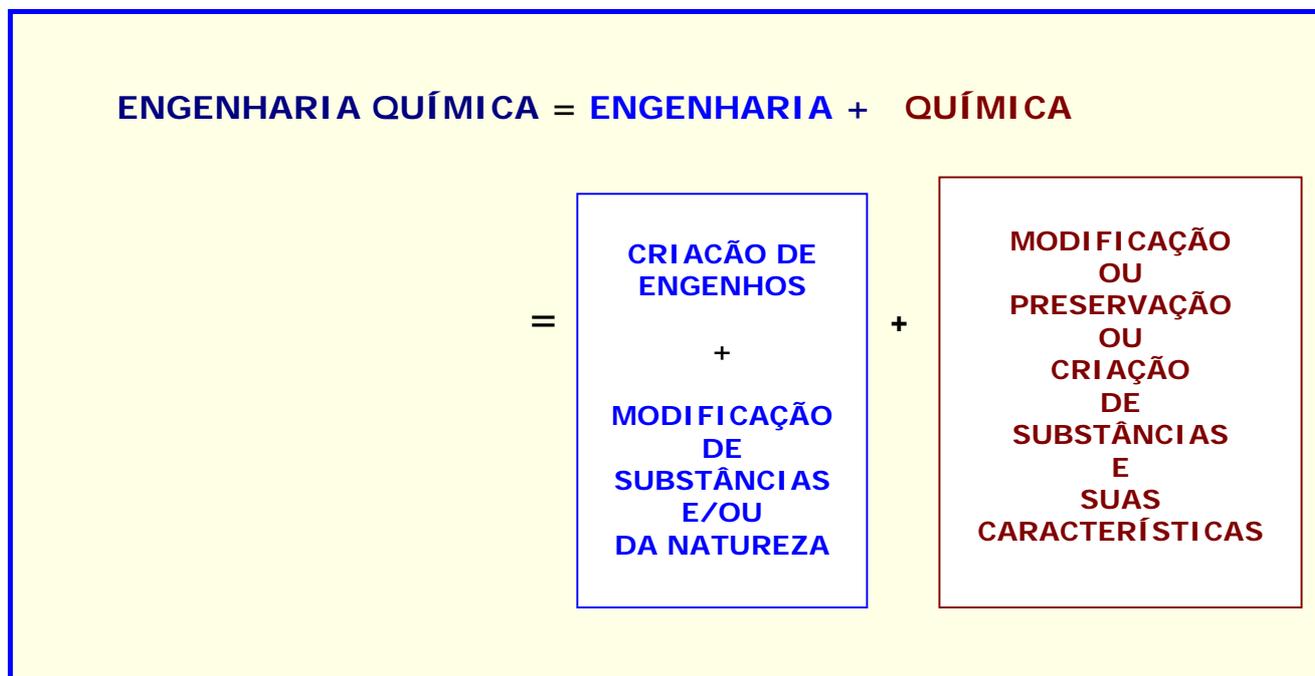


Arequipa - Outubro de 2008

PARTE 1.2

FUNDAMENTOS E ÁREAS DA ENGENHARIA QUÍMICA

COMPONENTES DA ENGENHARIA QUÍMICA E DA TECNOLOGIA

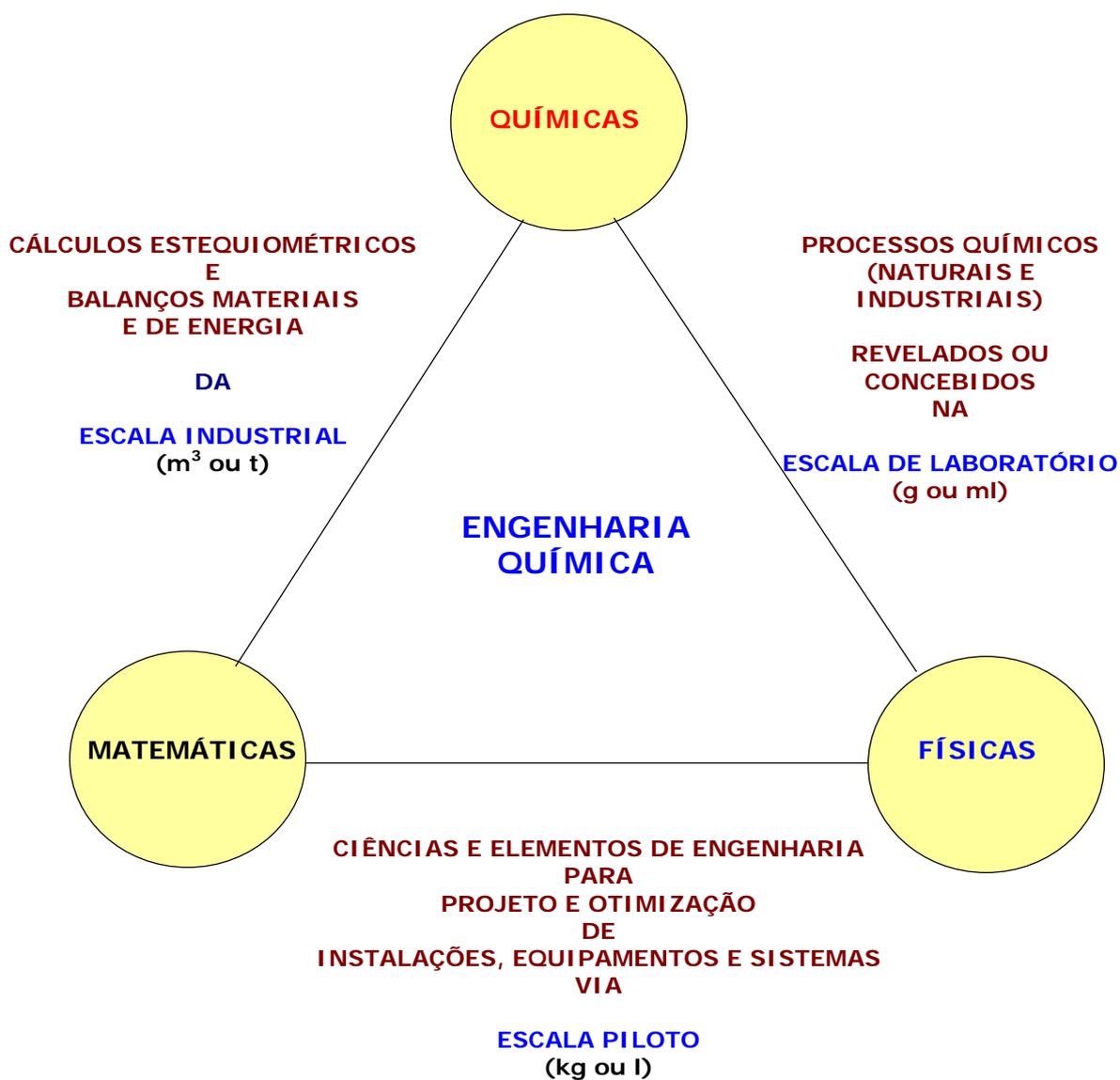


ENGENHARIA QUÍMICA CLÁSSICA = ENGENHARIA + QUÍMICA.

ENG. QUÍMICA COMPUTACIONAL = ENGENHARIA + QUÍMICA + COMPUTAÇÃO

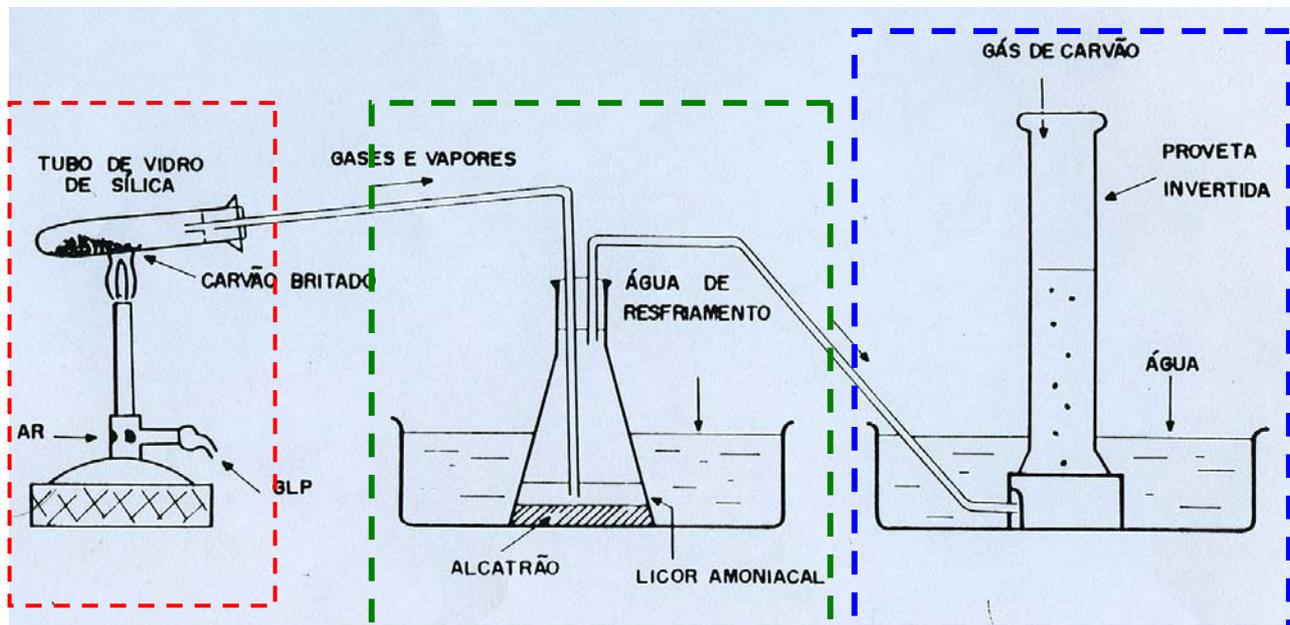
TECNOLOGIA = Σ (TÉCNICAS + RECURSOS MATERIAIS + PESSOAS)

AS BASES DA ENGENHARIA QUÍMICA CLÁSSICA

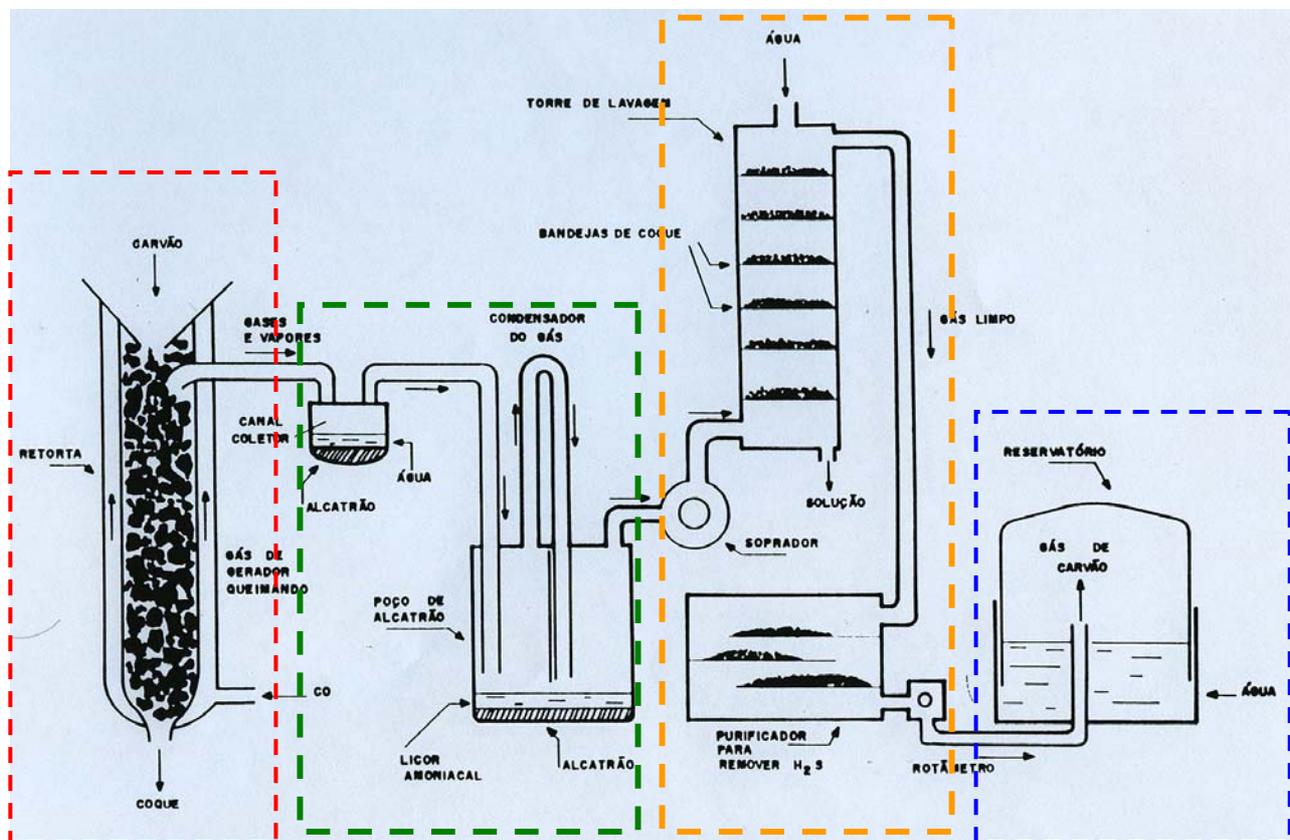


A DESTILAÇÃO SECA (COQUEIFICAÇÃO) DO CARVÃO

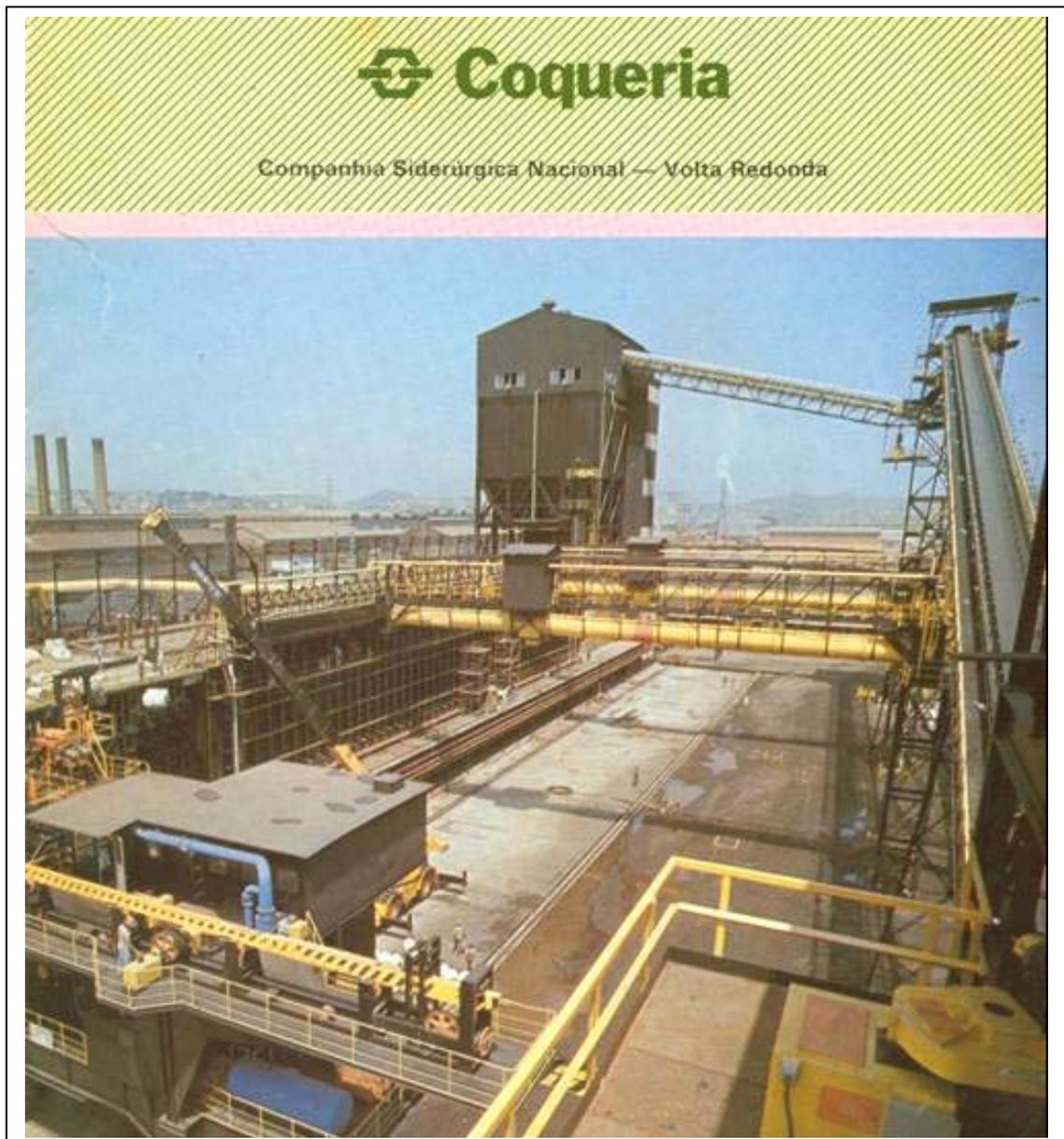
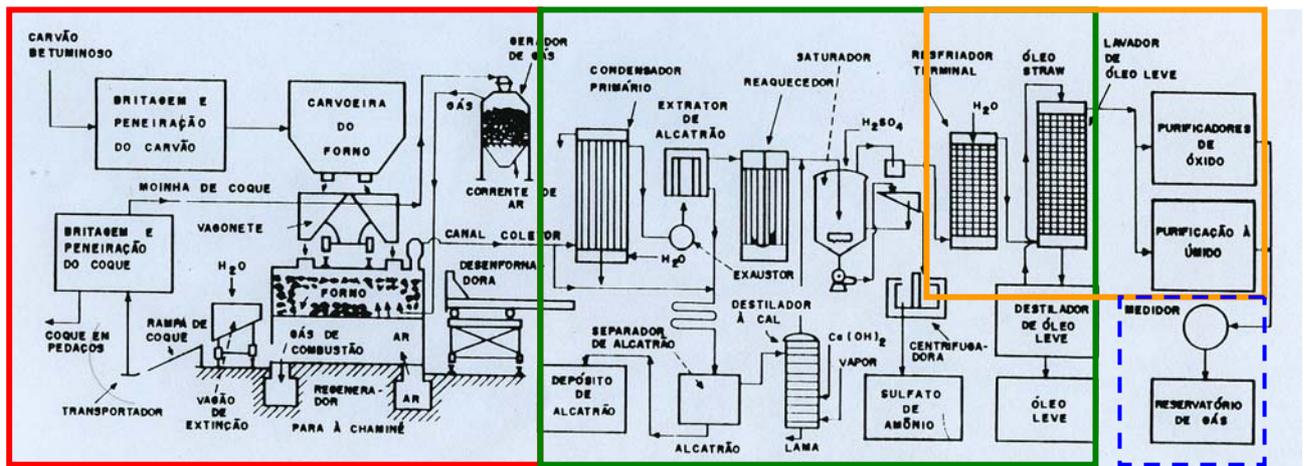
A – ESCALA LABORATORIAL DE BANCADA (g, ml)



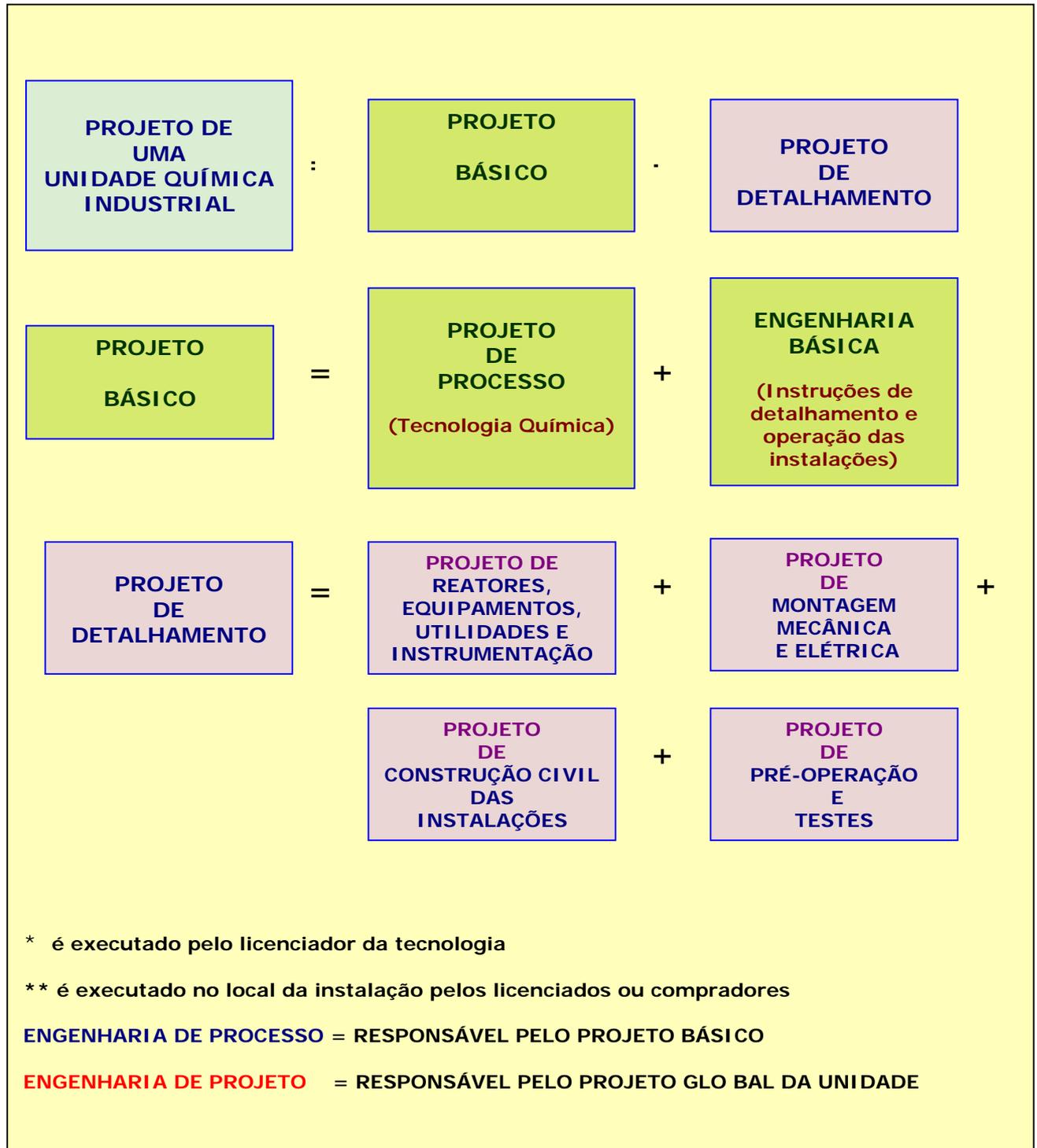
B – ESCALA PILOTO (kg, l)



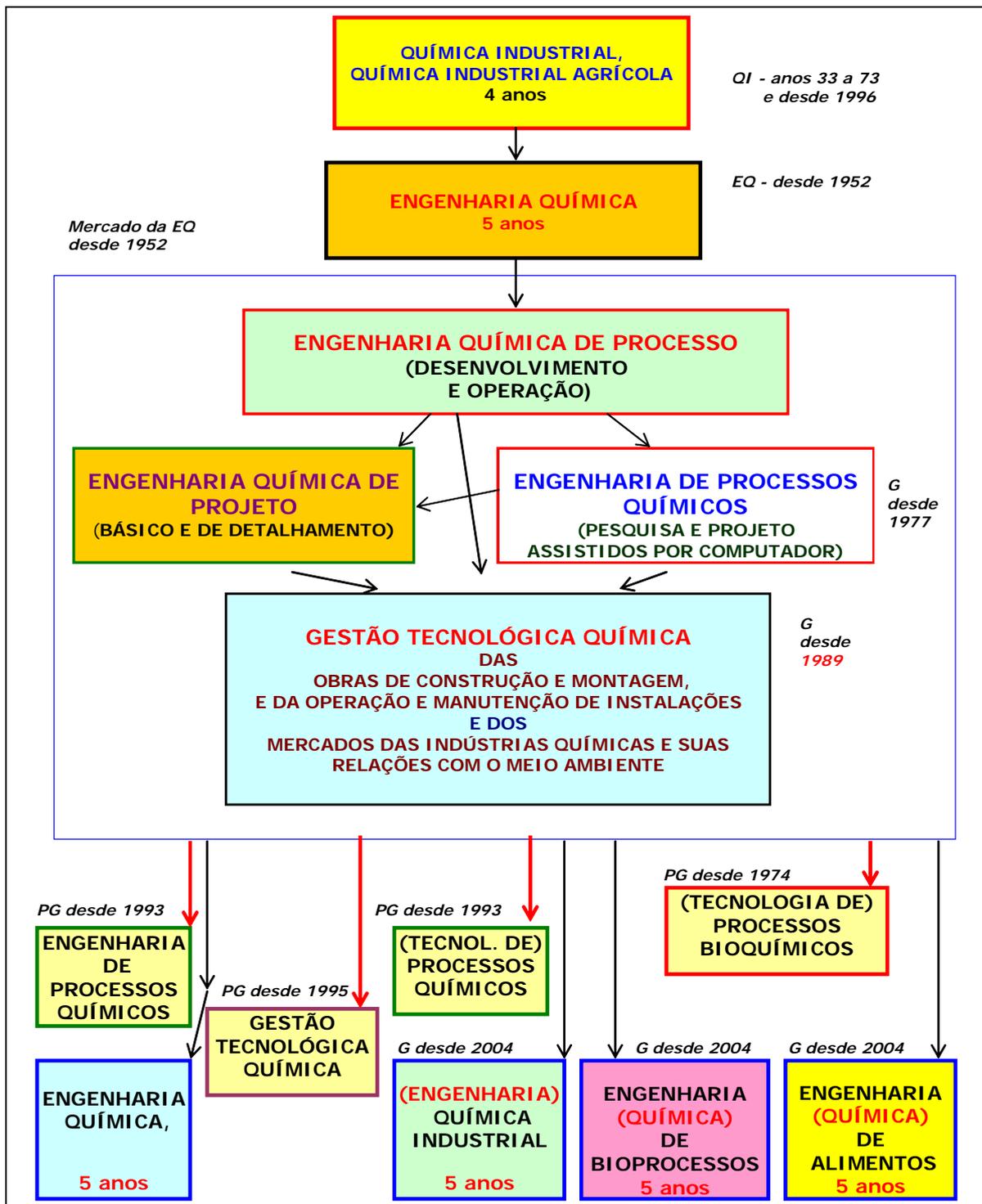
C – ESCALA INDUSTRIAL (t, m³)



(adaptado de Simas e Legey, 1983)

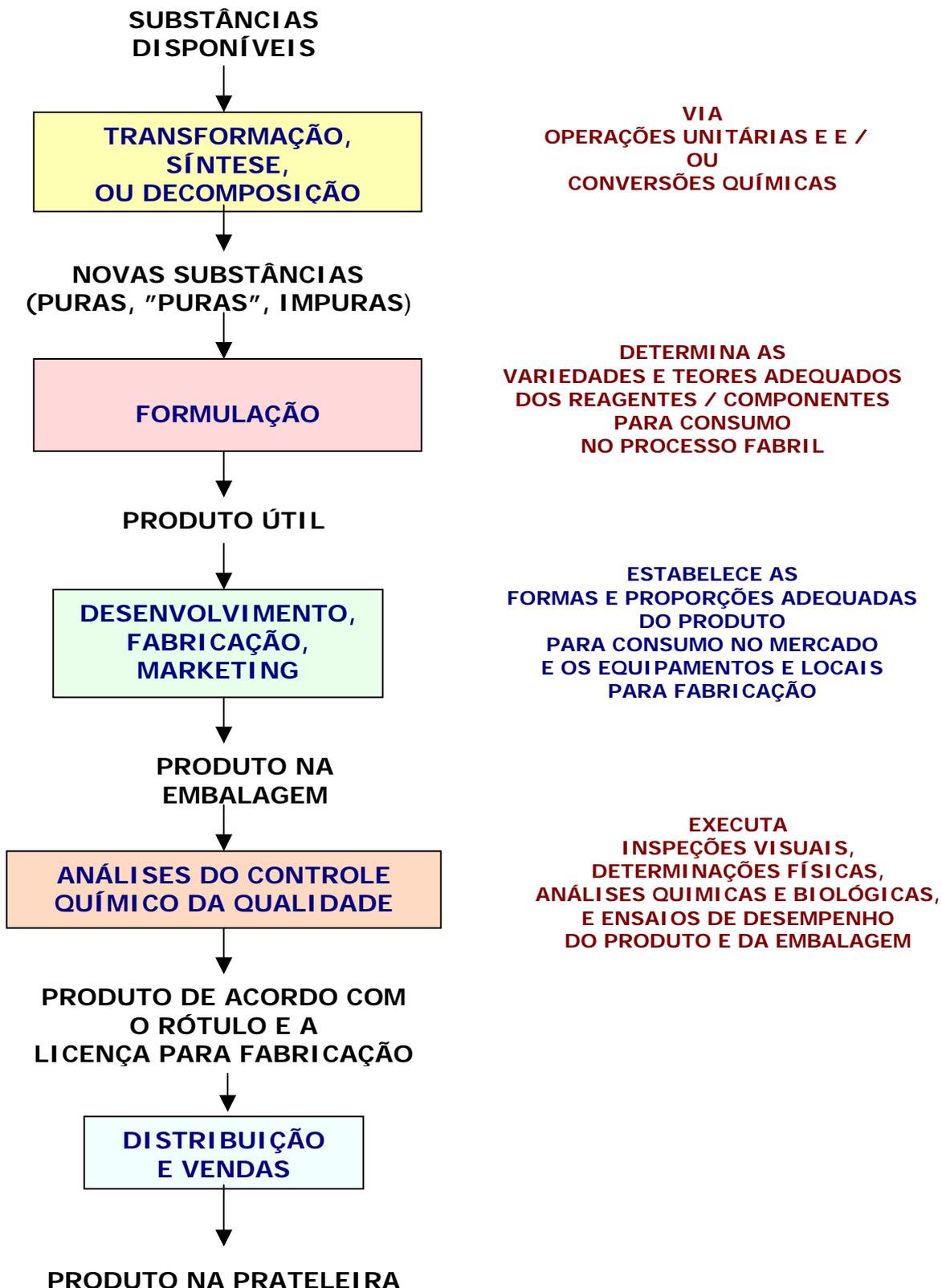


AS ETAPAS EVOLUTIVAS DO ENSINO NA EQ-UFRJ

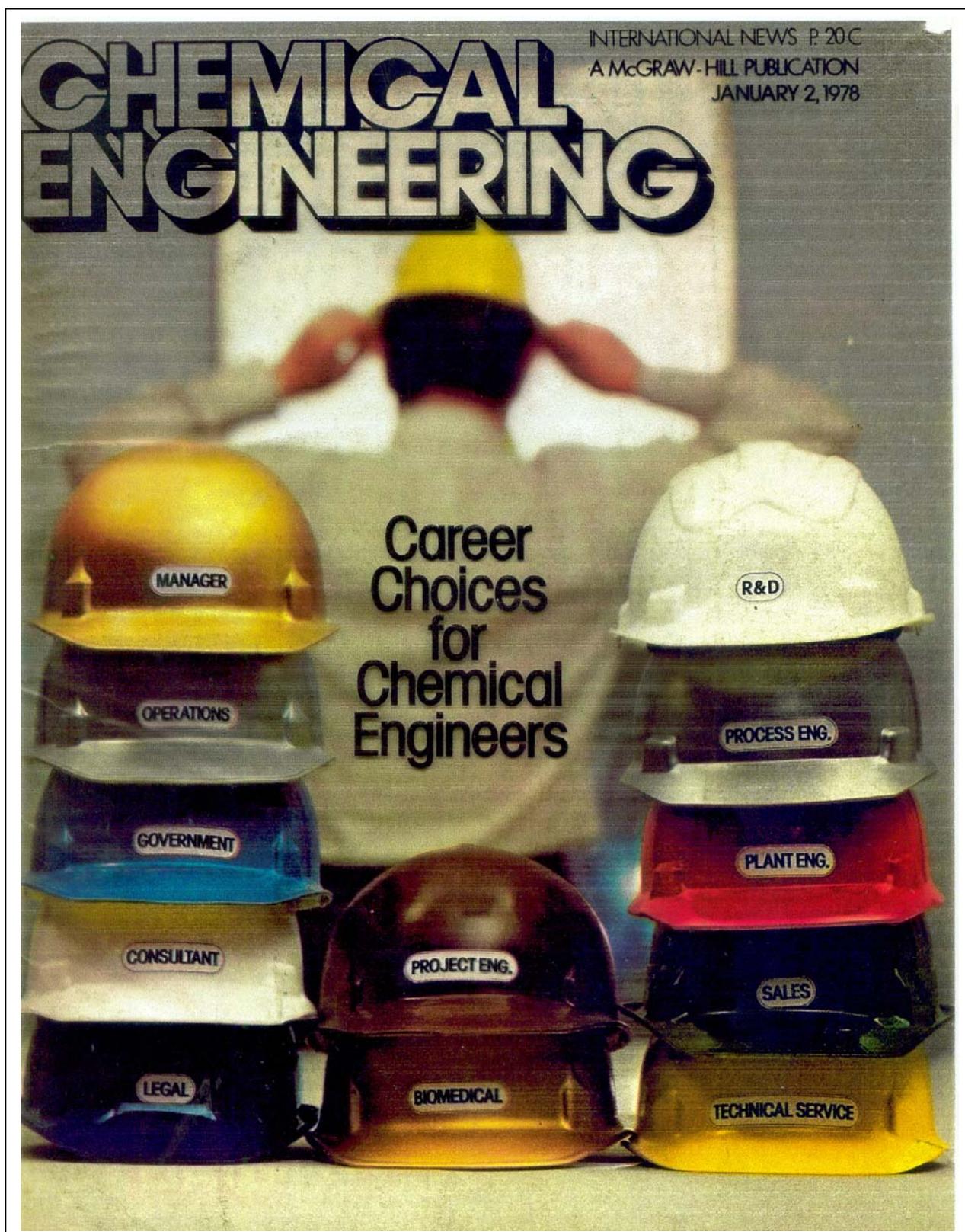


DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO QUÍMICO QUALQUER

(adaptado de Wiseman, 1985)



ESPECIALIDADES NA ENGENHARIA QUÍMICA EM 1978



SISTEMAS E EQUIPAMENTOS ANÁLOGOS

(Zakon, 1992)

SUA ATUAÇÃO PODE SER DESCRITA PELA PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA .

MATEMÁTICO OU FÍSICO

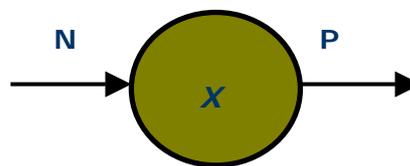


BF - bloco funcional ou sistema, onde ocorre uma transformação ou transfêrencia executada por uma função matemática ou física

E - valor de entrada ou da perturbação ou do estímulo.

S - valor de saída ou do desempenho.

BIOLÓGICO

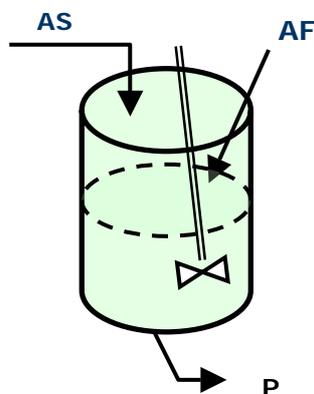


X - célula ou microorganismo transformador.

N - nutriente.

P - produto liberado ou excretado

REATOR QUÍMICO ou BIOQUÍMICO



R - REATOR QUÍMICO EM AMBIENTE LÍQUIDO

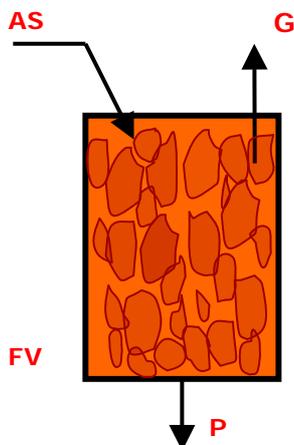
A - ALIMENTAÇÃO

F - FLUIDO

S - SÓLIDO OU SUBSTRATO

P - PRODUTO REMOVIDO

REATOR TERMOQUÍMICO



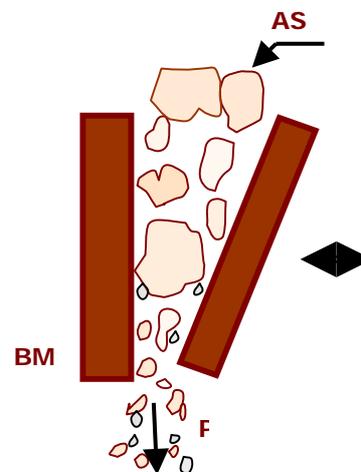
FV - forno vertical*

AS - alimentação sólida

P - produto sólido ou fundido

G - produto gasoso ou vaporizado

BRITADOR INDUSTRIAL



BM - britador de mandíbulas

AS - alimentação de rochas ou artefatos ou britas graúdas

P - minério ou artefato britado

OBJETIVOS DAS OPERAÇÕES UNITÁRIAS

NUM PROCESSO QUÍMICO INDUSTRIAL:

- (a) - *separar ou concentrar, por ação física, as substâncias químicas desejáveis nas matérias-primas visando melhorar uma reação química e seu rendimento;*
- (b) - *purificar por ação física o produto químico final ou modificar seu estado ou forma física.*
- (c) - *transferir energia entre fases distintas, para aquecer, resfriar ou recuperar calor.*

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO PARA AS OPERAÇÕES UNITÁRIAS:

1º - QUANTO AOS OBJETIVOS OU FUNÇÕES:

(adaptado de Williams e Johnson, 1958;
Ludwig, 1964)

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

2º - EM GRUPOS DE MODELOS DE SEMELHANÇAS FÍSICAS

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

(a) - operações em estágios de equilíbrio ou contatos ideais:

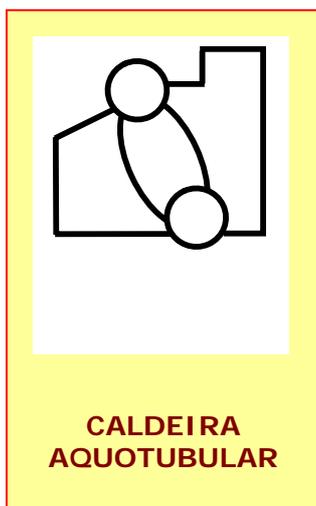
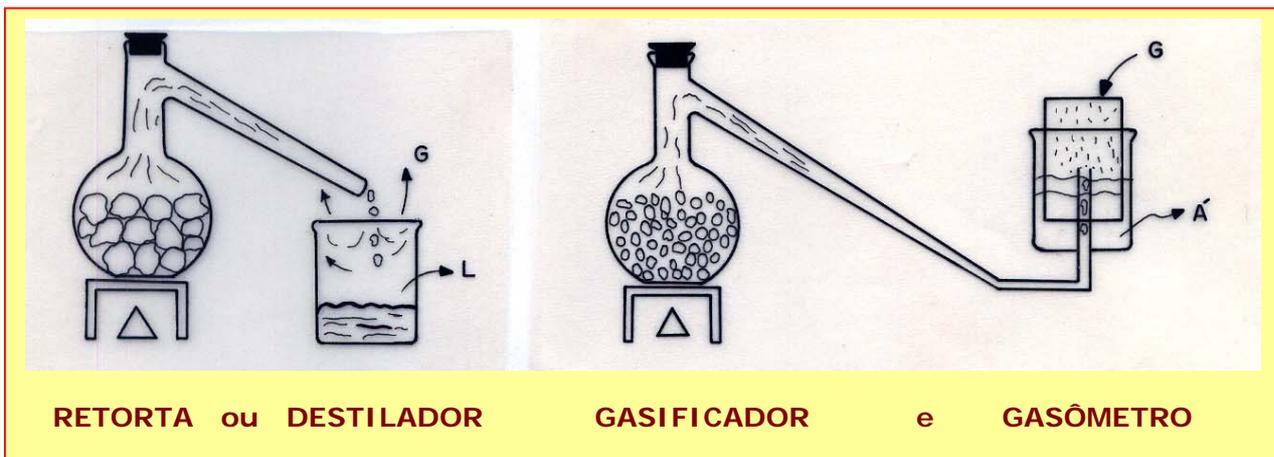
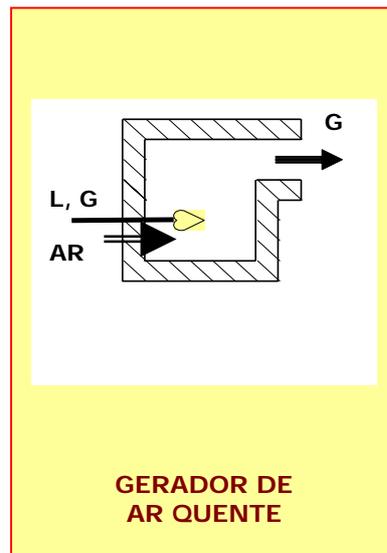
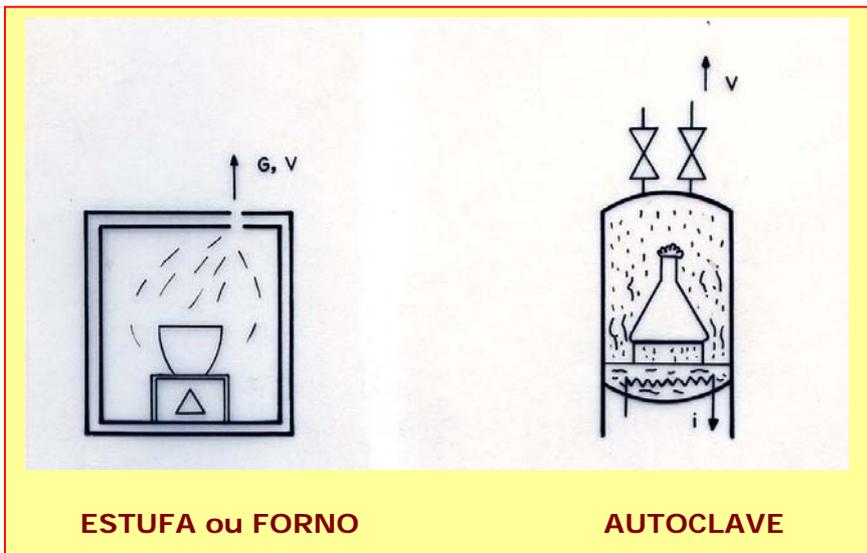
Ex.: destilação, extração, absorção, lixiviação.

(b) - operações de transporte ou em regime cinético ou de velocidade de transferência.

*Ex.: transferência de calor entre duas correntes separadas;
transferência de calor e massa como na ebulição, evaporação,
condensação, cristalização,
umidificação e desumidificação.*

EQUIPAMENTOS TERMOQUÍMICOS

(Zakon, 1992-2005)



PIROPROCESSAMENTO DE MINÉRIOS E INSUMOS SÓLIDOS

PRINCIPAIS GRUPOS DE APLICAÇÕES TERMOQUÍMICAS

- REFINO E PRODUÇÃO DE COMBUSTÍVEIS
- CERÂMICA
- GERAÇÃO E USO DE VAPOR
- PIROMETALURGIA
- INCINERAÇÃO DE DESCARTES
- PIROGENIA DE CARGAS INORGÂNICAS

EQUIPAMENTOS TERMOQUÍMICOS

- FORNOS METALÚRGICOS
- FORNOS CERÂMICOS
- FORNOS PARA REFINO DE PETRÓLEO
- RETORTAS
- GASIFICADORES
- CALDEIRAS E AUTOCLAVES
- SECADORES E ESTUFAS

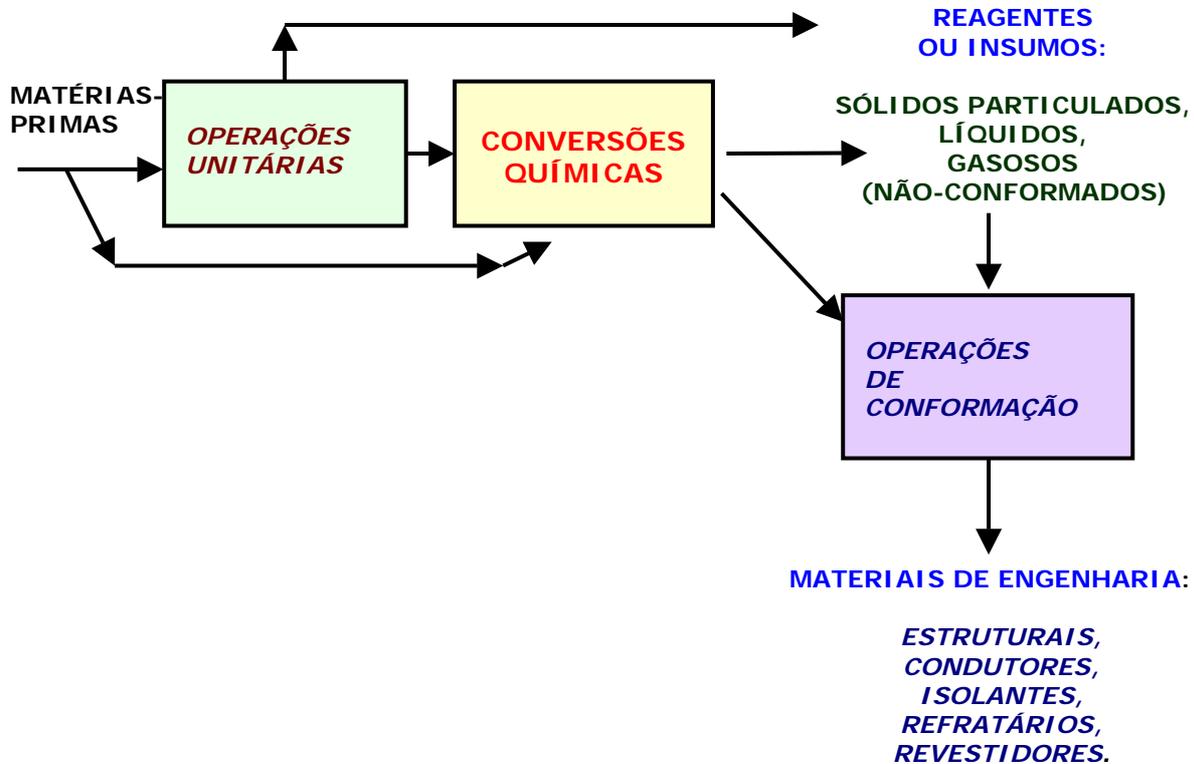
FONTES TERMICAS

- QUEIMADORES: DE GASES
DE LÍQUIDOS
DE SÓLIDOS
PARA MISTURAS DE COMBUSTÍVEIS
- ELÉTRICAS: RESISTORES
ARCO VOLTAICO.
SISTEMAS DE INDUÇÃO
DIELÉTRICOS
- ÓPTICOS: SOLARES
- PLASMA

INSTRUMENTOS DE PIROMETRIA

- TERMOPARES
- CONES PIROMÉTRICOS
- PIRÔMETROS ÓPTICOS

PROCESSO QUÍMICO INDUSTRIAL: UMA REPRESENTAÇÃO GENÉRICA SIMPLIFICADA



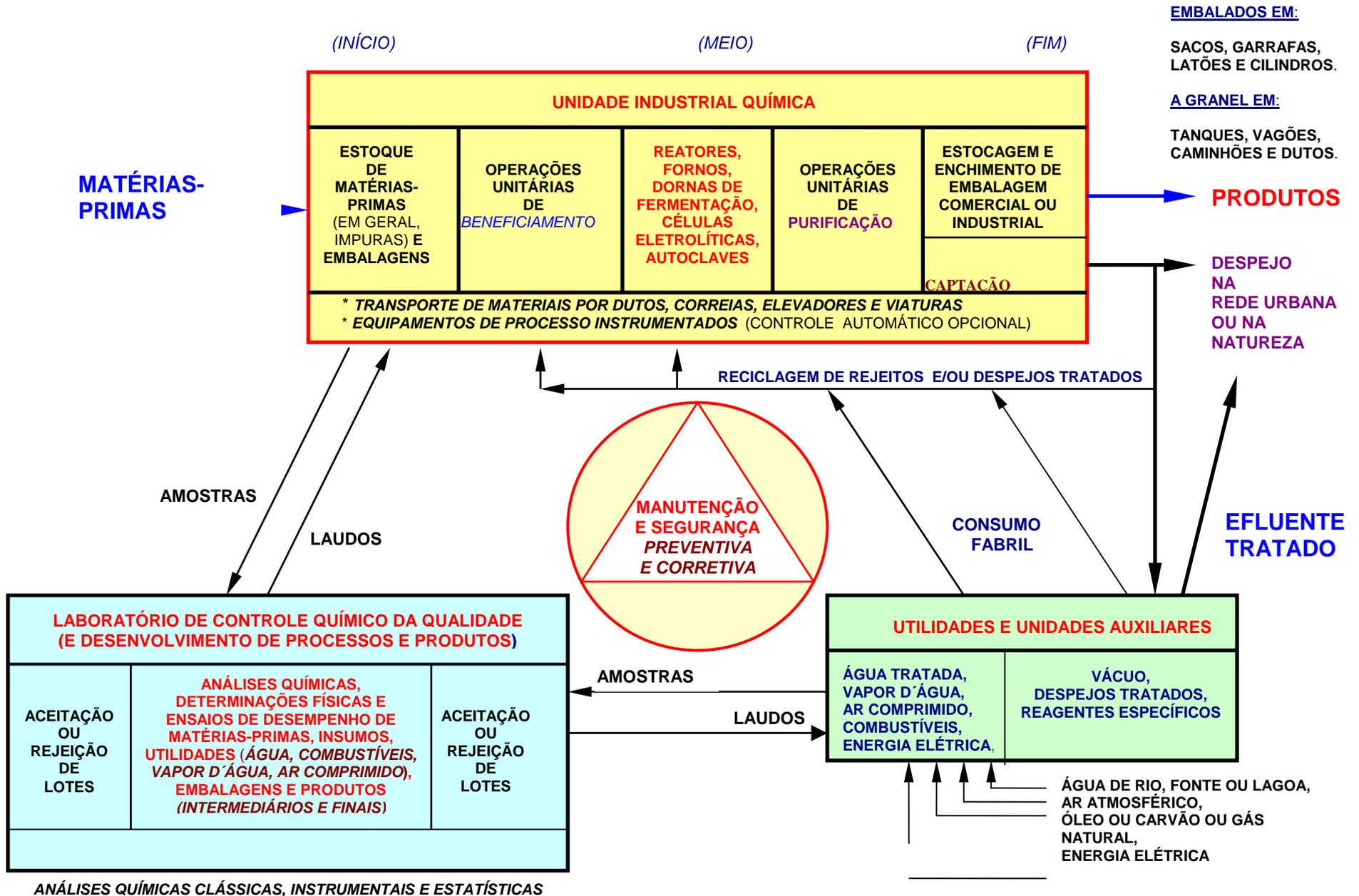
$$\text{TRATAMENTOS} = \Sigma (\text{OPERAÇÕES UNITÁRIAS}) + \Sigma (\text{PROCESSOS QUÍMICOS})$$

REAGENTES: NEM SEMPRE EXIGEM CONFORMAÇÃO PARA VENDA;
PODEM SER PARTICULADOS OU FLUIDOS;
EXIGEM ESPECIFICAÇÕES.

MATERIAIS DE ENGENHARIA: USADOS PARA EQUIPAMENTOS, ESTRUTURAS
EDIFICAÇÕES, VIAS DE TRANSPORTE,
PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE;
EXIGEM ESPECIFICAÇÕES.

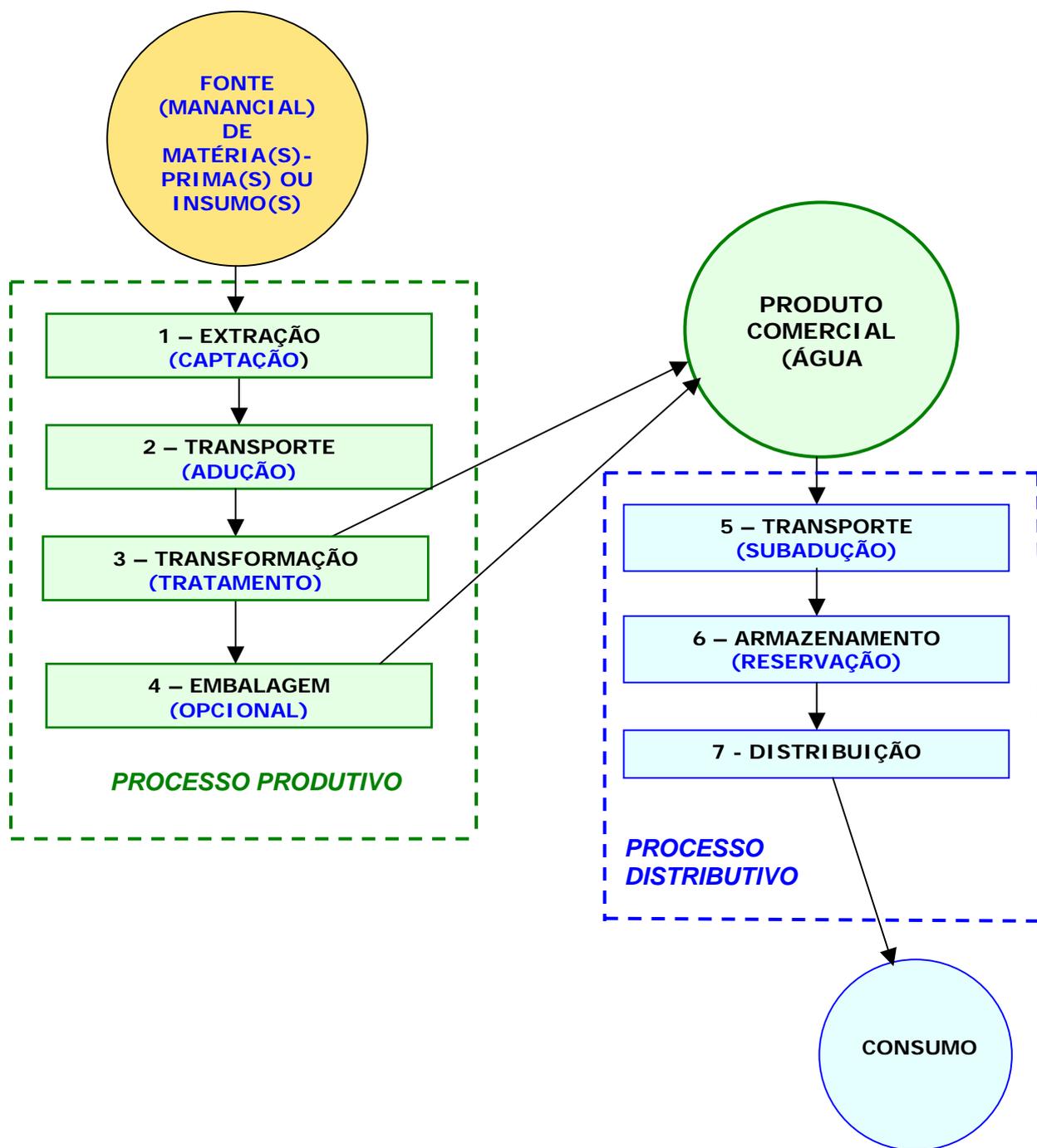
$$\begin{aligned} \text{ESPECIFICAÇÕES} = & \Sigma (\text{PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS,} \\ & \text{MINERAIS; ECOLÓGICAS}) + \\ & \Sigma (\text{CONDIÇÕES DE MANIPULAÇÃO E USO}) + \\ & \Sigma (\text{CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO DESEJÁVEIS}). \end{aligned}$$

ESTRUTURA OPERACIONAL DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA

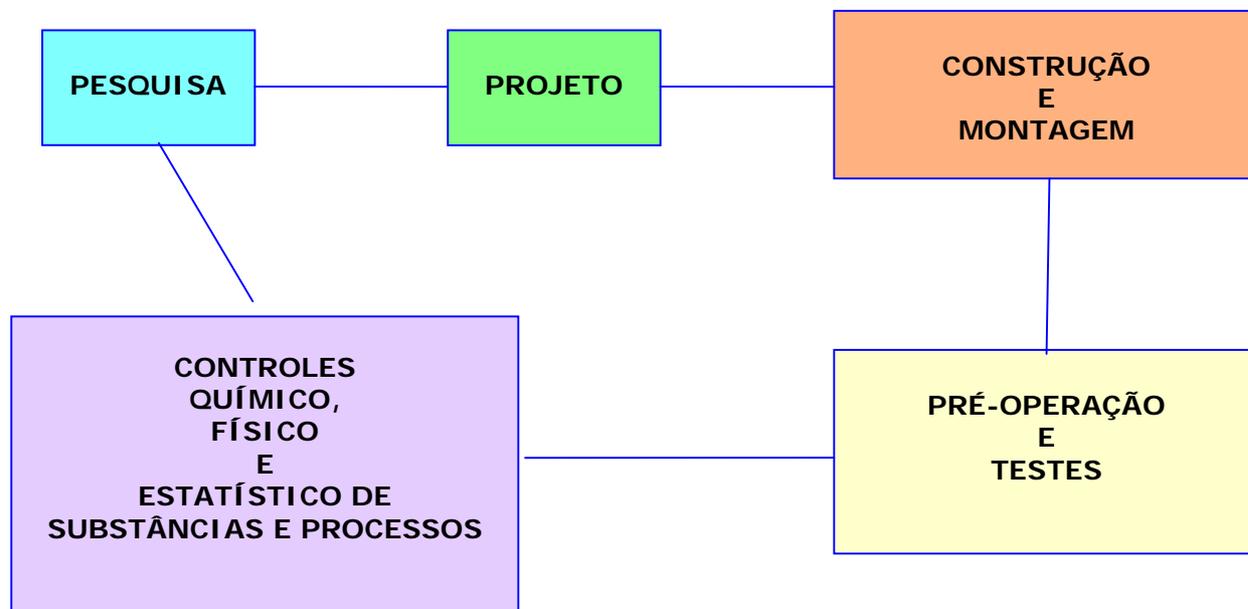


AS ETAPAS DE PRODUÇÃO FABRIL E DISTRIBUIÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS E COMERCIAIS APLICADA ÀS AGUAS MUNICIPAIS OU POTÁVEIS

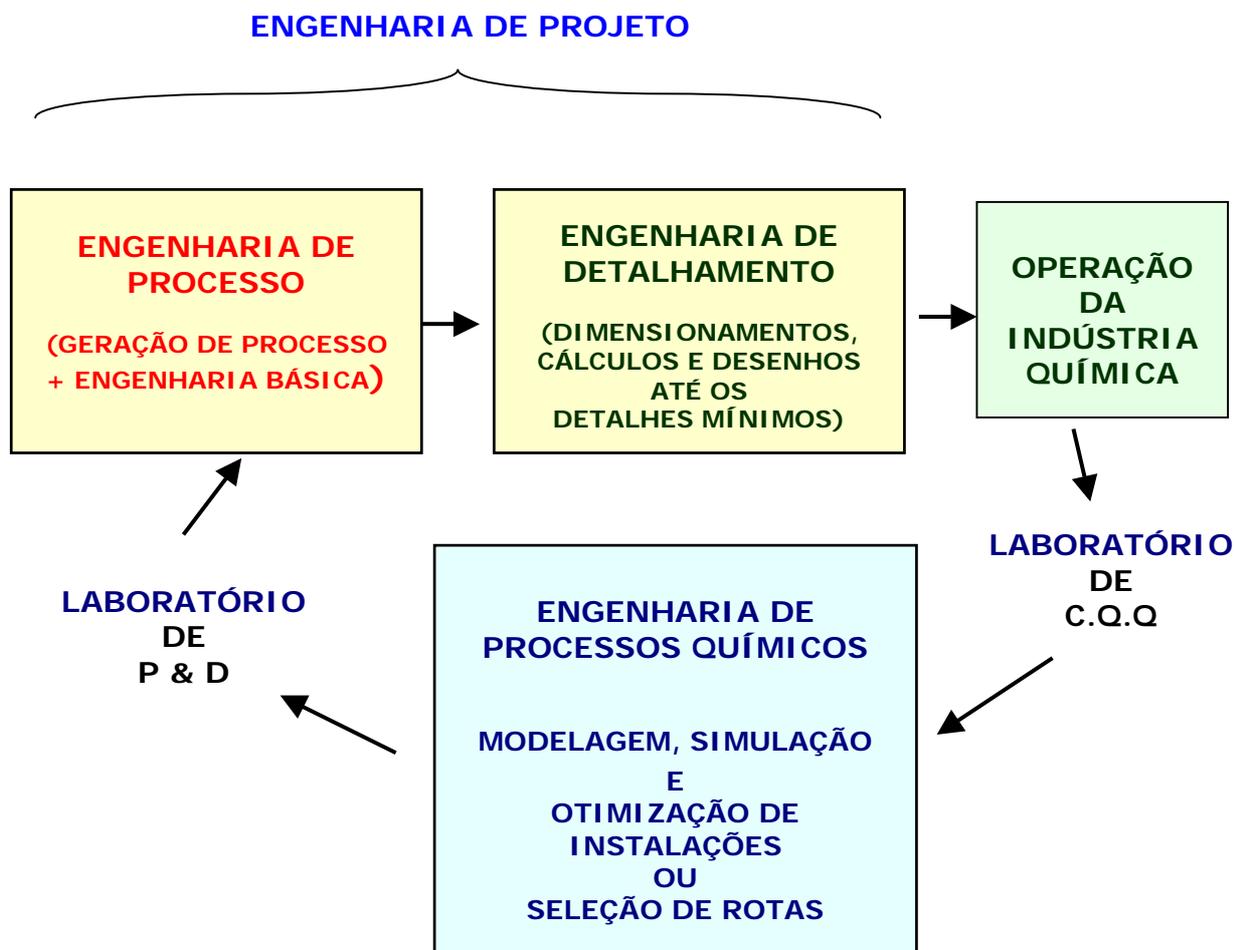
(adaptado de Batalha e Parlatore, 1977)



CICLO DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA

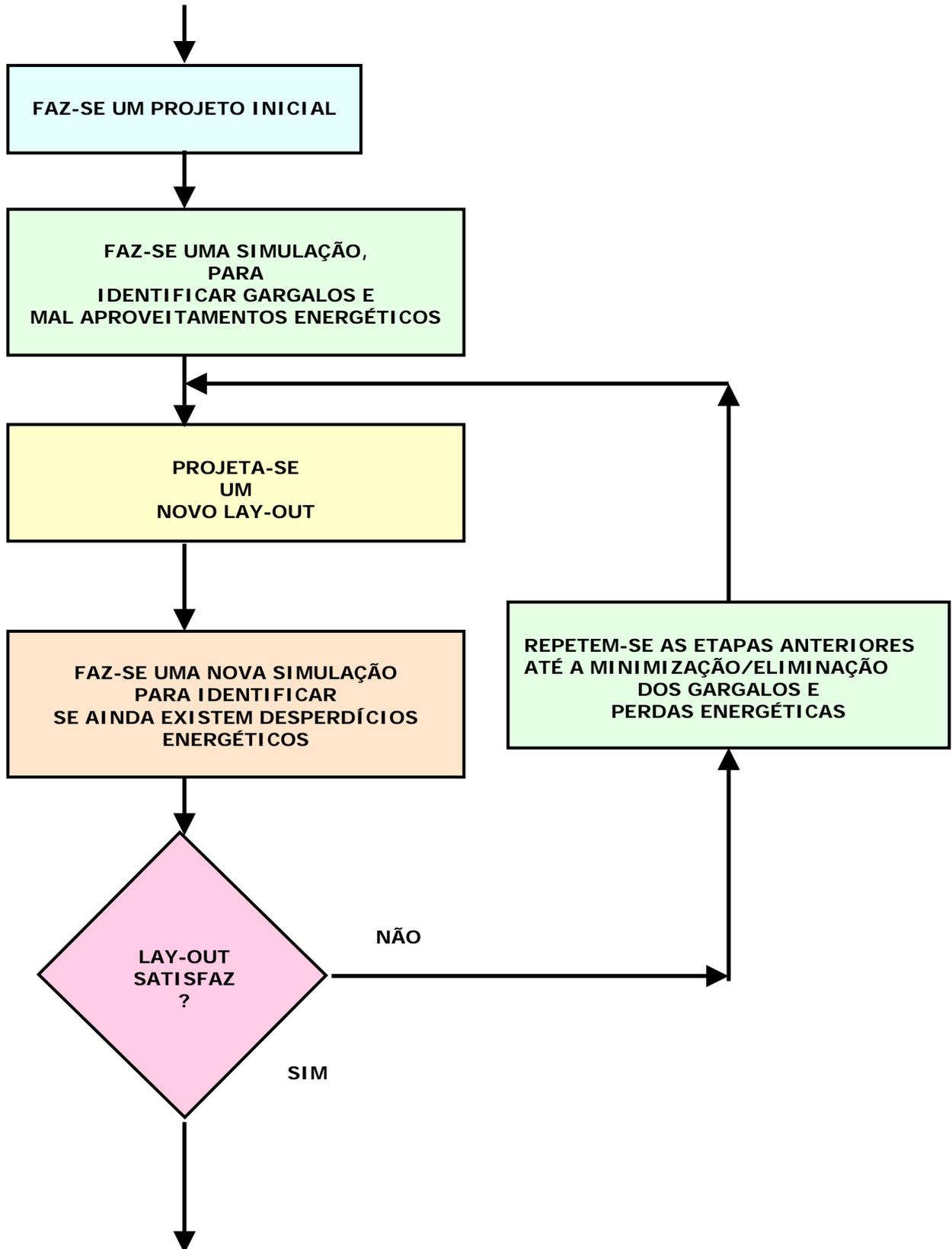


**AS ENGENHARIAS
NO PROCESSO DE
CRIAÇÃO E OPERAÇÃO
DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA**

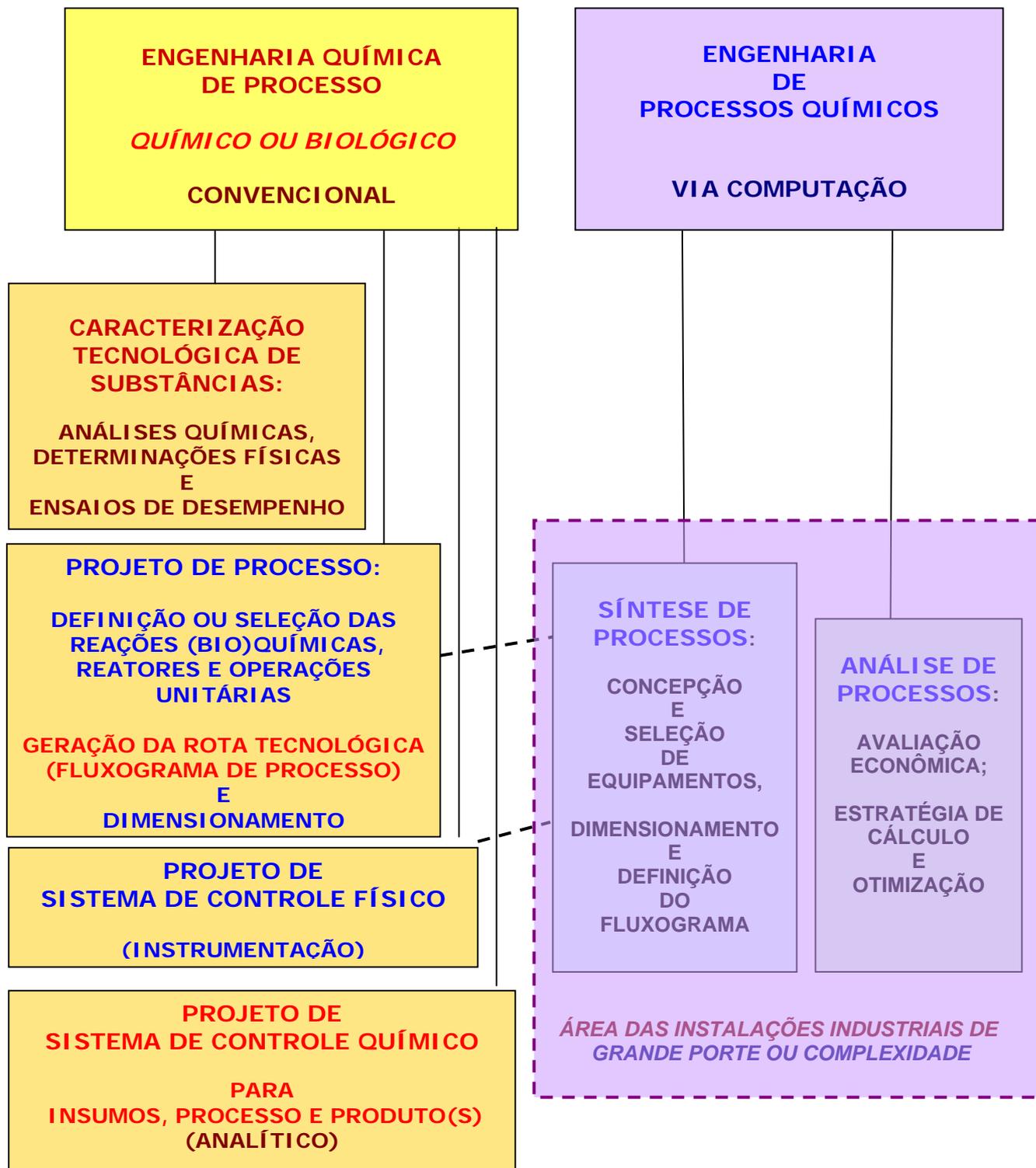


TIPOS DE PROJETOS PARA UMA PLANTA QUÍMICA ETAPAS DA OTIMIZAÇÃO POR SIMULAÇÃO DOS PROJETOS DE PROCESSOS QUÍMICOS

(adaptado de Satyro, Alves e Picolli Filho, 1986)



ANALOGIAS ENTRE AS ENGENHARIAS DE PROCESSO E DE PROCESSOS QUÍMICOS



DIFERENÇAS ENTRE OS PROFISSIONAIS FORMADOS NA EQ-UFRJ

QUÍMICO INDUSTRIAL

- **conhece:** as químicas básicas e vários processos e tecnologias químicas, matérias-primas e produtos e métodos analíticos químicos;
- **pode:** selecionar equipamentos e criar uma inovação industrializável: uma nova fábrica ou um novo produto.

ENG° QUÍM. PROCESSO

- **conhece:** as químicas básicas e vários equipamentos, instrumentos de controle e recursos computacionais;
- **pode:** projetar/selecionar equipamentos; e otimizar a operação e instalações de uma unidade industrial pequena ou média.

ENG° PROCESSOS QUÍMICOS

- **conhece:** vários equipamentos, instrumentos de controle e recursos computacionais;
- **pode:** projetar/selecionar ou otimizar equipamentos e sistemas de controle, unidades químicas industriais complexas empregando computadores.

A GESTÃO DE UMA TECNOLOGIA QUÍMICA

